

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

PROJETO
GEOQUÍMICA NO VALE DO RIBEIRA
RELATÓRIO FINAL
ESTUDO ORIENTATIVO-TEXTO
VOLUME V

Winston Addas




COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Junho. 1978

PHL 13878

I-30

	SUREMI SEDOTE
CPRM	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	706 - 5
N.º de Volumes:	8 v.: 5
OSTENSIVO	

PROJETO GEOQUÍMICA NO VALE DO RIBEIRA

Chefe do projeto: Antonio Morgental

Equipe executora: Antonio A. G. Pereira da Silva

Tarcísio Borin Junior

Valdomiro Alegri

Paulo Eduardo P. de Oliveira

Participação Parcial: Gilberto José Machado

Fernando C. Cavalcanti de Araújo

Agenor N. de Matos

Supervisão técnica: Winston Addas

Colaboração especial: Wilson Dias de Pinho Filho

Nelson de Almeida Fernandes

Gustavo N. D. Gonçalves

Antonio J. Milmann Martins

PROJETO GEOQUÍMICA NO VALE DO RIBEIRA

RELATÓRIO FINAL ÍNDICE DE VOLUMES

VOLUME I

GEOQUÍMICA REGIONAL — RESUMO; ABSTRACT; INTRODUÇÃO; DESCRIÇÃO DA ÁREA; TÉCNICA DE AMOSTRAGEM; PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS; INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS; CONCLUSÕES; RECOMENDAÇÕES; BIBLIOGRAFIA.

VOLUME II

GEOQUÍMICA REGIONAL — ANEXOS I A XV — MAPAS DE LOCALIZAÇÃO DE AMOSTRAGEM; MAPAS DE TEORES DE COBRE, MAPAS DE TEORES DE CHUMBO.

VOLUME III

GEOQUÍMICA REGIONAL — ANEXOS XVI A XXX — MAPAS DE TEORES DE ZINCO; MAPAS DE TEORES DE COBALTO-NÍQUEL; MAPAS DE TEORES DE FERRO-MANGANÉS.

VOLUME IV

GEOQUÍMICA REGIONAL — ANEXOS XXXI A XLIII — MAPAS DE ANOMALIAS EM SEDIMENTO DE CORRENTE; CONCENTRADO DE BATEIA; MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE AMOSTRAS, MAPAS DE TEORES E MAPA DE ANOMALIAS, MAPA DE TEORES DE FLÚOR.

VOLUME V

ESTUDO ORIENTATIVO — RESUMO; ABSTRACT; INTRODUÇÃO; ASPECTOS GEOLÓGICOS; TÉCNICAS ANALÍTICAS; AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS; ESCOLHA DA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA IDEAL; ÁREA DE FURNAS-GRUTA DE SANTANA; ÁREA BARRINHA-CECRISA; ÁREA DO CARAÇA GRANDE; CONJECTURAS SOBRE A ORIGEM DOS DEPÓSITOS DE CHUMBO E ZINCO DO VALE DO RIBEIRA; CONCLUSÕES FINAIS; REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

VOLUME VI

FOLLOW-UP — RESUMO; ABSTRACT; INTRODUÇÃO; ÁREAS SELECIONADAS PARA FOLLOW-UP; TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM; PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS; INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS; CONCLUSÕES; RECOMENDAÇÕES; BIBLIOGRAFIA; ANEXOS (FICHAS COM OS RESULTADOS OBTIDOS; MAPAS DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS SELECIONADAS).

VOLUME VII

ARQUIVO GERAL — PARTE I — SUBÁREA SUDELPA; ESTUDO ORIENTATIVO; GEOQUÍMICA REGIONAL.

VOLUME VIII

ARQUIVO GERAL — PARTE II — FOLLOW-UP.

APRESENTAÇÃO

O presente relatório expõe os resultados, do estudo orientativo, obtidos pelo Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, para o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM.

Dada a necessidade de melhor se definir parâmetros básicos para um estudo de prospecção geoquímica de âmbito regional, ensejou-se nos dois primeiros meses da primeira etapa de campo uma pesquisa de caráter orientativo, sobre três áreas com mineralizações conhecidas. Foram utilizadas ainda amostras já coletadas em parte da presente área de atuação, por projeto ulterior, e algumas da etapa regional deste projeto.

Além da tentativa de definição dos aludidos parâmetros geoquímicos, foram aventadas hipóteses sobre a gênese das ocorrências plumbo-zincíferas de Furnas, Lageado, Barrinha, Cecrisa e Perau. Diligenciando desta forma um meio de nortear a pesquisa no Vale do Ribeira com base em paragêneses e tipos de ocorrências embutidas nas diferentes sequências estratigráficas presentes.

Por se tratar de um estudo muito específico, restrito a determinadas regiões, este relatório constitui um volume a parte da geoquímica regional, contendo além do texto, 23 tabelas e 15 figuras.

LISTA DE FIGURAS

NÚMERO	PÁGINA
1	9
2	36
3	39
4	40
5	41
6	54
7	56
8	57
9	58
10	60
11	62
12	64
13	69
14	71
15	77

LISTA DE TABELAS

NÚMERO	PÁGINA
I	12
II	14
III	15
IV	18
V	20
VI	21
VII	24
VIII	26
IX	29
X	30
XI	32
XII	43
XIII	44
XIV	45
XV	46
XVI	46
XVII	47
XVIII	48
XIX	48
XX	49
XXI	50
XXII	52
XXIII	67

SUMÁRIO

1 - RESUMO	1
2 - ABSTRACT	3
3 - INTRODUÇÃO	5
4 - ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
5 - TÉCNICA DE AMOSTRAGEM	10
5.1 - Considerações preliminares	10
5.2 - Métodos de amostragem	10
5.3 - Amostragem	12
6 - TÉCNICA ANALÍTICA	13
6.1 - Preparação das amostras	13
6.2 - Análises	13
7 - AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS	16
7.1 - Comparação entre a espectrografia semi-quantitativa e a espectrofotometria de absorção atômica	16
7.1.1 - Cobre	16
7.1.2 - Chumbo	17
7.2 - Precisão dos resultados analíticos (método rápido de espectrofotometria de absorção atômica)	17
8 - ESCOLHA DA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA IDEAL	23
8.1 - Considerações preliminares	23
8.2 - Dispersão dos elementos alvos	23
8.3 - Variância entre as frações analisadas	28
8.4 - Fração granulométrica escolhida	33
9 - ÁREA DE FURNAS - GRUTA DE SANTANA	35
9.1 - Considerações iniciais	35
9.2 - Resultados obtidos	38
9.2.1 - Sensibilidade e precisão	38
9.2.2 - Associação paragenética	42
9.2.3 - Elementos escolhidos	43
9.3 - Dispersão do halo secundário e sua detecção em sedimento de corrente	44
9.4 - Concentração dos metais alvos na fração pesada.	50

10 -	ÁREA BARRINHA - CECRISA	53
10.1 -	Considerações iniciais	53
10.2 -	Distribuição geoquímica dos elementos alvos .	55
11 -	ÁREA DO CARAÇA GRANDE	61
11.1 -	Considerações iniciais	61
11.2 -	Padrão de dispersão do chumbo	63
11.3 -	Relação entre os teores em solo e sedimento de corrente	66
11.4 -	O zinco na área do Caraça-Grande	68
11.5 -	O cobre na área do Caraça-Grande	70
12 -	CONJECTURAS SOBRE A ORIGEM DOS DEPÓSITOS DE CHUMBO E ZINCO NO VALE DO RIBEIRA	72
12.1 -	Considerações iniciais	72
12.2 -	Jazidas de Furnas e Lajeado	73
12.2.1 -	Tipos de mineralizações	73
12.3 -	Jazida do Perau	76
12.4 -	Estágios hipotéticos das mineralizações singe néticas e epigenéticas plumbo-zincíferas do Vale do Ribeira	76
13 -	CONCLUSÕES FINAIS	79
14 -	BIBLIOGRAFIA	82

1 - RESUMO

Sedimentos de corrente oriundos do Vale do Ribeira, foram estudados, buscando-se definir parâmetros para um levantamento de âmbito regional encetado nessa área. Foram colhidas amostras em três áreas previamente escolhidas e utilizadas outras anteriormente coletadas nessa região pelo Projeto Sudelpa. A seleção dessas áreas foi norteadada por vários fatores, sendo os principais, o tipo de mineralização e a existência de correntes drenando-as. As amostras coletadas nas áreas selecionadas foram preparadas em três frações granulométricas, ou seja, inferior a 32, a 80 e 150 mesh e analisadas para Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, Fe e Mn por A.A., já aquelas procedentes de outro projeto, posteriormente dosadas por espectrografia semi-quantitativa para 30 elementos, foram reanalisadas para Cu, Pb e Zn por A.A.. Verificou-se a existência de diferenças significativas entre os métodos rápidos com leitura por espectrofotometria de absorção atômica para cobre e chumbo comparativamente a espectrografia semi-quantitativa para esses mesmos elementos. Os métodos analíticos empregados revelaram-se precisos, sendo a precisão estimada com base no coeficiente de variação de uma mesma amostra analisada 31 vezes. Para a geoquímica regional foram selecionados os seguintes elementos para análise dos sedimentos: cobre, chumbo, zinco, níquel, cobalto, antimônio, ferro e manganês, enquanto que para o *follow-up* apenas cobre, chumbo e zinco. Como o molibdênio não foi detectado em nenhuma amostra deste estudo orientativo tornou-se inexecutável a sua análise. A dispersão dos elementos-traços alvos é predominantemente clástica, quando nas proximidades da fonte, tornando-se mais hidromórfica, a medida que se afasta da área mineralizada. A aplicação da análise de variância foi de muita utilidade na seleção da granulometria ideal, pois permitiu verificar a existência de diferenças entre as frações analisadas e, posteriormente, com o auxílio do teste LSD (least significant difference) de Fisher, determinar quais as frações que apresentavam maiores divergências. Es-

colheu-se a fração inferior a 80 mesh, para a preparação das amostras das fases sequentes, com base nos estudos de dispersão geoquímica, análise de variância e contrastes. As investigações de dispersão dos metais alvos permitiram concluir que as ocorrências de porte médio podem ser detectadas mesmo que a corrente amostrada não as drene diretamente, e desde que a estação de coleta esteja a jusante da confluência do tributário que as drena. Diferentes associações paragenéticas foram encontradas nas áreas estudadas, destacando em Furnas a elevada correlação entre chumbo e zinco, e na Barrinha chumbo e antimônio. A metodologia de pesquisa adotada, através da coleta e análise de sedimento de corrente, mostra-se perfeitamente adequada a esta área, atendendo eficientemente aos objetivos previstos. Finalmente são feitas conjecturas sobre a origem dos depósitos de sulfetos metálicos, mormente chumbo e zinco no Vale do Ribeira filiados ao Grupo Açungui.

2 - ABSTRACT

Stream sediments were studied on the Vale do Ribeira in the search for regional geochemical patterns in this area. Samples were either collected in three previously chosen areas or were used those from Projeto Sudelpa, collected in the same area a few years ago. The selection of the areas was based mainly on the type of mineralization and the presence of streams, among other criteria. The samples collected in the selected areas were prepared in three granulometric fractions, that is smaller than 32, 80 and 150 mesh and analysed for Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, Fe and Mn by A.A.. The ones coming from Projeto Sudelpa, already analysed using semi-quantitative spectrography for 30 elements, were reanalysed for Cu, Pb and Zn by A.A.. It was noted a significant difference on the results for copper and lead when comparing both methods used for these elements. The methods showed a good accuracy, which was estimated on the variation coefficient on the 31 analysis of a same sample. For the regional geochemistry we re selected the following elements for the sediment analysis: copper, zinc, lead, nickel, cobalt, antimonium, iron and manganese, and for the follow-up copper, lead and zinc only. Molybdenum was not analysed because it wasn't detected in any sample during the orientative study. The dispersion of the trace target-elements is predominantly clastic near the source becoming more hydromorphic as the distance enlarges from the mineralized areas. The application of variance analysis was very useful on the selection of the ideal grain size, because it allowed to detect the differences among the analysed fractions and, afterwards, with the help of the Fisher LSD test (least significant difference), to determine which fraction smaller than 80 mesh to choose for the preparation of the samples on the further steps, based on geochemical dispersion, variance and contrast analysis studies. The dispersion investigations of the target metals conducted to the conclusion that the medium size deposits can be detected even if the stream sampled does not drain them direc

tly, since the sample station is downstream from the confluence of the tributary that drains them. Different paragenetic associations were found on the studied areas, mainly the high correlation between lead and zinc at Furnas and lead and antimonium at Barrinha. The exploration methodology used proved to be perfectly suitable to the area, accomplishing effectively the established goals. Finally, some considerations are made on the origin of the metallic sulphide deposits, mainly the lead-zinc on the Vale do Ribeira associated to the Açungui Group.

3 - INTRODUÇÃO

A alta potencialidade do Grupo Açungui, no que se refere a metais não ferrosos, mormente Pb, Cu e Zn, propiciou uma prospecção de âmbito regional em 11.000 km² do Vale do Ribeira. A área escolhida situa-se parte no estado de São Paulo e parte no estado do Paraná. Ocorrem dentro de seus limites não apenas rochas do Grupo Açungui, mas também granitos, intrusivas básicas, alcalinas e rochas sedimentares paleozóicas, além de coberturas recentes.

O Vale do Ribeira constitui-se numa província metalogenética de suma importância no contexto da economia brasileira, estando vinculada a ela várias minas de chumbo (Mina do Perau, Panelas, Barrinha, Furnas e Lajeado), cobre (Santa Blandina), etc., além de ocorrências de menor expressão, muitas das quais carecendo de um estudo mais detalhado.

O primeiro trabalho de prospecção geoquímica de caráter regional, com base em amostras de sedimentos aluvionares, foi ensejado pelo Projeto Sudelpa (W.ADDAS e C.A.G. da VINHA., 1975) embora restrito unicamente ao estado de São Paulo, trouxe subsídios, para que se executasse um estudo com maior detalhe nesta região.

Como um introito ao levantamento regional do Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira, foi executado um estudo de caráter orientativo em três áreas mineralizadas a chumbo, o bem mineral mais importante e de maior potencialidade no Vale do Ribeira e da subárea do Sudelpa, cujos dados foram retrabalhados pelo estudo orientativo. As três áreas foram selecionadas para trabalhos *in loco* visando uma melhor definição de parâmetros geoquímicos úteis para o levantamento regional e uma caracterização dos padrões de dispersão dos elementos - alvos a partir de zonas reconhecidamente mineralizadas.

Foram escolhidas e trabalhadas as seguintes áreas:

a) Furnas - Gruta de Santana, b) Barrinha-Cecrisa e c) Rio Caraça-Grande. Esta seleção foi norteada tendo em vista prin

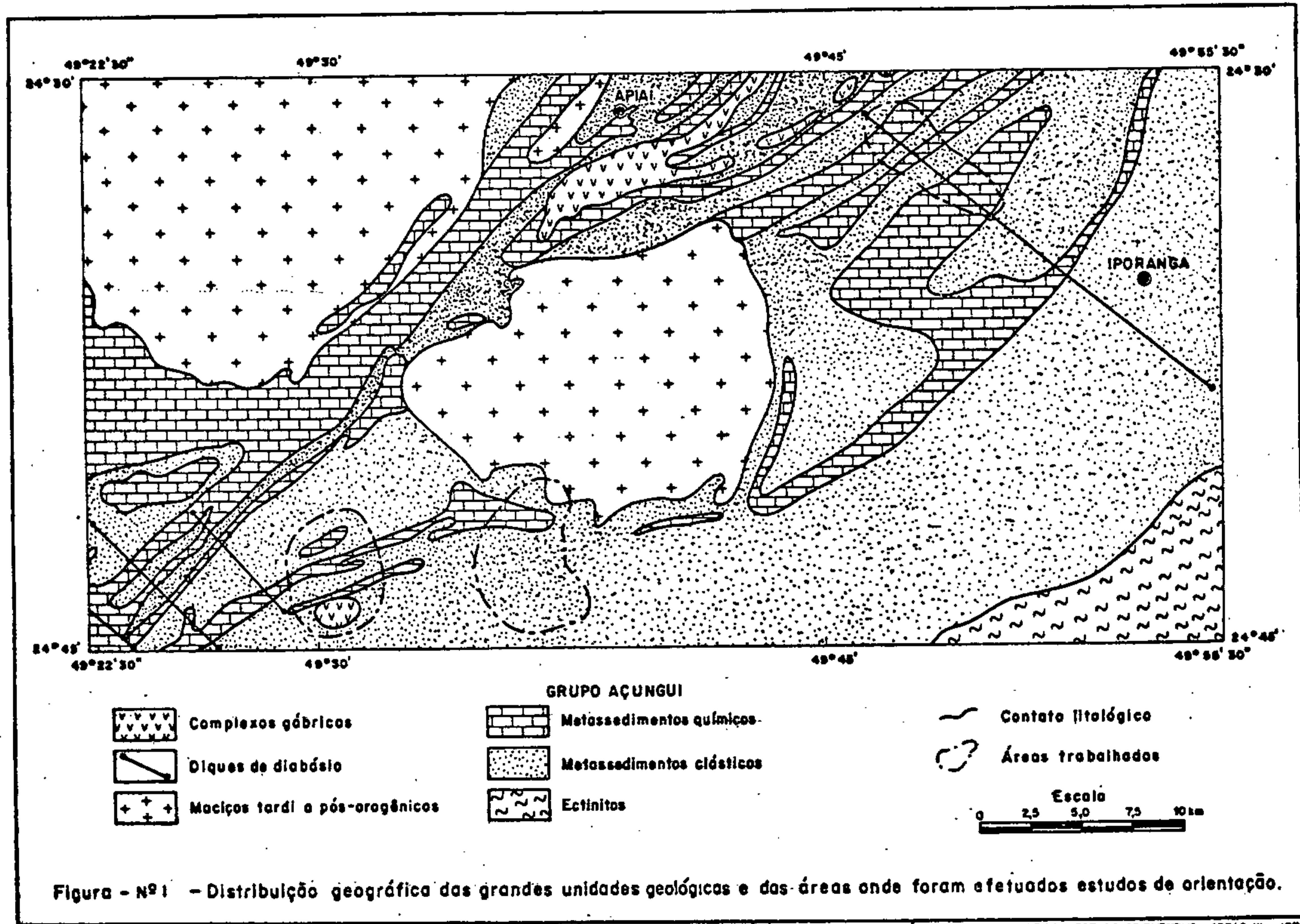
principalmente os tipos de mineralizações ocorrentes e a estratégica localização geográfica das mesmas.

4 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

O mapa da fig. 1 apresenta sucintamente os principais traços geológicos das áreas alvos e adjacências. Três grandes clãs podem ser segregados: 1) Os epimetamorfitos do Grupo Açungui; constituídos localmente por rochas ectiníticas, representadas por metassedimentos clásticos grosseiros e finos, com predominância destes últimos e assim distribuídos: metaconglomerados - aflorantes nas proximidades de Iporanga; meta-arenitos - ocorrendo ao longo da serra da Boa Vista; filitos e meta-argilitos - ocupando toda faixa ao sul do Ribeira e intercalados aos epicalcários e intrusivas; metassedimentos clasto-químicos (calco-filitos e epi-margas) - ocorrendo subsidiariamente aos metassedimentos químicos (epi-calcários, epi-dolomitos), com vasta distribuição areal, tendo maior expressão na faixa central da região em apreço. 2) Rochas graníticas tardi a pós-tectônicas ao evento Açungui. Estão aqui representadas pelo Complexo Granítico Itaóca, totalmente circunscrito e locado no centro da mesma. Este corpo apresenta-se muito diferenciado ocorrendo fácies tipicamente granítica ao lado de granodiorítica, sem considerar os vários xenólitos assimilados da encaixante, mas de pequena expressão areal. Outro corpo granítico de real importância é o Complexo Três Córregos que ocupa todo o canto NW da área, também muito diferenciado, mas já ostentando forma alongada, paralela às estruturas regionais. Os dois corpos ora descritos apresentam-se ricos em rochas porfiróides, constituídos por uma matriz cinza, quartzo diorítica a granodiorítica, nas quais estão inseridas quantidades variáveis de megacristais cinza claros ou rosados de microclina. Esta textura é mais comum no Três Córregos, embora não seja rara no Itaóca. Além destes dois corpos, na região estudada afloram ainda bossas e *stocks* como o Granito Apiaí e o Espírito Santo. 3) O terceiro grande clã é constituído pelas rochas intrusivas mesozóicas posicionadas na região durante a reativação Wealdniana. O corpo de maior expressão é o Complexo Gábrico de

Apiaí de forma alongada e acompanhando grosseiramente as paleo-estruturas herdadas do ciclo Brasileiro. Outro corpo gábrico é o pequeno *stock* José Fernandes de forma circular sem nenhuma associação com as estruturas remanescentes. Finalmente fazendo parte ainda deste clã, temos os diques de diabásio de direção NW ocorrendo a NE e SW do Maciço Itaóca. O de maior expressão é aquele existente ao longo do rio Beta-ri.

A disposição dos epimetamorfitos é NE-SW. A sequência estratigráfica do Açungui é predominantemente epizonal, com minerais índices que a caracterizam como tendo sofrido um metamorfismo de baixa pressão (J.M.V. COUTINHO, 1971). Faz parte do ciclo Brasileiro (1000 a 500 m.a.) faltando a sequência ofiolítica típica da fase de subsidência, sendo raro o material vulcânico da fase de diferenciação geossinclinal.



5 - TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

5.1 - Considerações preliminares

A campanha de amostragem geoquímica, do estudo orientativo, foi programada para correntes que drenassem direta ou indiretamente ocorrências minerais de interesse aos objetivos do projeto. Elaborou-se o seu planejamento em junho de 1976, após terem sido visitadas várias ocorrências de bens minerais cadastradas por projetos anteriores, recaindo a escolha sobre três áreas mineralizadas a chumbo, mas geneticamente diferentes.

A malha de amostragem, variou em função das características de cada área, tomando como principais condicionantes os seguintes: porte da ocorrência, grau de contaminação em razão de atividades humanas ali encetadas visando pesquisa ou mesmo lavra de minério; tamanho das drenagens, variação litológica, etc.

A escolha das áreas para os trabalhos de orientação obedeceu ainda a variáveis como presença de vias de acesso, ausência de possíveis fontes de contaminação externa (fios de alta tensão, agricultura sofisticada, centros urbanos, fábricas, etc).

O planejamento foi realizado sobre mapas planialtimétricos (1:10000) do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica).

5.2 - Métodos de amostragem

Na amostragem das aluviões fluviais foi colhido apenas o material situado no leito ativo da corrente, abaixo do nível d'água e, de preferência depositado na calha da drenagem. A aluvião era amostrada em vários pontos (amostragem composta), numa distância total variável entre 20m e 30m, minimizando-se, assim, a possibilidade de coleta de sedimentos inadequados ou não representativos da drenagem em estudo.

No caso dos sedimentos de corrente buscou-se coletar apenas material de grã fina (areia, silte e argila) evitando a presença de cascalho. Em alguns casos na mesma estação de coleta foi amostrado esse tipo de material no todo e separadamente, isto é, areia e silte-argila. O sedimento era colhido com as mãos e colocado numa bacia plástica, misturado e quarteado, sendo parte embalada em um saco plástico e o restante desprezado.

Em determinadas estações, amostraram-se também concentrado de bateia, colhendo-se a mesma aluvião. A separação da fração pesada foi executada com bateias de madeira, e dependendo da quantidade de minerais pesados presentes, trabalharam-se volumes de 12 e 14 litros de sedimentos.

As amostras de solo foram coletadas em estações situadas nas proximidades de uma das ocorrências estudadas e, em cada perfil coletaram-se duas amostras, sendo uma proveniente do horizonte B e a outro do C.

Em cada estação de coleta foram preenchidas as fichas de campo - Amostra Geoquímica, padronizadas pela CPRM, que são constituídas por informações de localização, geológicas, topográficas, sedimentológicas e analíticas (foram tomadas unicamente medidas de pH das águas).

Os dados referentes aos materiais e meios amostrados, que consistiram principalmente de aluviões, tais como profundidade de amostragem, textura do sedimento, largura e profundidade dos riachos, velocidade da corrente, cor, turbidez e nível d'água, resultaram de estimativas visuais realizadas na própria estação.

Os valores de pH das drenagens foram obtidos por comparação entre a cor do papel indicador após a imersão na corrente e o padrão fornecido pelo fabricante.

Para facilitar a recuperação seletiva dos dados arquivados, através de computador, foi atribuída uma codificação alfa-numérica no campo destinado a este fim da ficha de

campo.

5.3 - Amostragem

Cerca de 62 amostras de sedimento de corrente, seis de concentrado de bateia, quatro de solo e três de rocha foram coletadas e analisadas.

Como já foi salientado anteriormente, três foram as áreas selecionadas e trabalhadas pelo estudo "orientativo", a saber:

- a) Furnas - Gruta de Santana: b) Barrinha-Cecrisa e c) Rio Caraça Grande.

A tabela I mostra a distribuição da amostragem e o material coletado nessas áreas:

TABELA I - Materiais e quantidades de amostras coletadas nas três áreas escolhidas.

MC \ ÁREA	S	C	L	R
Furnas-Gruta de Santana	19	5	-	-
Barrinha-Cecrisa	13	-	-	-
Rio Caraça-Grande	30	1	4	3
T o t a l	62	6	4	3

MC = Material coletado

S = Sedimento de corrente

C = Concentrado de bateia

L = Solo

R = Rocha

6 - TÉCNICA ANALÍTICA

6.1 - Preparação das amostras

As diversas tarefas relacionadas à preparação das amostras de sedimentos de corrente, concentrado de bateia e solo, foram executadas, em sua maior parte no laboratório instalado na SUREG-SP e complementados no LAMIN. As amostras de sedimento de corrente e solo foram secadas em estufa (a 80°C), desagregadas e peneiradas nas granulometrias inferior a 32 mesh, inferior a 80 mesh e inferior a 150 mesh, enquanto que os concentrados de bateia sofreram apenas uma secagem e pesagem em balança de precisão. Já as amostras de rocha, constituídas em geral por diversos fragmentos foram remetidas *in natura* ao LAMIN. A complementação desta preparação foi executada no LAMIN e consistiu na pulverização de todas as amostras a granulometria inferior a 150 mesh.

6.2 - Análises

As amostras coletadas nas três áreas alvos foram analisadas para cobre, chumbo, zinco, molibdênio, ferro, manganês e antimônio. Nas determinações de cobre, chumbo, zinco, ferro e manganês elas foram digeridas com HNO₃ concentrado a quente, enquanto que para o molibdênio o foram com HNO₃ e HCl à quente (90°C). A dosagem foi feita em um espectrofotômetro de absorção atômica da *Perkin Elmer*. Na determinação do antimônio a amostra foi digerida com piro-sulfato de potássio e analisada por colorimetria.

Os detalhes desses métodos analíticos não serão abordados no presente relatório, pois, os mesmos seguem procedimentos normalmente adotados pelo LAMIN. A avaliação desses métodos será discutida em capítulos específicos.

TABELA II - COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS ANALÍTICOS - ABSORÇÃO ATÔMICA (A.A)/ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (S)
COBRE

Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S
JR-48	5		7	IP-344	15		10	AM-124	5		15	IP-404	10		10	IP-611	5		7
JR-49	5		5	IP-351	30		20	AM-125	5		10	IP-406	5		10	IP-624	5		7
JR-60	10		7	IP-352	10		5	AM-126	10		10	IP-407	5		5	IP-634	30		20
JR-70	10		5	JR-117	15		10	AM-128	10		20	IP-408	10		20	IP-638	20		10
JR-79	25		30	JR-118	10		10	AM-133	5		5	IP-411	10		20	AM-228	30		30
IP-67	5		7	JR-121	5		5	AM-134	10		10	IP-435	90		200	AM-229	25		30
IP-68	5		5	JR-128	5		5	AM-135	5		5	IP-438	90		200	AM-231	25		30
IP-69	5		5	JR-129	5		5	AM-136	5		5	IP-441	60		100	AM-234	15		20
IP-70	5		5	JR-132	5	*		AM-137	10		20	IP-442	20		30	AM-235	20		20
IP-71	5		5	JR-133	5	*		AM-140	5		5	IP-464	40		70	JR-317	45		30
IP-85	10		7	JR-135	5		5	AM-150	10		7	IP-474	35		70	JR-318	25		20
IP-104	10		7	JR-136	10		5	AM-154	5		5	IP-476	30		70	JR-319	65		70
IP-105	5		5	JR-137	5		5	AM-155	5		15	IP-477	25		50	JR-320	25		20
IP-129	25	*		JR-138	5		5	JR-153	20		15	IP-480	40		100	JR-325	20		20
IP-155	5		5	JR-148	5	*		JR-155	5		5	IP-481	40		70	JR-326	25		30
IP-177	5		5	IP-353	5	*		JR-156	5		5	IP-492	10		20	JR-329	20		20
IP-181	5		5	IP-354	5	*		JR-158	5		5	IP-403a	5		5	AM-226	20		20
IP-198	5	*		IP-355	5	*		JR-159	5		5	IP-407a	10		5	AM-227	25		30
IP-200	5		5	IP-357	10		5	JR-160	5		5	IP-493	5		5	AM-280	10		10
IP-208	5		5	IP-358	10		5	JR-162	10		5	JR-238	35		30	PB-223	20		20
IP-210	15		10	IP-359	10		5	JR-167	5		10	JR-240	25		50	PB-224	20		20
IP-215	5	*		IP-360	20		50	JR-168	5		5	JR-245	55		50	PB-230	25		30
IP-216	5	*		IP-363	30		30	JR-173	5		5	JR-246	55		50	JR-415	100		70
IP-224	5		5	IP-364	30		5	JR-174	5		5	JR-248	50		50	JR-432	35		20
IP-225	5	*		IP-366	5		5	JR-175	5		5	JR-251	60		50	JR-433	5		5
IP-230	5	*		IP-367	10		5	JR-176	5		5	JR-253	40		50	JR-434	120		100
IP-239	5		5	IP-368	5		5	JR-177	5		5	JR-256	55		50	JR-435	110		100
IP-251	15		15	IP-369	5		5	JR-179	15		15	JR-257	35		30	JR-436	10		5
IP-252	15		15	IP-371	5		5	JR-182	5		5	JR-268	40		50	JR-439	20		30
IP-257	5		5	IP-372	5		7	JR-183	15		10	JR-269	30		30	JR-440	40		50
JR-081	25	*		IP-374	5		5	JR-196	20		20	JR-274	30		30	JR-442	70		70
JR-089	25	*		IP-376	10		5	JR-198	10		5	JR-277	75		70	JR-450	40		30
JR-090	25		10	IP-377	5		10	JR-203	25		30	JR-278	60		70	JR-453	15		10
JR-103	5	*		IP-378	5		5	JR-213	35		50	JR-289	85		15	JR-454	5		10
JR-106	10		10	IP-380	5		5	JR-216	20		15	JR-290	60		70	IP-647	10		10
JR-109	30		20	IP-381	5		5	JR-218	55		50	JR-298	30		30	IP-650	15		10
JR-111	10		10	IP-384	5		5	JR-219	70		100	JR-306	40		50	IP-659	45		20
JR-112	5		5	IP-386	5		5	JR-223	65		100	JR-307	40		50	IP-661	35		50
JR-113	5		5	IP-387	5		5	JR-225	95		150	IP-409	40		50	IP-689	90		100
JR-114	10		10	IP-388	10		5	JR-226	15		20	IP-482	85		70	IP-691	40		50
JR-115	5		5	IP-389	5		5	JR-227	20		30	IP-483	55		70	IP-695	40		20
JR-116	5		5	FB-098	5		5	JR-228	35		50	IP-496	25		50	IP-696	60		50
IP-294	5		5	FB-100	10		7	JR-231	55		70	IP-504	30		50	IP-699	35		20
IP-303	5		5	FB-102	15		15	JR-232	35		50	IP-505	30		70	IP-700	70		70
IP-310	10		5	FB-109	5		5	JR-235	45		70	IP-508	95		70	IP-702	55		50
IP-311	10		5	FB-110	5		5	JR-236	30		20	IP-512	20		20	IP-704	75		100
IP-313	5		5	FB-111	5		7	JR-237	25		50	IP-513	35		50	IP-705	45		70
IP-314	5		5	FB-113	5		5	IP-393	35		50	IP-525	40		50	IP-706	65		70
IP-316	5		5	FB-114	5		7	IP-394	5		20	IP-558	10		5	IP-711	15		50
IP-317	5		5	FB-115	5		7	IP-395	10		10	IP-559	5		5	IP-712	50		70
IP-318	15		10	FB-116	10		10	IP-396	5		5	IP-560	5		30	IP-713	15		50
IP-319	25		20	FB-118	5		10	IP-399	15		10	IP-563	15		20	IP-714	65		100
IP-336	5		5	FB-125	10		20	IP-400	10		10	IP-564	10		5	JD-867	10		30
IP-338	10		10	FB-127	5		10	IP-401	10		20	IP-566	30		70	JD-868	10		20
IP-339	25		30	AM-117	5		10	IP-402	10		10	IP-607	30		20	JD-868a	10		20
IP-342	5		5	AM-123	10		7	IP-403	10		10	IP-608	40		50				

* - INTERFERÊNCIA NA ANÁLISE

TABELA III - COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS ANALÍTICOS-ABSORÇÃO ATÔMICA(A.A)/ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO(S)

CHUMBO

Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S	Nº de CAMPO	A	A	S
JR-48	5		30	IP-344	20		30	AM-124	5		10	IP-404	25		50	IP-611	10		20
JR-49	5		30	IP-351	10		20	AM-125	5		10	IP-406	10		30	IP-624	15		15
JR-60	10		20	IP-352	15		50	AM-126	5		10	IP-407	5		30	IP-634	130		70
JR-70	5		30	JR-117	15		50	AM-128	5		10	IP-408	10		70	IP-638	35		30
JR-79	15		30	JR-118	5		20	AM-133	5		20	IP-411	10		50	AM-228	10		10
IP-67	5		15	JR-121	5		30	AM-134	10		20	IP-435	5		10	AM-229	10		10
IP-68	5		30	JR-128	15		30	AM-135	5		30	IP-438	15		30	AM-231	10		30
IP-69	5		15	JR-129	10		30	AM-136	5		10	IP-441	10		50	AM-234	5		20
IP-70	10		30	JR-132	10		30	AM-137	5		20	IP-442	45		150	AM-235	10		15
IP-71	5		30	JR-133	10		30	AM-140	10		10	IP-464	15		30	JR-317	25		50
IP-85	10		20	JR-135	10		30	AM-150	5		10	IP-474	35		150	JR-318	20		50
IP-104	5		15	JR-136	10		30	AM-154	5		30	IP-476	35		70	JR-319	25		30
IP-105	5		10	JR-137	5		20	AM-155	10		50	IP-477	25		70	JR-320	20		50
IP-129	10		20	JR-138	5		30	JR-153	15		20	IP-480	10		10	JR-325	20		30
IP-155	10		50	JR-148	10		30	JR-155	5		20	IP-481	50		100	JR-326	20		30
IP-177	10		50	IP-353	10		30	JR-156	5		30	IP-492	10		30	JR-329	20		30
IP-181	10		50	IP-354	10		30	JR-158	10		20	IP-403a	10		15	AM-226	15		50
IP-198	10		70	IP-355	35		50	JR-159	5		30	IP-407a	5		10	AM-227	20		20
IP-200	10		50	IP-357	15		30	JR-160	10		30	IP-493	10		20	AM-280	10		15
IP-208	15		50	IP-358	10		30	JR-162	10		20	JR-238	25		30	FB-223	10		30
IP-210	10		10	IP-359	15		30	JR-167	10		30	JR-240	20		30	FB-224	10		30
IP-215	10		70	IP-360	15		30	JR-168	10		30	JR-245	20		30	FB-230	10		30
IP-216	5		20	IP-363	15		30	JR-173	5		10	JR-246	30		20	JR-415	50		70
IP-224	15		50	IP-364	10		20	JR-174	10		30	JR-248	25		20	JR-432	25		20
IP-225	10		50	IP-366	10		30	JR-175	10		20	JR-251	35		30	JR-433	20		20
IP-230	5		50	IP-367	10		20	JR-176	5		30	JR-253	25		20	JR-434	10		10
IP-239	10		70	IP-368	5		20	JR-177	5		30	JR-256	60		50	JR-435	15		15
IP-251	10		30	IP-369	10		20	JR-179	10		15	JR-257	10		10	JR-436	15		15
IP-252	10		30	IP-371	10		20	JR-182	10		30	JR-268	5		10	JR-439	25		20
IP-257	5		50	IP-372	15		30	JR-183	25		30	JR-269	10		10	JR-440	190		200
JR-081	15		30	IP-374	10		20	JR-196	10		10	JR-274	20		20	JR-442	20		20
JR-089	10		20	IP-376	10		20	JR-198	10		30	JR-277	20		20	JR-450	90		50
JR-090	10		15	IP-377	5		20	JR-203	5		10	JR-278	25		30	JR-453	20		20
JR-103	10		70	IP-378	10		20	JR-213	15		20	JR-289	20		30	JR-454	5		20
JR-106	10		50	IP-380	65		150	JR-216	10		10	JR-290	25		30	IP-647	15		15
JR-109	10		20	IP-381	70		100	JR-218	20		20	JR-298	25		50	IP-650	30		30
JR-111	10		50	IP-384	10		30	JR-219	55		50	JR-306	25		30	IP-659	30		20
JR-112	5		30	IP-386	10		20	JR-223	45		50	JR-307	30		30	IP-661	20		15
JR-113	10		50	IP-387	10		20	JR-225	10		20	IP-409	15		30	IP-689	10		10
JR-114	10		30	IP-388	15		20	JR-226	10		30	IP-482	10		20	IP-691	10		10
JR-115	10		50	IP-389	30		50	JR-227	20		30	IP-483	20		20	IP-695	15		15
JR-116	10		70	FB-090	10		30	JR-228	15		50	IP-496	10		20	IP-696	25		20
IP-294	10		30	FB-100	10		30	JR-231	15		50	IP-504	40		50	IP-699	20		15
IP-303	5		20	FB-102	15		30	JR-232	15		30	IP-505	40		150	IP-700	25		20
IP-310	10		30	FB-109	10		30	JR-235	130		150	IP-508	280		150	IP-702	20		10
IP-311	10		70	FB-110	10		50	JR-236	20		20	IP-512	10		20	IP-704	40		70
IP-313	10		50	FB-111	10		50	JR-237	20		20	IP-513	35		50	IP-705	20		30
IP-314	10		50	FB-113	10		20	IP-393	25		50	IP-525	25		20	IP-706	15		20
IP-316	10		50	FB-114	15		30	IP-394	15		30	IP-558	20		30	IP-711	10		30
IP-317	10		50	FB-115	5		30	IP-395	15		30	IP-559	20		30	IP-712	15		30
IP-318	10		30	FB-116	10		30	IP-396	10		30	IP-560	25		50	IP-713	15		50
IP-319	15		20	FB-118	10		30	IP-399	10		30	IP-563	10		15	IP-714	15		30
IP-336	10		50	FB-125	10		30	IP-400	15		50	IP-564	15		20	JD-867	15		100
IP-338	10		50	FB-127	10		30	IP-401	5		30	IP-566	110		70	JD-868	15		50
IP-339	15		50	AM-117	5		10	IP-402	15		30	IP-607	110		20	JD-868a	10		50
IP-342	15		30	AM-123	5		10	IP-403	20		30	IP-608	55		50				

7 - AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS ANALÍTICOS

7.1 - Comparação entre a espectrografia semi-quantitativa e a espectrofotometria de absorção atômica

Um meio de comparar esses métodos é através da verificação das diferenças entre a análise efetuada pelo Projeto Sudelpa (espectrografia de emissão semi-quantitativa) com a reanálise das mesmas amostras pelo Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira.

As tabelas II e III mostram os resultados analíticos das amostras do Projeto Sudelpa, reanalisadas por absorção atômica, ao lado dos resultados obtidos daquele projeto por espectrografia.

A verificação da existência de diferença significativa entre esses dois métodos analíticos, pode ser feita pela aplicação da "estatística t" para pares de observações que em síntese é o seguinte: a) É dado um conjunto de observações emparelhadas, provenientes de duas populações normais caracterizadas por médias μ_1 e μ_2 . b) Calcula-se as diferenças entre os pares correspondentes (D_i), a média (\bar{D}), o desvio (S_D) dessa diferença. c) O t será obtido pelo quociente da média da diferença, pelo desvio com divisor igual a raiz quadrada do número de observações, ou seja: $t = \frac{\bar{D}}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$

que é caracterizada por n-1 graus de liberdade (gl), sendo empregado para testar a hipótese: $H_0 = \mu_1 - \mu_2$.

7.1.1 - Cobre

Para o cobre foram considerados 264 valores definidos nos dois métodos de análise, apresentando a distribuição t de Student o valor de $t = -2,57$ para 263 graus de liberdade (gl) no nível de significância de 5%. O t tabulado para o mesmo grau de liberdade e nível de significância é de -1,645. Isto significa a rejeição da hipótese, pois o

t calculado não se encontra na região de aceitação da distribuição testada. Conclui-se a partir destes dados pela existência de diferença significativa no nível de 5% de confiança entre o cobre analisado por espectrografia de emissão e o cobre analisado pelo método espectrofotométrico de absorção atômica.

7.1.2 - Chumbo

Para a comparação dos resultados de chumbo, utilizaram-se 279 valores de cada método analítico. O t tabulado ao nível de significância de 5% e 278 graus de liberdade foi de -1,645, sendo que o t calculado no mesmo nível de significância é de -12,18, caindo na região de rejeição do gráfico de distribuição de *Student*. Constatou-se desse modo, significativa diferença ao nível de confiança de 5% nos dois métodos de análise para a dosagem do chumbo.

7.2 - Precisão dos resultados analíticos (método rápido espectrofotometria de absorção atômica).

A precisão refere-se à repetibilidade de uma medida. Quanto mais preciso for o método, mais os resultados se agruparão em torno da média.

Uma boa técnica de avaliação da precisão de um método analítico, é através da verificação da disposição dos valores em relação a média. Ela é estimada pelo desvio padrão ou desvio geométrico (caso a distribuição seja log-normal) do erro da distribuição. Esta distribuição foi obtida pela análise de uma série de exemplares conseguida de uma única amostra.

Cerca de 31 réplicas, oriundas da mesma amostra, foram analisadas em épocas diferentes durante o desenvolvimento da amostragem regional (tabela IV).

O coeficiente de variação é mais informativo do que o desvio padrão (ou geométrico). Quanto mais baixo for

TABELA IV - RESULTADOS ANALÍTICOS DE UMA ÚNICA AMOSTRA ANALISADA 31 VEZES PARA Cu, Pb, Zn, Co, Ni, Fe e Mn, POR AA

Número de Laboratório	Número de Campo	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Fe	Mn
		PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
IAE-614	AG-47A	27	16	60	14	20	3,3	1400
IAE-664	AG-93A	29	15	60	14	23	3,3	1400
IAE-729	FA-47B	29	14	55	10	21	3,3	1400
IAE-760	FA-76A	28	14	60	13	20	3,3	1400
IAE-815	TB-47A	27	15	60	10	21	3,1	1400
IAE-865	TB-92A	28	15	60	14	23	3,5	1400
IAE-914	VA-47A	30	15	65	13	22	3,5	1500
IAE-935	VA-66A	29	13	65	12	22	3,5	1500
IAE-971	AG-130A	30	19	60	18	22	3,7	1600
IAF-012	AG-162A	26	17	55	14	19	2,9	1400
IAF-049	FA-114A	28	20	60	20	21	3,3	1500
IAF-094	TB-115A	29	20	55	16	21	3,3	1400
IAF-197	VA-119A	26	17	55	21	22	3,4	1400
IAF-265	PP-30A	29	17	60	20	22	3,1	1400
IAF-307	AM-42A	30	19	65	18	24	3,2	1200
IAF-437	AG-223A	29	21	55	18	21	3,4	1500
IAF-517	AM-77A	27	19	60	18	21	3,3	1400
IAF-530	FA-173A	27	18	60	18	22	3,4	1400
IAF-580	FA-216A	25	16	55	18	19	3,0	1300
IAF-656	PP-86A	27	20	55	20	22	3,5	1400
IAF-727	PP-150A	28	20	60	19	22	3,5	1400
IAF-758	TB-184A	26	18	55	20	21	3,6	1400
IAF-808	TB-229A	27	18	60	21	22	3,7	1500
IAF-811	TB-231A	26	18	60	18	21	3,2	1400
IAF-850	TB-267	28	19	60	21	21	3,4	1400
IAF-851	TB-268	28	20	60	21	21	3,5	1400
IAF-852	TB-269	28	19	60	20	22	3,4	1400
IAF-853	TB-270	28	19	60	20	23	3,3	1400
IAF-892	TB-305A	27	17	60	19	20	3,5	1400
IAF-951	VA-179A	26	20	60	20	21	3,4	1400
IAG-070	TB-332A	26	20	60	19	18	3,2	1400

o coeficiente de variação, menor será o erro da distribuição e, portanto, mais preciso será o método.

As 31 réplicas sofreram um tratamento estatístico, cujos resultados são mostrados na tabela V.

A precisão é definida pelo coeficiente de variação que pode ser multiplicado por 100 para expressar o erro da distribuição em relação ao valor médio, em porcentagem.

O método analítico utilizado mostrou-se muito preciso na análise dos seguintes elementos traços: Cu - erro de apenas 1,5%, zinco de 1,2%, manganês de 0,7% e níquel 2,0%. Já para o chumbo, cobalto e ferro a precisão não foi tão boa, detectando-se respectivamente os seguintes erros de distribuição 4,5%, 7,6% e 4,6%.

O exame da tabela IV revela para os elementos chumbo e cobalto a existência de dois conjuntos de dados, um constituído pelas oito primeiras análises e outro pelas 23 últimas. No caso do chumbo a média geométrica das oito primeiras é 14,60, com um desvio geométrico de 1,07 e coeficiente de variação de 0,023. O erro de distribuição desta primeira série de dados é de 2,3%. Para as 23 últimas análises os parâmetros estatísticos obtidos foram os seguintes: média geométrica 18,69, desvio geométrico 1,07 e coeficiente de variação 0,024, com um erro de distribuição da ordem de 2,4%. Comparando as duas médias verifica-se que nas 23 últimas análises houve um acréscimo médio de 4,0ppm na dosagem do chumbo, mas a precisão do método foi mantida constante quer nas primeiras, quer nas últimas análises, pois, o desvio foi praticamente o mesmo, assim como o erro da distribuição.

Embora a precisão tenha-se mantido, ocorreu uma variabilidade na exatidão ou acurácia do método analítico após as oito primeiras análises, além dos resultados terem sofrido um acréscimo 4,0 ppm nas 23 últimas análises, eles vieram qualificados indicando interferência na leitura.

TABELA V - SUMÁRIO DO TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE 31
 RÉPLICAS ANALISADAS POR ABSORÇÃO ATÔMI
 CA - DISTRIBUIÇÃO SUPOSTA LOGNORMAL

ELEMENTO	MÉDIA GEOMÉTRICA	DG	CV	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO	
				K-S* 5%	K-S* 1%
COBRE	27,645	1,050	0,015	aceita	aceita
CHUMBO	17,538	1,138	0,045	aceita	aceita
ZINCO	59,124	1,051	0,012	rejeita	aceita
COBALTO	16,963	1,242	0,076	aceita	aceita
NIQUEL	21,253	1,063	0,020	aceita	aceita
FERRO	3,350	1,057	0,046	aceita	aceita
MANGANÉS	1414,490	1,050	0,007	rejeita	aceita

* K-S - Kolmogorov-Smirnov

DG - Desvio Geométrico

CV - Coeficiente de Variação

A interferência observada na leitura e a consequente elevação do teor de chumbo nas 23 últimas análises, foi em razão do aparelho de espectrofotometria de absorção atômica ter ficado sem corretor de deutério a partir de da do momento.

Os mesmos fatos relatados para o chumbo ocorreram com o cobalto, cujos parâmetros estatísticos obtidos estão na tabela VI.

TABELA VI - Parâmetros estatísticos de 31 réplicas, analisadas para cobalto por AA, tratadas conjuntamente e em dois grupos: um constituído somente pelos dados definidos e outros pelos dados qualificados devido a interferência.

Réplicas	Média Geométrica	Desvio Geométrico	Coef. de Variação	Erro de <u>Dis</u> tribuição.
Todas	16,963	1,242	0,076	7,6%
oito <u>defi</u> nidas	12,390	1,153	0,056	5,6%
23 <u>quali</u> -ficadas	18,920	1,103	0,025	3,25%

Da mesma forma que para o chumbo, os resultados para cobalto sofreram um acréscimo nas 23 últimas análises.

A exatidão do método analítico sofreu uma variação de mais de 50%. Já a precisão não teve variação significativa, sendo considerada boa desde que os resultados sejam tratados separadamente, conforme se observa na tabela VI.

Finalmente para o caso do ferro, a precisão do método analítico é menor que para os outros elementos anali-

sados, possivelmente em razão de seu teor ser mais elevado, o que provocou uma dosagem menos sensível.

8 - ESCOLHA DA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA IDEAL

8.1 - Considerações preliminares

Com o objetivo de selecionar a fração granulométrica ideal para efeito de submissão às análises geoquímicas da fase regional do projeto, todas as amostras do estudo orientativo foram preparadas em três granulometrias a saber: a mais grosseira constituída pela fração inferior a 32 mesh; a média por fragmentos menores que 80 mesh e a de grã fina inferior a 150 mesh.

Não foram utilizadas frações entre granulometrias limites, porque durante a etapa regional as amostras seriam (como realmente o foram) preparadas abaixo da rede escolhida e não entre duas redes.

Foram aplicados testes de análise de variância, a fim de verificar se havia diferença significativa nos teores dos elementos alvos oriundos das três frações analisadas.

Para os casos em que o teste acusou diferença significativa entre eles, aplicamos o teste de Fisher da mínima diferença significativa LSD (*least significant difference*).

Os resultados analíticos obtidos das três frações, foram úteis também no estudo da dispersão dos elementos, corroborando na pesquisa do ambiente geoclimático local.

8.2 - Dispersão dos elementos alvos

Na tabela VII é apresentada a variação dos teores dos elementos cobre, chumbo e zinco analisados nas frações inferiores respectivamente a 80 e 32 mesh. Estes resultados analíticos originaram-se de amostras coletadas pelo antigo Projeto Sudelpa e preparadas nessas frações a partir das réplicas arquivadas na SUREG/SP.

TABELA VII - AMOSTRAS ANALISADAS POR AA PARA COBRE, CHUMBO e ZINCO EM DUAS GRANULOMETRIAS (INFERIOR a 32 MESH e INFERIOR a 80 MESH) COM RESULTADOS EM PPM.

NÚMERO DE CAMPO	COBRE		CHUMBO		ZINCO		Tipo litológico drenado
	-80 mesh	-32 mesh	-80 mesh	-32 mesh	-80 mesh	-32 mesh	
IP-68	5	L	5	L	20	15	Granito
IP-69	5	L	5	L	15	10	Granito
IP-70	L	L	10	L	30	10	Granito
IP-155	5	5	10	5	30	20	Granito
IP-161	L	L	10	5	25	20	Granito
IP-198	5	L	10	5	25	15	Granito
IP-200	5	5	10	10	25	20	Granito
IP-208	5	L	15	5	45	20	Granito
IP-210	15	L	10	5	30	15	Açungui
IP-224	5	5	15	10	50	30	Granito
IP-225	L	L	10	5	35	20	Granito
IP-230	L	L	5	5	35	15	Granito
IP-239	5	L	10	5	40	15	Granito
IP-251	15	5	10	5	40	25	Granito
IP-252	15	5	10	5	60	30	Granito
IP-257	5	5	5	L	30	20	Granito
JR-116	5	L	10	L	35	15	Granito
IP-313	5	L	10	L	30	10	Granito
IP-314	5	5	10	5	15	15	Granito
IP-318	15	5	10	L	55	20	Granito
JR-136	10	5	10	5	50	35	Granito
IP-358	10	5	10	5	35	15	Granito
IP-359	10	5	15	10	50	35	Granito
IP-368	20	10	15	5	55	25	Granito
IP-381	5	L	20	40	55	30	Granito
FR-114	5	L	15	15	55	30	Granito
AM-55	5	5	10	5	50	20	Granito
JR-156	5	5	5	L	20	10	Granito
JR-168	5	L	10	10	20	10	Granito
JR-182	5	5	10	10	25	20	Granito
JR-183	15	15	25	25	45	35	Açungui
JR-219	20	45	55	35	160	110	Açungui
JR-235	45	15	130	50	150	45	Açungui
IP-393	35	30	25	30	70	60	Açungui
IP-400	10	5	15	10	50	25	Granito
JR-408	10	5	10	5	80	25	Açungui Indiferenciado
IP-435	90	30	5	L	25	25	Aluviões recentes
IP-438	90	55	15	5	130	85	Aluviões recentes
IP-441	60	40	10	5	85	55	Gabro
IP-442	20	30	45	60	40	45	Granito
IP-474	35	45	35	40	55	45	Metassedimentos Clásticos
IP-476	30	45	35	25	75	95	Metassedimentos Químicos
IP-477	25	30	25	35	25	80	Metassedimentos Clásticos
IP-480	40	45	10	5	50	40	Metassedimentos Químicos
IP-481	40	25	50	45	85	55	Metassedimentos Clásticos
JR-240	25	20	20	20	80	65	Metassedimentos Clásticos
JR-251	60	55	35	35	120	120	Metassedimentos Clásticos
JR-256	55	55	60	65	160	160	Metassedimentos Clásticos
JR-277	25	65	20	20	70	20	Metassedimentos Clásticos
JR-289	85	20	20	20	100	85	Metassedimentos Clásticos
JR-290	60	50	25	25	90	85	Metassedimentos Clásticos
JR-298	30	15	25	20	90	50	Metassedimentos Clásticos
IP-482	85	25	10	5	55	50	Metassedimentos Clásticos
IP-483	55	25	20	20	70	85	Metassedimentos Químicos
IP-504	30	30	40	30	70	75	Metassedimentos Clásticos
IP-505	30	30	40	45	85	75	Metassedimentos Clásticos
IP-508	95	95	280	190	270	190	Metassedimentos Clásticos
IP-560	5	15	25	10	45	25	Intrusivas Graníticas
IP-608	40	20	55	20	70	40	Metassedimentos Clásticos
IP-634	30	15	130	60	50	25	Metassedimentos Clásticos
JR-317	45	20	25	35	100	130	Metassedimentos Clásticos
JR-319	65	85	25	30	120	130	Metassedimentos Clásticos
FR-230	25	5	10	5	60	25	Almagreiros
JR-415	100	65	50	45	110	95	Granito
JR-433	5	L	20	10	50	35	Granito
JR-434	120	110	10	10	95	90	Metassedimentos Clásticos
JR-435	110	95	15	15	140	130	Metassedimentos Clásticos
JR-440	40	35	190	220	160	170	Metassedimentos Clásticos
JR-442	70	55	20	20	95	75	Metassedimentos Clásticos
IP-661	35	20	20	10	70	55	Intrusivas Graníticas
IP-689	90	60	10	L	90	65	Metassedimentos Clásticos
IP-691	40	20	10	L	70	35	Metassedimentos Clásticos
IP-700	20	25	25	25	120	140	Metassedimentos Clásticos
IP-704	25	65	40	45	95	85	Metassedimentos Clásticos
IP-705	45	40	20	20	90	85	Metassedimentos Clásticos
IP-711	15	18	18	5	80	75	Granito
IP-713	50	35	15	10	80	60	Granito
IP-717	15	5	15	5	100	50	Granito
IP-714	65	50	15	15	90	80	Granito

L - Inferior ao limite de detecção do método

Os resultados tabelados revelam nitidamente a predominância de valores mais elevados na fração mais fina.

Esta tendência de concentrações mais elevadas observadas nos sedimentos de grã mais fina, independe do tipo litológico drenado. A tabela VII mostra ainda uma persistência de valores mais altos na fração inferior a 80 mesh, tanto em sedimentos oriundos de granito, como naqueles provenientes de metamorfitos do Grupo Açungui.

O comportamento acima descrito reflete uma predominância de dispersão hidromórfica sobre a clástica.

O pH ácido, variou na maioria das estações entre 5,0 e 5,7, criando condições para a movimentação de muitos metais em solução. Esta acidez pode ser consequência da alta pluviosidade reinante na região, favorecendo o estabelecimento de exuberante e fechada floresta subtropical, propiciando ainda o desenvolvimento de espesso horizonte orgânico que se alastra superficialmente cobrindo extensas áreas do projeto.

O ambiente geoquímico que então se estabeleceu, foi palco, do transporte desses metais em solução e sob a forma de colóides em suspensão.

Esses metais tornam-se insolúveis a medida que os suspensóides precipitam-se, pela diminuição da velocidade da corrente, depositando-os nas aluviões, sorvidos nos argilominerais. Eles são ainda coprecipitados com os óxidos hidratados de ferro e manganês.

Por outro lado não podemos ignorar o transporte mecânico, porque a fração inferior a 80 mesh contém ainda muito material siltico.

A tabela VIII por sua vez, já mostra valores mais elevados na fração mais grosseira, denunciando uma predominância de dispersão clástica sobre a hidromórfica, no entanto este predomínio não é tão marcante quanto o revelado pela tabela VII.

TABELA VIII — ÁREA DO RIO CARAÇA GRANDE - SEDIMENTO DE CORRENTE - AMOSTRAS COLETADAS E RESULTADOS ANALÍTICOS

NÚMERO DA AMOSTRA	SITUAÇÃO DA ESTAÇÃO DE COLETA	COBRE (ppm)			CHUMBO (ppm)			ZINCO (ppm)			ANTIMÔNIO (ppm)			FERRO (%)			MANGANÊS (ppm)		
		-150 mesh	-80 mesh	-32 mesh	-150 mesh	-80 mesh	-32 mesh	-150 mesh	-80 mesh	-32 mesh	-150 mesh	-80 mesh	-32 mesh	-150 mesh	-80 mesh	-32 mesh	-150 mesh	-80 mesh	-32 mesh
WA-07	Amostra mais a montante no Caraça	35	35	50	10	8	18	85	85	150	<1	<1	<1	3,4	3,4	5,8	1400	1800	3600
WA-07A	Idem - Fração fina	19	24	30	6	8	10	40	55	85	<1	<1	<1	1,9	2,4	3,1	780	1200	1700
AM-32	Afluente margem direita	29	30	30	12	12	10	45	60	60	<1	<1	<1	2,5	2,9	3,3	800	860	960
AM-24	Afluente margem esquerda	40	40	35	50	45	45	65	60	65	<1	2	1	2,8	2,9	3,1	800	800	880
AM-23	350 m a montante da AM-11	25	30	35	9	9	13	55	70	100	<1	N	N	2,5	2,7	3,6	1000	1300	2200
AM-22	250 m a montante da AM-11	25	30	40	7	8	12	55	70	110	<1	<1	<1	2,4	2,7	4,0	880	1300	2400
AM-21	150 m a montante da AM-11	25	30	40	8	10	14	60	70	110	<1	<1	<1	2,5	2,8	4,0	1000	1500	2400
AM-20	50 m a montante da AM-11	25	30	45	10	10	16	60	15	130	N	N	N	2,5	3,0	4,5	1000	1500	3000
AM-11	Afluente que drena ocorrência	23	26	30	12	10	16	55	70	95	<1	<1	1	2,3	2,7	3,5	3300	2800	2900
AM-11A	Idem - Fração grossa	26	26	35	15	13	16	60	65	90	<1	<1	<1	2,8	3,0	3,6	7300	4300	4500
WA- 8	50m a montante da AM-11	25	27	35	10	10	15	55	70	100	<1	<1	<1	2,6	2,8	3,8	3100	2300	3000
WA- 9	50m a montante da WA-8	16	27	10	40	11	40	29	70	28	<1	<1	<1	1,1	2,9	1,4	280	2300	300
WA-10	100 m a jusante da AM-11	35	35	50	9	10	18	70	80	160	N	<1	<1	3,0	3,1	4,6	1400	1700	3500
WA-11	50 m a jusante da WA-10	50	45	50	9	10	18	90	95	170	<1	<1	<1	3,2	3,6	5,0	1400	1900	3800
WA-12	50 m a jusante da WA-11	50	40	50	10	11	19	85	90	170	<1	<1	<1	3,1	3,6	5,0	1400	2000	3900
WA-13	50 m a jusante da WA-12	50	40	50	12	13	19	90	90	150	<1	<1	<1	3,5	3,8	5,4	1700	2000	3600
WA-13A	Idem - Fração fina	23	26	30	8	10	10	50	65	80	N	N	N	2,3	2,7	3,2	840	1200	1500
WA-14	50 m a jusante da WA-13	40	35	45	9	12	18	75	80	140	N	<1	<1	3,0	3,4	4,8	1300	1800	3200
WA-15	50 m a jusante da WA-14	30	35	45	26	30	130	75	90	190	N	<1	<1	3,2	3,5	4,5	1100	1500	3200
WA-16	100m a jusante da WA-15	35	35	45	12	17	29	85	85	160	N	<1	N	3,5	3,8	4,8	1400	1800	3400
WA-17	150m a jusante da WA-16	60	40	55	11	13	24	90	100	180	<1	1	<1	3,1	3,3	4,6	1400	2200	4300
WA-18	200m a jusante da WA-17	28	35	45	8	10	19	70	85	140	<1	1	<1	2,9	3,3	4,7	1100	1600	3100
WA-23	500m a jusante da WA-18	50	45	55	9	10	18	85	90	180	<1	<1	<1	3,0	3,2	5,0	1200	1800	4000
WA-23A	Idem - Fração fina	25	29	35	8	10	20	55	75	85	<1	<1	<1	2,5	3,1	3,6	800	1100	1200
WA-22	750m a jusante da WA-23	26	30	50	7	9	18	70	80	150	<1	<1	<1	2,7	3,0	4,5	1000	1600	3500
WA-22A	Idem - Fração fina	24	28	30	6	8	9	50	70	75	<1	<1	<1	2,3	2,9	3,1	740	960	1000
WA-21	Afluente da margem direita	40	21	8	35	24	13	70	45	19	<1	<1	<1	3,0	2,2	1,2	1300	780	370
WA-20	Amostra mais a jusante no Caraça	25	30	45	8	9	16	55	80	130	<1	<1	1	2,5	3,0	4,2	820	1300	2700
WA-19	Afluente da margem esquerda	29	15	9	50	45	30	65	50	35	<1	1	<1	2,0	1,9	1,5	760	700	490

O comportamento distinto, quanto ao tipo de dispersão observado nos conjuntos de dados das tabelas VII e VIII, é explicado principalmente pela distribuição espacial das estações de coleta.

As amostras da área do Caraça Grande estão sob influência direta de uma zona mineralizada, enquanto que a aquelas provenientes da subárea do Sudelpa, ou originaram-se de correntes que drenam zonas estêreis, ou encontram-se muito a jusante das áreas mineralizadas.

A predominância mais marcante de dispersão clástica nas proximidades de uma zona mineralizada, é mostrada pelos resultados de zinco, cujos teores na fração -32 mesh chegam ser duas a três vezes superiores aos valores obtidos nas frações -80 e -150 mesh. Merecem destaque os dados obtidos da amostra AM-20, cujos teores de zinco nas frações -32, -80 e -150 mesh, foram respectivamente os seguintes: 130ppm, 15 ppm e 60 ppm.

D.W. MULLER e P.R. DONOVAM (1970) realizaram um trabalho de orientação nas proximidades de depósitos de willemita (Zn_2SiO_4) em Bahama, no sul da Austrália, para determinar a melhor fração granulométrica em sedimento decorrente. Estes autores registraram o comportamento de Pb, Zn e Cu em seis diferentes granulometrias. Os valores mais significativos obtidos para esses elementos foram nas frações mais grosseiras. Eles atribuem o comportamento de Zn e Pb verificado no local, a grãos de willemita detrítica e gale^{na}, dispersos clasticamente nos sedimentos.

Os dados obtidos pela análise de amostras do antigo Projeto Sudelpa, provenientes de área comum ao Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira, em duas frações granulométricas (-32 e -80 mesh), para Cu, Pb e Zn estão apresentados na tabela VII, e aqueles oriundos da área mineralizada do Caraça Grande, cujas amostras foram coletadas pelo presente estudo orientativo e analisadas em três frações granulométricas (-32, -80 e -150 mesh), permitem tirar as

seguintes conclusões:

1º) As variações térmicas aliadas a alta pluviosidade da região, provocam desintegração e decomposição química excessivamente elevadas.

2º) O transporte do material rochoso é predominantemente clástico nas proximidades de sua fonte.

3º) O pH ácido, ao lado de outros agentes de intemperismo químico, atacam os detritos originados pela desintegração, tornando-os solúveis e conseqüentemente passa a haver uma predominância cada vez maior da dispersão hidromórfica sobre a clástica, a medida que eles se afastam de sua fonte.

4º) As razões expostas até o momento indicam a fração intermediária, ou seja a inferior a 80 mesh, como a ideal para um trabalho de prospecção de âmbito regional neste ambiente, a partir do qual serão selecionadas áreas alvos para o *follow-up*.

8.3 - Variância entre as frações analisadas

Um meio de verificar a diferença entre as médias de mais de duas populações é através da análise de variância.

As amostras do estudo orientativo foram analisadas em três frações granulométricas, obtendo-se para cada elemento alvo, três populações, segundo o tamanho do material pesquisado. De posse dessas populações, urge a necessidade de se averiguar quão diferentes são os seus teores e se decidir por uma delas para a fase regional do projeto.

Os procedimentos estatísticos utilizados para tomar tal decisão, estão baseados no teste F, concebido por Fisher, originalmente aplicado em agricultura e referido em geral como "análise de variância".

Cerca de 27 amostras foram selecionadas, para a execução da análise de variância da bacia do rio Caraça Gran

TABELA IX — PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE DADOS ANALÍTICOS BRUTOS E LOGARITMISADOS DE COBRE, CHUMBO E ZINCO, VISANDO A ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE AS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS INFERIORES A 32 MESH, 80 MESH E 150 MESH.

	DADOS BRUTOS			DADOS LOGARITMISADOS		
	COBRE	CHUMBO	ZINCO	COBRE	CHUMBO	ZINCO
GLEG	2	2	2	2	2	2
GLDG	78	78	78	78	78	78
GLT	80	80	80	80	80	80
SQEG	1218,1	1793,4	47922,2	0,16	1,10	0,90
SQDG	6956,3	17961,3	58464,32	1,15	3,22	1,41
MQEG	609,5	896,7	23961,09	0,08	0,55	0,45
MQDG	89,18	230,27	749,54	0,015	0,041	0,081
ST	8174,4	19754,7	106336,51	1,31	4,32	2,31

LEGENDA

- GLEG — GRAUS DE LIBERDADE ENTRE OS GRUPOS
 GLDG — GRAUS DE LIBERDADE DENTRO DOS GRUPOS
 GLT — GRAUS DE LIBERDADE TOTAL
 SQEG — SOMA QUADRÁTICA ENTRE OS GRUPOS
 SQDG — SOMA QUADRÁTICA DENTRO DOS GRUPOS
 MQEG — MÉDIA QUADRÁTICA ENTRE OS GRUPOS
 MQDG — MÉDIA QUADRÁTICA DENTRO DOS GRUPOS
 ST — VARIÂNCIA TOTAL

TABELA X — ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS DA TABELA IX

	FONTE DE VARIÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA QUADRÁTICA	MÉDIA QUADRÁTICA	(F) CALCULADO	(F) TABULADO (0,05; 2; 78)	
C O B	ENTRE OS GRUPOS	2	1213,1	609,5	6,83	3,15	B
	DENTRO DOS GRUPOS	78	6956,3	89,18			
	VARIÇÃO TOTAL	80	8174,4				
R E	ENTRE OS GRUPOS	2	0,16	0,08	5,33	3,15	L
	DENTRO DOS GRUPOS	78	1,15	0,015			
	VARIÇÃO TOTAL	80	1,31				
C H U	ENTRE OS GRUPOS	2	1793,4	896,7	3,89	3,15	B
	DENTRO DOS GRUPOS	78	17961,3	230,27			
	VARIÇÃO TOTAL	80	19754,7				
M B O	ENTRE OS GRUPOS	2	1,10	0,55	13,41	3,15	L
	DENTRO DOS GRUPOS	78	3,22	0,041			
	VARIÇÃO TOTAL	80	4,32				
Z I N	ENTRE OS GRUPOS	2	47922,17	23961,09	31,97	3,15	B
	DENTRO DOS GRUPOS	78	58464,34	749,54			
	VARIÇÃO TOTAL	80	103386,51				
C O	ENTRE OS GRUPOS	2	0,90	0,45	25,00	3,15	L
	DENTRO DOS GRUPOS	78	1,41	0,018			
	VARIÇÃO TOTAL	80	2,31				

LEGENDA

- B — DADOS BRUTOS
L — DADOS LOGARITIMISADOS
F — TESTE DE FISHER

de.

Foram investigados os elementos cobre, chumbo e zinco nas frações inferiores respectivamente a 32, 80 e 150 mesh.

O tratamento estatístico processou em primeiro lugar, os dados brutos e posteriormente os logaritmizados (vide tabela IX).

Foi erigida uma hipótese nula (H_0) segundo a qual, as três populações apresentam a mesma média.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Após o tratamento dos dados da tabela IX, estabeleceram-se os parâmetros estatísticos apresentados na tabela X, tanto para os dados brutos como para os transformados.

Examinando-se a tabela X verifica-se que o F calculado é sempre maior que o F tabulado (para os mesmos graus de liberdade e 5% de nível de confiança), decidindo-se pela rejeição da hipótese nula para todos os casos abordados; consequentemente há diferenças significativas entre os teores do mesmo elemento nas três frações granulométricas pesquisadas.

Sabe-se que existem diferenças significativas entre os teores dos elementos das três granulometrias, no entanto é necessário investigar a existência de diferenças entre cada granulometria, tomadas duas a duas. Aplicando-se o teste de Fisher da mínima diferença significativa (*least significant difference*) ou LSD, compara-se as diferenças entre as médias com os valores do LSD do teste a um nível de confiança igual a 5%. Formula-se a hipótese alternativa de que algumas granulometrias apresentam diferenças significativas. A tabela XI apresenta o resultado do teste de Fisher. A interpretação da tabela permite concluir que:

1º) Há diferenças significativas entre os teores de cobre, chumbo e zinco na fração inferior a 32 mesh em relação aos teores desses elementos na fração inferior a 80 mesh.

TABELA XI — DIFERENÇA MÍNIMA ENTRE AS MÉDIAS DAS FRAÇÕES INFERIORES A 32, 80 e 150 MESH, DE DADOS BRUTOS E LOGARITMIZADOS DE COBRE, CHUMBO e ZINCO ANALISADOS POR AA .

	FONTE DE VARIACÃO	FRAÇÕES COMPARADAS			
		- 32,-80	-32,-150	-80,-150	
C O B R E	Dm	7,86	8,56	0,70	B
	LSD _{0,05}	5,14	5,14	5,14	
	Dm	0,08	0,110	0,03	T
	LSD _{0,05}	0,066	0,066	0,066	
C H U M B O	Dm	10,0	9,96	0,04	B
	LSD _{0,05}	8,26	8,26	8,26	
	Dm	0,21	0,24	0,03	T
	LSD _{0,05}	0,11	0,11	0,11	
Z I N C O	Dm	44,70	56,44	11,70	B
	LSD _{0,05}	14,90	14,90	14,90	
	Dm	0,17	0,25	0,07	T
	LSD _{0,05}	0,073	0,073	0,073	

LEGENDA

$$LSD = t \left[s^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

B — DADOS BRUTOS

T — DADOS TRANSFORMADOS LOGARITMICAMENTE

Dm — DIFERENÇA ENTRE AS MÉDIAS

2º) Essas diferenças são mais significativas ainda quando os teores desses elementos na fração inferior a 32 mesh, são comparados com aqueles da fração inferior a 150 mesh.

3º) Como as diferenças entre as médias (D_m) de cobre, chumbo e zinco das frações inferiores a 80 e 150 mesh são menores que os LSD, respectivamente de cobre, chumbo e zinco, infere-se que num nível de 5% de confiança não há diferença significativa entre os teores de cobre, chumbo e zinco nas duas granulometrias mais finas (-80 mesh e -150 mesh).

4º) Aceita-se a hipótese alternativa para os elementos traços pesquisados, pois, verificam-se diferenças significativas entre algumas granulometrias, não ocorrendo entre outras.

As conclusões acima são válidas tanto para os dados brutos, como para os transformados logaritmicamente.

8.4 - Fração granulométrica escolhida

Com base nos estudos de dispersão geoquímica, análise de variância e contrastes, optou-se pela granulometria inferior a 80 mesh para análise das amostras de sedimento de corrente coletadas durante a geoquímica regional.

Sucintamente são apresentadas abaixo, as principais razões dessa escolha, cujos detalhes encontram-se nos itens anteriores deste capítulo.

1º) As amostras coletadas nas proximidades de uma área mineralizada, compõem-se de materiais hidromórficos vindos de uma zona estéril ao lado de materiais clásticos oriundos da zona mineralizada, conseqüentemente a fração mais rica será a inferior a 32 mesh. Já as amostras coletadas longe da área mineralizada, embora esta esteja na bacia de captação amostrada, conterá material clástico predominantemente, oriundos de zona estéril e material hidromórfico com vestígios da região mineralizada, portanto, a fração mais rica

será a inferior a 150 mesh.

2º) Como as amostras são coletadas aleatoriamente, tanto elas podem ser colhidas, próximas, ou muito distantes da fonte de um determinado elemento traço. Se ocorrer o primeiro caso, a fração mais rica será a mais grosseira e, no segundo caso, a fração mais fina será a mais rica.

3º) Com vistas nos objetivos da geoquímica regional que vai ditar as regiões potencialmente ricas nos metais alvos desta pesquisa e, considerando ainda a aleatoriedade da situação espacial das estações de coleta, que tanto podem estar nas proximidades, como distanciadas de uma ocorrência, é portanto vantajosa a utilização de uma fração granulométrica que tenha chance de conter quantidades aproximadas de material clástico e hidromórfico. Esta fração intermediária é a inferior a 80 mesh.

4º) A fração inferior a 32 mesh não aceitou os testes de distribuição normal e/ou lognormal aceitos pelas frações -80 e -150 mesh.

5º) A análise de variância verificou a existência de diferenças significativas nos teores dos elementos pesquisados na fração inferior a 32 mesh em relação as frações -80 e -150 mesh.

6º) A análise de variância verificou que a um nível de confiança de 5% não há diferença significativa entre as frações inferiores a 80 e 150 mesh.

7º) Em determinadas áreas é difícil a obtenção de material suficiente para efetuar as análises previstas na fração inferior a 150 mesh, o que não acontece com a fração inferior a 80 mesh.

8º) A fração inferior a 80 mesh representa melhor a amostra regional em materiais clásticos e hidromórficos.

9 - ÁREA DE FURNAS - GRUTA DE SANTANA

9.1 - Considerações iniciais

Diversas são as ocorrências de chumbo associado a prata, zinco e cobre existentes na região, destacando-se entre elas a mina de Furnas, cujas atividades estão paralisadas desde 1969. Geologicamente a área é constituída por uma sequência dobrada composta por rochas carbonáticas epimetamorfizadas, ocupando o núcleo de sinclinais, intercaladas com metassedimentos siltico-argilosos, posicionados nos núcleos das anticlinais. A estruturação das camadas é segundo NE-SW, sendo a sequência dobrada cortada por diques de diabásio de idade mesozóica, direcionados segundo NW-SE, vide figura nº 2.

Nesta região são conhecidas várias ocorrências de chumbo, originadas em geral por remobilização, e posterior preenchimento de fraturas no epicalcário, de minerais sulfetados, principalmente galena.

Mina de Furnas

O córrego Furnas drena antiga mina de chumbo, encaixada em epicalcário. Neste córrego foram coletadas três amostras de sedimento de corrente. A primeira estação localizou-se logo após as nascentes do referido córrego, a segunda na área de influência da mineralização e a terceira 2.000 m a jusante da mina de Furnas, nas proximidades da confluência deste córrego com o rio Betari, vide figura nº 2.

J. CASSEDANE (1970), apresenta para este depósito a seguinte paragênese: galena, blenda, pirita, mispíquel, löllingita, calcopirita, estibinita, bornita, covelina, argentita, hematita, limonita, psilomelano, pirolusita, cerusita, aragonita, anglesita, gipsita, piromorfita, fluorita, calamina, clorita, sericita e talco.

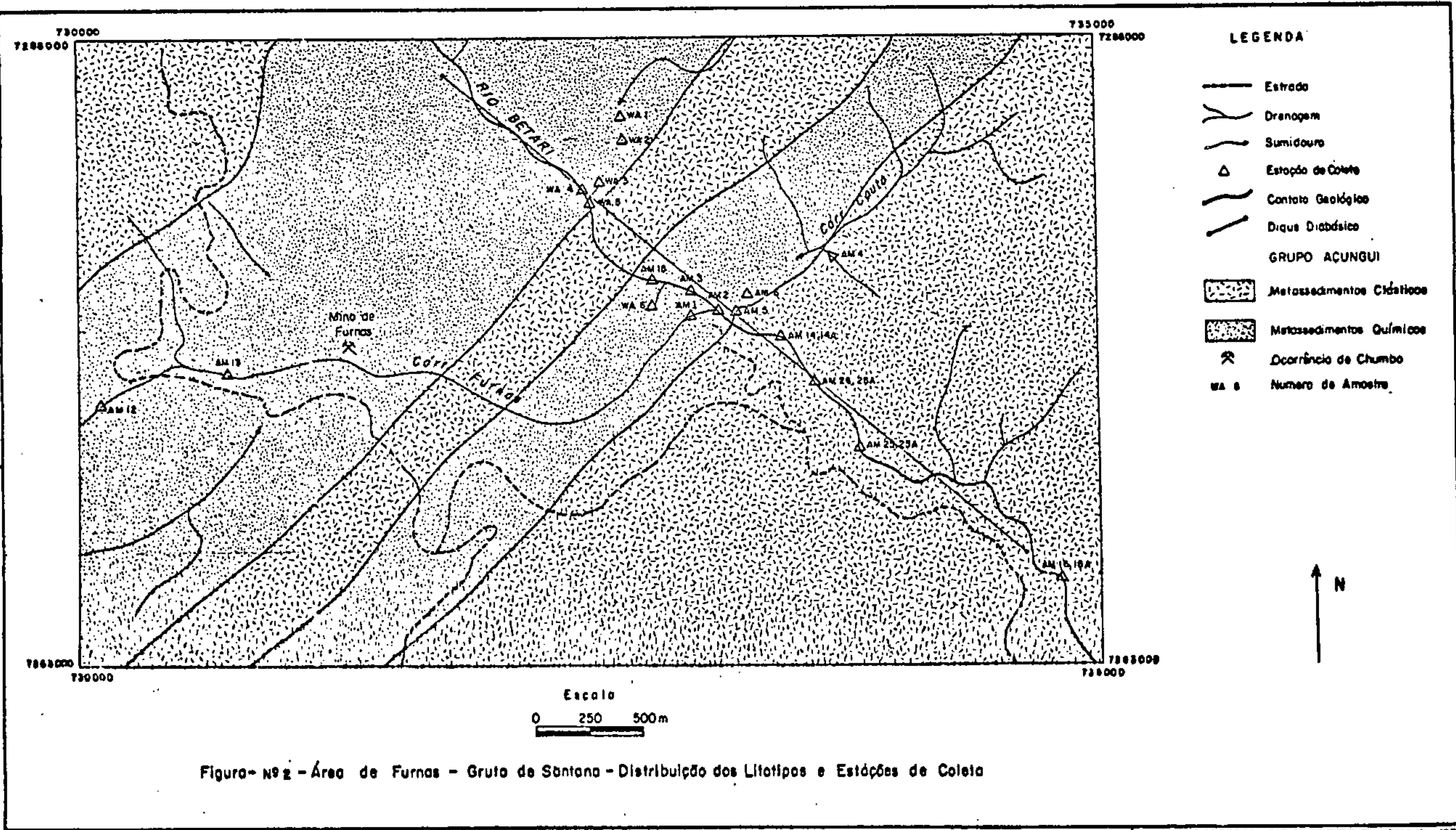


Figura- Nº 2 - Área de Furnas - Gruta de Santana - Distribuição dos Litotipos e Estações de Coleta



A mina de Furnas está mineralizada principalmente a galena, pirita, limonita, cerusita e blenda. Segundo T. KNECHT (1929) a galena contém de 2.800 ppm a 3.400 ppm de prata.

Água Suja

A ocorrência de Água Suja, preenche fraturas em rochas epicalcárias, no interior de enorme gruta conhecida como Abismo do Córrego Seco. Sua mineralogia é constituída principalmente por galena, pirita e calcopirita. É de pequena expressão, apresentando espessura centimétrica.

Duas drenagens submersas foram trabalhadas: a primeira conhecida como Água Suja que emerge 200 m antes de sua confluência com o rio Betari, e a segunda conhecida como Abismo do Córrego Seco que submerge 2.000 m distante da primeira e numa cota 400 m acima.

Três amostras foram coletadas, todas em grutas, sendo as duas primeiras no Abismo do Córrego Seco e a última no Água Suja, vide figura nº 2.

É comum a presença de filões de quartzo, de cor branca leitosa, no interior da Gruta do Abismo do Córrego Seco. Estes ora preenchem fraturas discordantes com o epicalcário encaixante, ora apresentam-se com atitudes $N60^{\circ}-70^{\circ}E$, $60^{\circ}W$ aproximadamente concordantes com a rocha hospedeira.

I.P. PAIVA et alii (1977) citam a ocorrência de Água Suja que apresenta a seguinte mineralogia: galena, pirita e calcopirita.

Morro Preto

A ocorrência da Gruta do Morro Preto drenada subterraneamente pelo Córrego Couto, apresenta-se constituída, segundo I.P. PAIVA et alii (op. cit.) por galena, blenda, calcopirita, pirita, psilomelanita, piroluzita, cerusita, cal-

cita e quartzo.

Três amostras foram coletadas, sendo duas na emergência do Córrego Couto, poucos metros antes de sua barra com o rio Betari e uma em um de seus afluentes, antes de submergir, vide figura nº 2.

Gruta de Santana

A Gruta de Santana drenada pelo córrego Roncador, foi amostrada nas proximidades de sua entrada, 40 m antes da barra do Roncador com o Betari. Embora não haja nenhuma ocorrência cadastrada nesta caverna, a mesma foi amostrada com base em informações de moradores locais, que noticiaram a presença de galena em seu interior, vide figura nº 2.

Rio Betari

Numa tentativa de se verificar a dispersão dos elementos traços alvos, em rios de porte médio (bacia de drenagem em torno de 100 km^2), que recebem cargas de pequenos tributários que drenam ocorrências, foi executada uma amostragem 50 m antes e 50 m após a descarga dos referidos tributários no leito do rio maior. Coletaram-se cerca de dez amostras, entre sedimento de corrente e concentrado de bateia, ao longo do Betari, vide figura nº 2.

9.2 - Resultados obtidos

Pelo exame dos resultados analíticos da tabela XII e da posição espacial das estações de coleta, o estudo orientativo na área de Furnas revela o seguinte:

9.2.1 - Sensibilidade e precisão

O método de prospecção geoquímica, através da coleta e análise de sedimento de corrente, mostrou-se perfei-

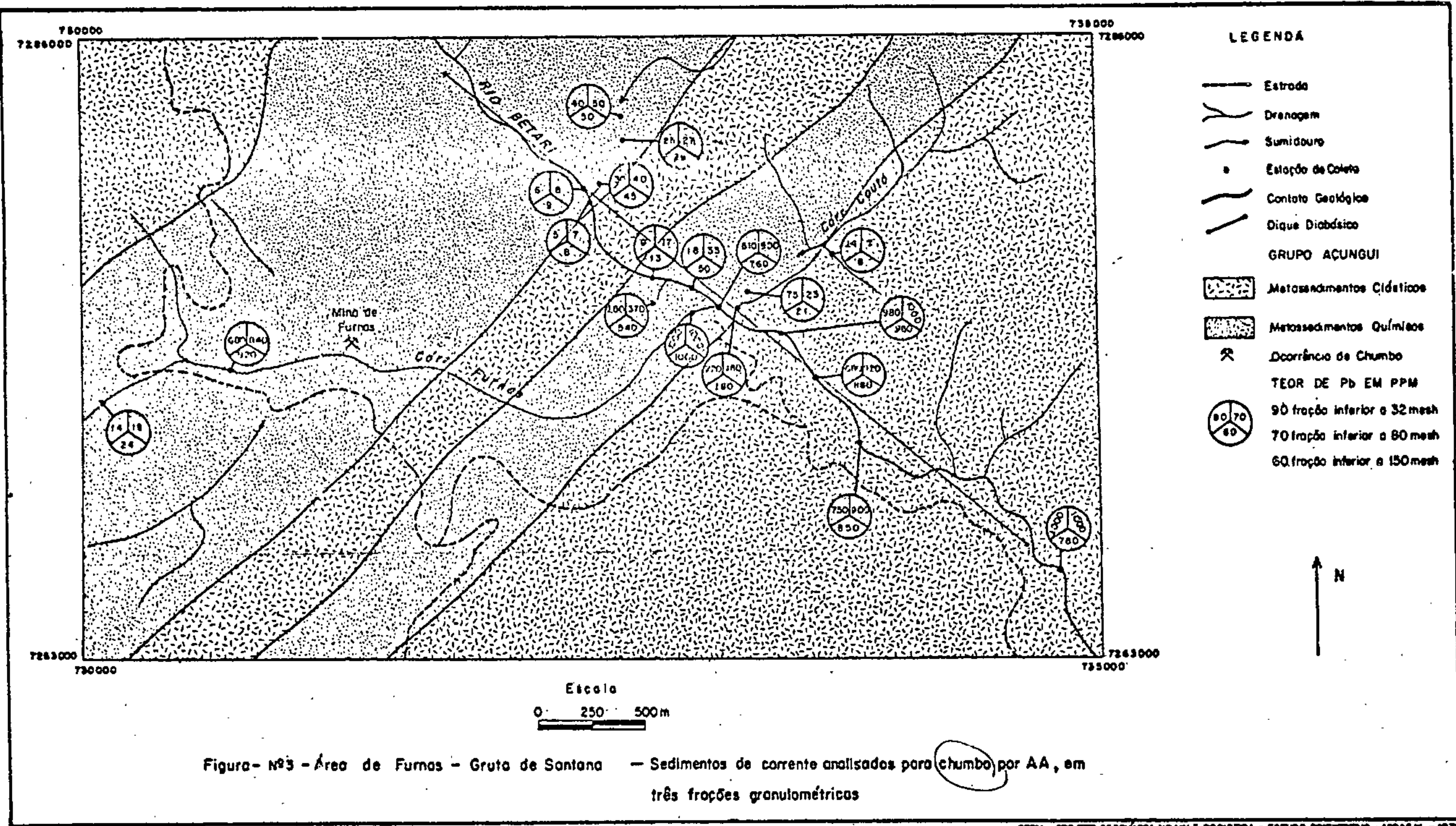
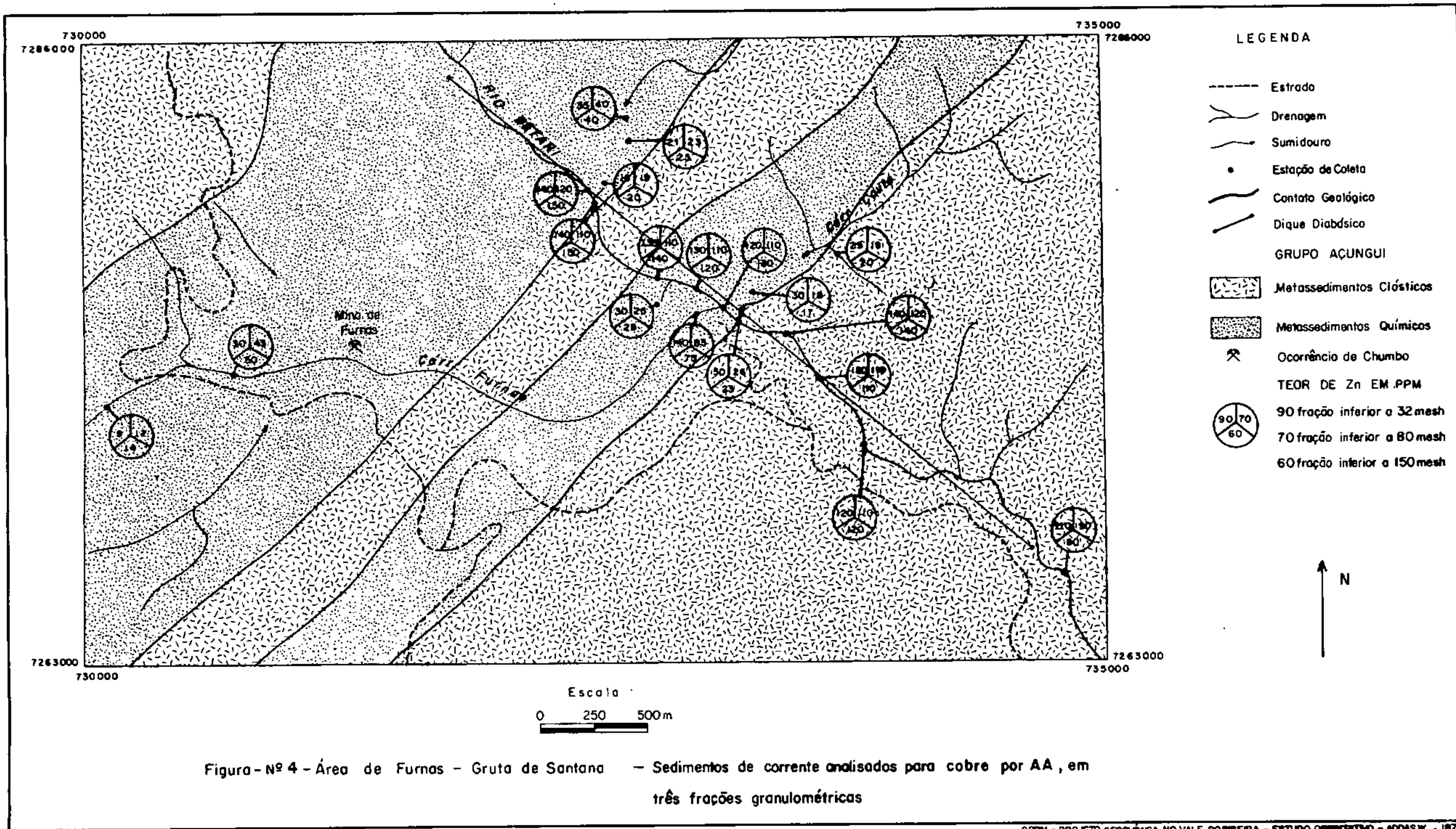


Figura- Nº3 - Área de Furnas - Gruta de Santana - Sedimentos de corrente analisados para chumbo por AA, em três frações granulométricas





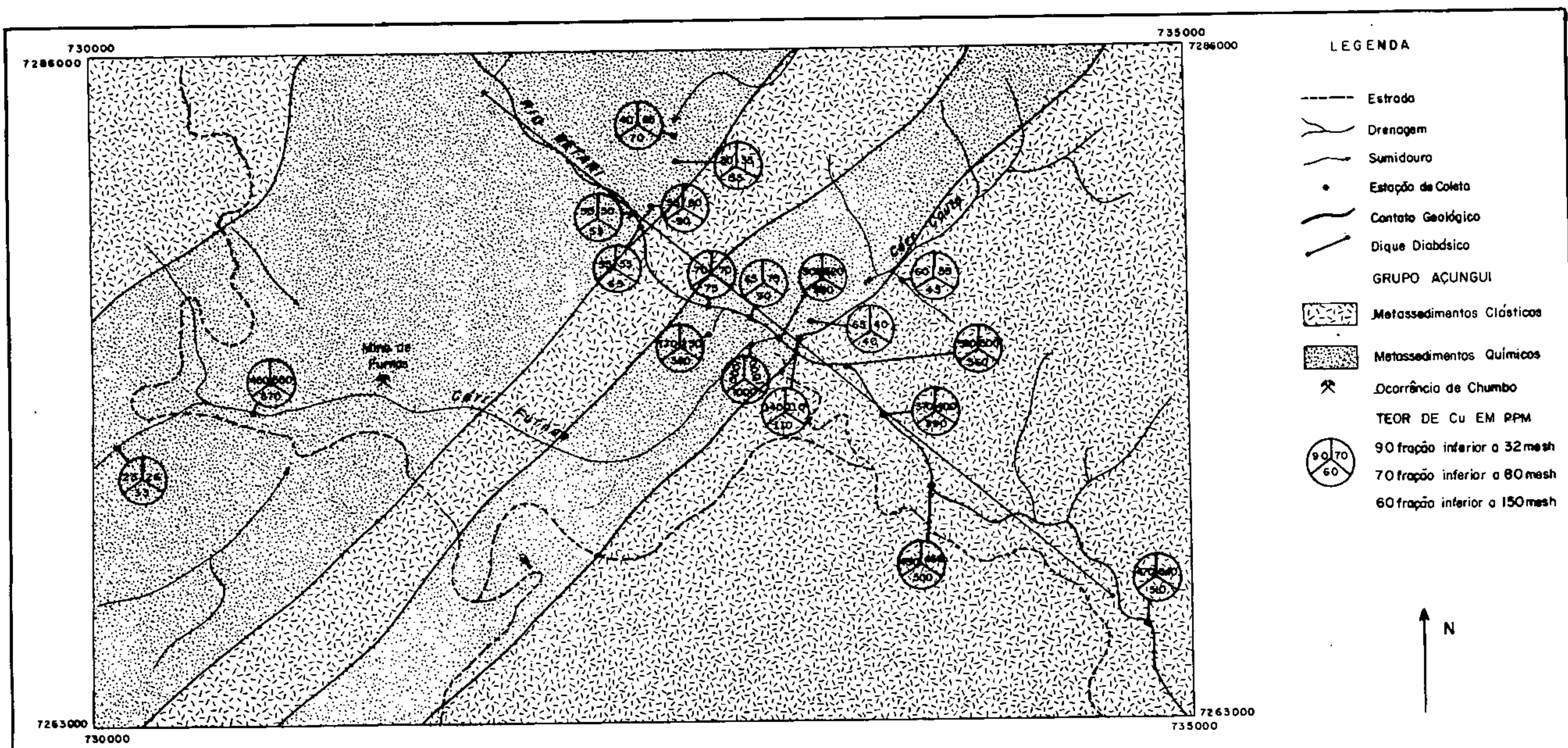


Figura-Nº 5 - Área de Furnas - Gruta de Santana - Sedimentos de corrente analisados para zinco por AA, em três frações granulométricas



tamente adequado a referida área do projeto, respondendo muito bem aos objetivos previstos.

Esse fato é evidenciado pela sensibilidade e precisão apresentadas quando se amostram áreas reconhecidamente estéreis e mineralizadas, bem conhecidas geologicamente.

Sensibilidade: A coleta efetuada no córrego Furnas exemplifica muito bem esta sensibilidade, respondendo na amostra AM-12 (figura nº 3) com 12 ppm de Pb, antes de drenar o halo originado pela mineralização do depósito de Furnas. Após atingir este halo a amostra AM-13 apresenta 840 ppm de Pb e a jusante da mineralização a amostra AM-01 exibe mais de 1.000 ppm, quando analisada por espectrofotometria de absorção atômica e, com mais de 20.000 ppm quando analisada por espectrografia de emissão.

Precisão: O rio Betari tem seu leito encaixado em uma fratura preenchida por um dique de diabásio; os sedimentos originados deste *bedrock* apresentam-se com uma faixa de *background* para Cu, bem mais elevada que a das rochas adjacentes (filitos e carbonatos), portanto, a influência dos sedimentos recebidos dos tributários na área amostrada (figura nº 4) é mais ou menos constante, pois, quase todos são de pequeno porte e nenhum drena ocorrência específica de Cu. Com base nesses fatos era de se esperar que os resultados para Cu fossem mais ou menos constantes, e foi o que realmente sucedeu, haja visto que das seis amostras coletadas no Betari e analisadas na fração inferior a 80 mesh por A.A., quatro deram 110 ppm e as outras duas 120 ppm (vide figura nº 4).

9.2.2 - Associação paragenética

Nesta área é forte a associação entre Pb e Zn, tanto é que são conhecidas de longa data a presença de galena ao lado de blenda na mina de Furnas. O tratamento de catorze amostras de sedimentos de corrente, analisadas na fração inferior a 80 mesh, apresentou fortíssima correlação, tendo

o coeficiente de Pearson atingindo 0,93.

Outras associações não tão conspícuas quanto a de chumbo e zinco são ainda encontradas nesta região, destacando-se entre elas as correlações Pb-Cu, Cu-Zn e Pb-Sb.

TABELA XII - Amostras da área de Furnas analisadas para chumbo e zinco por espectrofotometria de absorção atômica

Nº da Amostra	Pb (ppm)	Zn (ppm)
AM-02	900	320
AM-03	35	75
WA-06	370	250
AM-15	17	70
WA-01	50	65
WA-02	27	35
WA-03	40	80

Nº da Amostra	Pb (ppm)	Zn (ppm)
WA-05	7	55
WA-04	9	50
AM-04	7	55
AM-05	180	110
AM-06	23	40
AM-12	19	26
AM-13	840	550

9.2.3 - Elementos escolhidos

Em nenhuma amostra foi detectado Mo, concluindo-se na inexequibilidade de sua análise para prospectar mineralizações semelhantes a estas, haja visto que o método analítico utilizado é razoavelmente sensível à análise deste elemento, pois, seu limite inferior de detecção é da ordem de 2 ppm.

Para a etapa regional foram selecionados os seguintes elementos para análises: Cu, Pb, Zn, Sb, Ni, Co, Ag, Fe e Mn.

9.3 - Dispersão do halo secundário e sua detecção em se dimento de corrente

Os sedimentos do rio Betari, em relação a descarga de seus tributários, apresentam as seguintes características:

a) Quando recebe a descarga de tributários que drenam ocorrências de pequeno porte, seus sedimentos não sofrem qualquer enriquecimento ou empobrecimento, tal comportamento é revelado pelos resultados plotados na tabela XIII.

TABELA XIII - Teor em chumbo e zinco dos sedimentos do Água Suja (WA-03), do Betari antes de receber a descarga do Água Suja (WA-04) e após a recepção do mesmo (WA-05).

Nº da Amostra	Elemento (ppm)	Fração Analisada		
		-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh
WA-03	Pb	30	40	45
	Zn	55	80	90
WA-04	Pb	8	9	5
	Zn	50	50	55
WA-05	Pb	5	7	8
	Zn	55	55	65

Comparando os dados analíticos das amostras WA-04 e WA-05, verifica-se a inexistência da influência dos sedimentos recebidos do tributário intercalado entre elas, principalmente no que tange ao Pb e Zn. Já com relação ao Cu não houve diluição dos sedimentos do Betari, relativamente ricos em Cu, por estar o mesmo encaixado em fratura preenchi-

da por diabásio; assim, ao receber o Água Suja, cujas aluviões tem teor da ordem de 20 ppm, seus sedimentos continuaram com teor em torno de 120 ppm, antes e depois da descarga desse tributário.

Esses dados orienta-nos para o fato de que ao prospectar drenagens do tamanho do Betari, dificilmente iremos denunciar ocorrências do porte da Água Suja, se esta não for drenada diretamente pela corrente amostrada, embora o sejam por seu tributário.

b) A prospecção de drenagens com porte semelhante ao do Betari, denunciam facilmente áreas fontes de chumbo e zinco, provenientes de depósitos análogos ao de Furnas, mesmo que não sejam drenados diretamente por elas, mas sim por um tributário de sua bacia de captação (vide figuras nºs 3 e 5).

Exemplo:

A amostra AM-03 foi coletada no Betari, 50m a montante de sua confluência com o córrego Furnas. O Betari neste ponto tem sua bacia de captação de aproximadamente 90km² de área, enquanto que o Furnas tem uma área de drenagem em torno de 18 km².

Os resultados analíticos da amostra AM-03 estão mostrados na tabela XIV.

TABELA XIV - Teor de chumbo e zinco no Betari antes de receber o Furnas.

Elemento (ppm)	Fração Analisada		
	-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh
Chumbo	18	35	50
Zinco	65	75	90

A amostra AM-02 foi coletada no Betari logo após a foz do Furnas, seus resultados estão na tabela XV.

TABELA XV - Teor de chumbo e zinco no Betari imediatamente após a confluência com o Furnas.

Elemento (ppm)	Fração Analisada		
	-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh
Chumbo	610	900	760
Zinco	300	320	330

Considerando a relação entre o teor dos sedimentos do Betari após o recebimento da descarga do Furnas, pelo teor dos sedimentos antes da recepção, tem-se os seguintes fatores de enriquecimento dos sedimentos (F) para chumbo nas diversas frações analisadas, que são mostrados na tabela XVI.

TABELA XVI - Fatores de enriquecimento dos sedimentos do Betari em chumbo após a descarga do Furnas.

CHUMBO			
Fração analisada	Teor dos sedimentos de corrente no Rio Betari		Fator de enriquecimento
	antes da confluência com o Furnas.	após a confluência com o Furnas.	
- 32 mesh	18	610	33,80
- 80 mesh	35	900	25,71
-150 mesh	50	760	15,20

Para este porte de área fonte, o fator de enriquecimento é elevado nas três granulometrias, sendo maior nas mais grosseiras, devido a proximidade da fonte. Já para o zinco os fatores de enriquecimento dessas estações, em relação a estação AM-03, estão na tabela XVII.

TABELA XVII - Fatores de enriquecimento em zinco dos sedimentos do Betari após a recepção do Furnas.

ZINCO			
Fração analisada	Teor dos sedimentos de corrente no rio Betari		Fator de enriquecimento
	antes da confluência com o Furnas.	após a confluência com o Furnas.	
- 32 mesh	65	300	4,62
- 80 mesh	75	320	4,27
-150 mesh	90	330	3,67

Embora elevado, o fator de enriquecimento do zinco não o é tanto quanto o do chumbo, pois sua mineralização é subordinada a deste elemento na jazida de Furnas.

Da mesma forma que no caso anterior, a proximidade da fonte é denunciada pelo maior fator de enriquecimento nas granulometrias mais grosseiras, apesar da diferença entre o F_{-32} e F_{-80} não ser tão significativa.

$$F_{-32} > F_{-80} > F_{-150}$$

As amostras AM-14, AM-26 e AM-25, foram coletadas no Bétari respectivamente a 500m, 1000m e 1500 m da foz do córrego Furnas e seus resultados analíticos estão na tabela XVIII.

TABELA XVIII - Teores de chumbo e zinco no Betari a intervalos de 500m, 1000m e 1500m a jusante da confluência com o Furnas.

Nº da Amostra	CHUMBO			ZINCO		
	-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh	-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh
AM-14	980	1000	960	390	500	560
AM-26	680	920	880	370	400	390
AM-25	750	900	850	450	460	500

Os fatores de enriquecimento dessas estações, em relação a estação AM-03, estão na tabela XIX.

TABELA XIX - Fatores de enriquecimento nos sedimentos do Betari a medida que se distancia da confluência com o Furnas.

Nº da Amostra	CHUMBO			ZINCO		
	-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh	-32 mesh	-80 mesh	-150 mesh
AM-14	54,44	28,57	19,20	6,00	6,67	6,22
AM-26	37,78	26,29	17,60	5,69	5,33	4,33
AM-25	41,67	25,71	17,00	6,92	6,13	5,56

Tais fatores permanecem elevados, mesmo a 1500 m da foz do Furnas.

c) Ocorrências de porte maior que a Água Suja, mesmo que sejam menores que a de Furnas, são passíveis de serem encontradas ao se coletar sedimentos em drenagens semelhantes ao Betari, mesmo que este não drene diretamente, mas sim um seu tributário, é o que se verificou no exemplo exposto

em seguida: coletaram-se três amostras, sendo duas no Betari e uma no Roncador.

O Roncador é o córrego que emerge na entrada da Gruta de Santana e após percorrer 200 m desemboca no Betari, sua área de drenagem é estimada em torno de 15 km².

As amostras do Betari foram coletadas antes e após a foz do Roncador, enquanto que neste córrego a sua amostra foi colhida 250 m antes de sua foz com o Betari.

Os resultados obtidos pela análise dessas amostras são mostrados na tabela XX.

TABELA XX - Teor em chumbo e zinco dos sedimentos do Roncador antes de sua barra com o Betari e dos sedimentos deste antes e após a recepção do Roncador:

Nº da Amostra	Posição da Coleta	Fração Analisada					
		-32 mesh		-80 mesh		-150 mesh	
		Pb (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
WA-06	No Roncador a 250m de sua barra	180	170	370	250	540	360
AM-15	No Betari 20m a montante da barra do Roncador	9	70	17	70	13	75
AM-03	No Betari logo a jusante da barra do Roncador	18	65	35	75	50	90

* A tabela XXI revela os fatores de enriquecimento dos sedimentos do Betari após receber a descarga do Roncador.

dor.

TABELA XXI - Fatores de enriquecimento do Betari após a descarga do Roncador.

Elemento	Fração Granulométrica		
	inferior a 32 mesh	inferior a 80 mesh	inferior a 150 mesh
Chumbo	2,00	2,06	3,85
Zinco	0,93	1,07	1,20

O fator de enriquecimento é mais pronunciado para chumbo, sendo praticamente imperceptível para zinco.

Tanto para o chumbo como para o zinco é notável o enriquecimento na granulometria mais fina, denotando um certo distanciamento desta estação da fonte desses elementos-traços. Como o fator de enriquecimento é maior na granulometria inferior a 150 mesh, também os teores de chumbo e zinco da amostra WA-06 são maiores nessa granulometria.

9.4 - Concentração dos metais alvos na fração pesada

Em drenagens de porte médio como o Betari da ordem de 100 km² de bacia de captação, a diluição causada pela fração mais leve mascara muitas vezes resultados que poderiam ser interessantes. Foram realizados dois testes para verificação de um possível realce pela eliminação da fração mais leve, através de bateamentos. Um antes do Betari receber a descarga dos ricos sedimentos do Furnas e outro após esta descarga. Tentou-se ainda verificar se a dispersão dos elementos seria ou não realçada, a medida que se afastava de sua fonte.

Os sedimentos de corrente foram coletados e, após os procedimentos normais de amostragem, uma parte foi embalada *in natura* e a outra bateada até se conseguir um concen

trado de minerais pesados.

Em cinco estações de coleta foi aplicado este processo, obtendo-se as amostras, e resultados analíticos da tabela XXII.

Convencionando-se chamar de fator de concentração K, a relação entre o teor do elemento no concentrado pelo teor do elemento no sedimento de corrente (fração -80 mesh), os fatores obtidos foram plotados na tabela XXII. De seu exame conclui-se:

a) O chumbo apresentou sempre um fator de concentração maior que um, denunciando um teor mais elevado na fração pesada que na leve, tanto em sedimentos pobres como em enriquecidos. O método para este caso é útil.

b) Para o cobre não foi possível verificar sua concentração na fração pesada, pois, a influência do dique de diabásio foi tão grande, que forneceu constantemente cobre ligado a silicatos enriquecendo sempre a fração leve, mostrando-se, inexecutável esta metodologia para esta situação.

c) O zinco em geral também tem seu teor mais elevado nos concentrados de bateia, tanto para sedimentos ricos como pobres, sendo possível seu realce quando se aplica este procedimento.

d) O antimônio também se concentra.

e) O ferro apresenta forte concentração, talvez por estar principalmente sob forma de limonita, hematita e até mesmo magnetita, sendo esta última oriunda principalmente do dique de diabásio drenado.

f) O manganês é o oposto do ferro, pois em quase todas as amostras o seu fator de concentração foi menor que um, indicando um maior teor de Mn na fração leve que na pesada.

TABELA XXII - COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS ANALÍTICOS DE SEDIMENTOS ANALISADOS "IN NATURA" E APÓS A SUA CONCENTRAÇÃO - "K" FATOR DE CONCENTRAÇÃO OBTIDO DA RELAÇÃO ENTRE O TEOR DO ELEMENTO NO CONCENTRADO, PELO TEOR NO SEDIMENTO DE CORRENTE.

POSIÇÃO DA COLETA NO BETARI	Nº DA AMOSTRA	MATERIAL ANALIZADO	COBRE	K COBRE	CHUMBO	K CHUMBO	ZINCO	K ZINCO	ANTIMÔNIO	K ANTIMÔNIO	FERRO	K FERRO	MANGANÊS	K MANGANÊS
400m antes da faz do Furnas	AM - 15	SEDIMENTO CORRENTE	110	-	17	-	70	-	< 1	-	6,0	-	440	-
400m antes da faz do Furnas	AM - 15A	CONCENTRADO BATEIA	120	1,09	35	2,06	95	1,36	< 1	1,0	9,4	1,57	370	0,84
500m após da faz do Furnas	AM - 14	SEDIMENTO CORRENTE	120	-	980	-	500	-	5	-	5,8	-	600	-
500m após da faz do Furnas	AM - 14A	CONCENTRADO BATEIA	110	0,92	> 1000	> 1,02	460	0,92	9	1,8	8,0	1,38	440	0,65
1000m após da faz do Furnas	AM - 26	SEDIMENTO CORRENTE	110	-	920	-	400	-	4	-	4,0	-	540	-
1000m após da faz do Furnas	AM - 26A	CONCENTRADO BATEIA	90	0,82	> 1000	> 1,09	580	1,45	2	0,5	8,0	2,00	370	0,69
1500m após da faz do Furnas	AM - 25	SEDIMENTO CORRENTE	110	-	900	-	460	-	4	-	4,0	-	580	-
1500m após da faz do Furnas	AM - 25A	CONCENTRADO BATEIA	100	0,91	> 1000	> 1,11	590	1,28	8	2,0	7,6	1,90	440	0,76
2000m após da faz do Furnas	AM - 16	SEDIMENTO CORRENTE	90	-	> 1000	-	540	-	4	-	3,9	-	470	-
2000m após da faz do Furnas	AM - 16A	CONCENTRADO BATEIA	130	1,44	> 1000	1,00	710	1,31	11	2,75	7,4	1,89	680	1,44

10 - ÁREA BARRINHA - CECRISA

10.1 - Considerações iniciais

A segunda área escolhida para o estudo orientativo foi a bacia dos córregos Laranjal-Forquilha, devido a existência de uma pequena mina de chumbo em atividade, a mina de Barrinha, situada na margem esquerda do córrego Forquilha e de uma em área mineralizada situada na margem direita do mesmo rio e de propriedade da Cecrisa, vide figura nº 6.

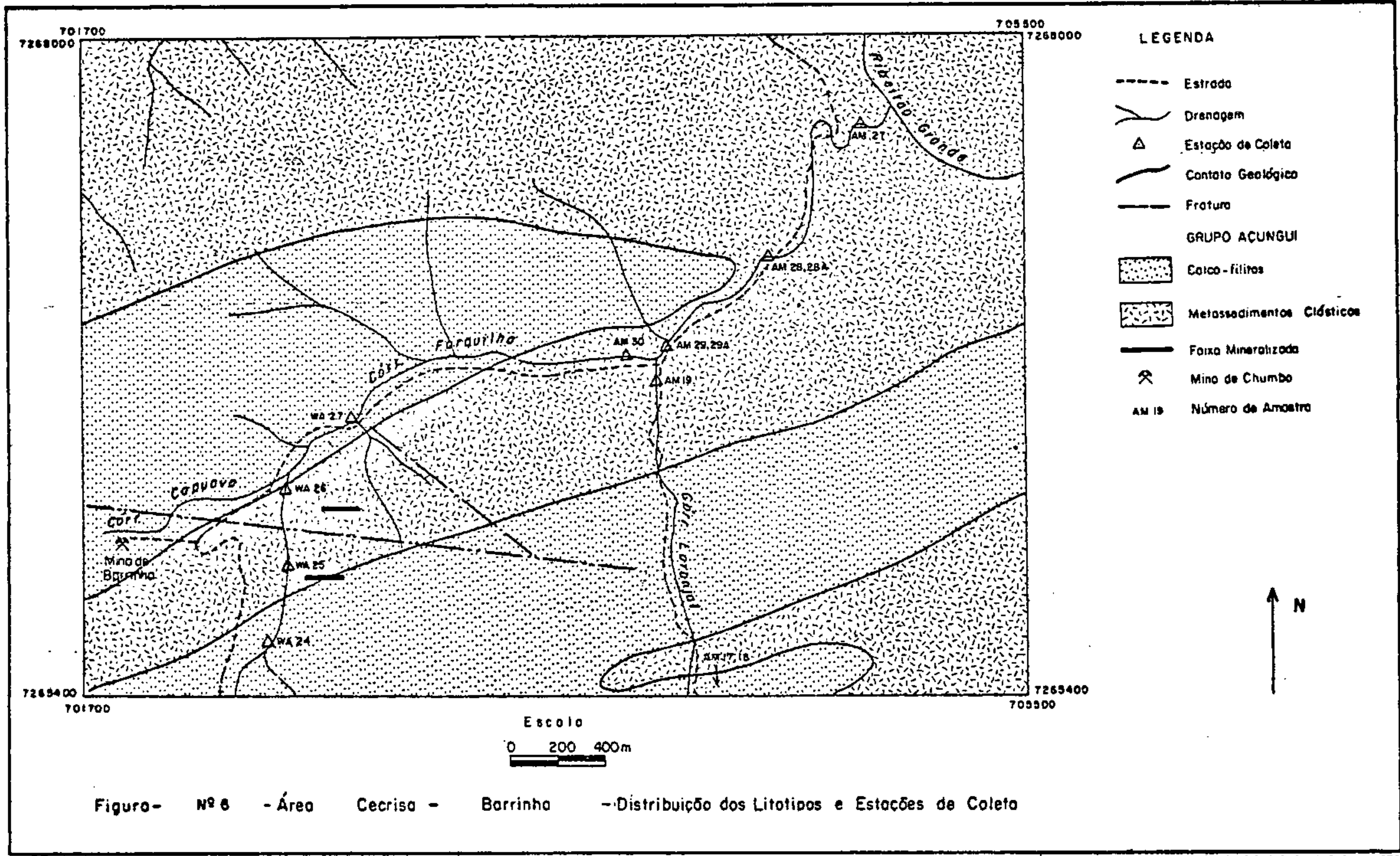
Jazida de Barrinha

Segundo I.P. PAIVA et alii (1977) a mineralização principal desta jazida ocorre em rochas calcárias, as quais estão em sequência com xistosas, todas pertencentes ao Grupo Açungui. A zona primária apresenta-se sob a forma de veios preenchendo fraturas e em disseminações, estando presente, galena, pirita e calcopirita. As zonas mineralizadas quando sob a forma disseminada, conformam-se ao acamamento das rochas da sequência, configurando assim, uma mineralização em camada do tipo sedimentar-estratiforme. A porção oxidada é constituída por uma massa terrosa que em alguns pontos preenche fraturas. Nestas fraturas os seguintes minerais em geral são encontrados: cerusita, limonita, piromorfita, anglesita e núcleos de galena.

Área de Cecrisa

Imediatamente a sul da jazida da Barrinha, do outro lado do córrego Forquilha (figura nº 6) ocorre a outra área mineralizada que parece comportar-se como um prolongamento estrutural das rochas que passam pela Barrinha. Até o presente, foram encontrados veios mineralizados de pequena possança, concordantes com a estruturação da rocha.

A área mineralizada Barrinha-Cecrisa, parece se



enquadrar como um jazimento sedimentar estratiforme metamorfisado, em parte remobilizado por falhamentos e enriquecimentos supêrgenos.

Cerca de 13 amostras de sedimentos de corrente foram coletados na bacia hidrográfica do Forquilha-Laranjal, figura n^o 6.

O Forquilha tem em suas cabeceiras duas ocorrências de vulto, a de Barrinha e a de Cecrisa; drena rochas filito carbonáticas, enquanto que o Laranjal em suas cabeceiras drena rochas básicas do complexo gábrico José Fernandes.

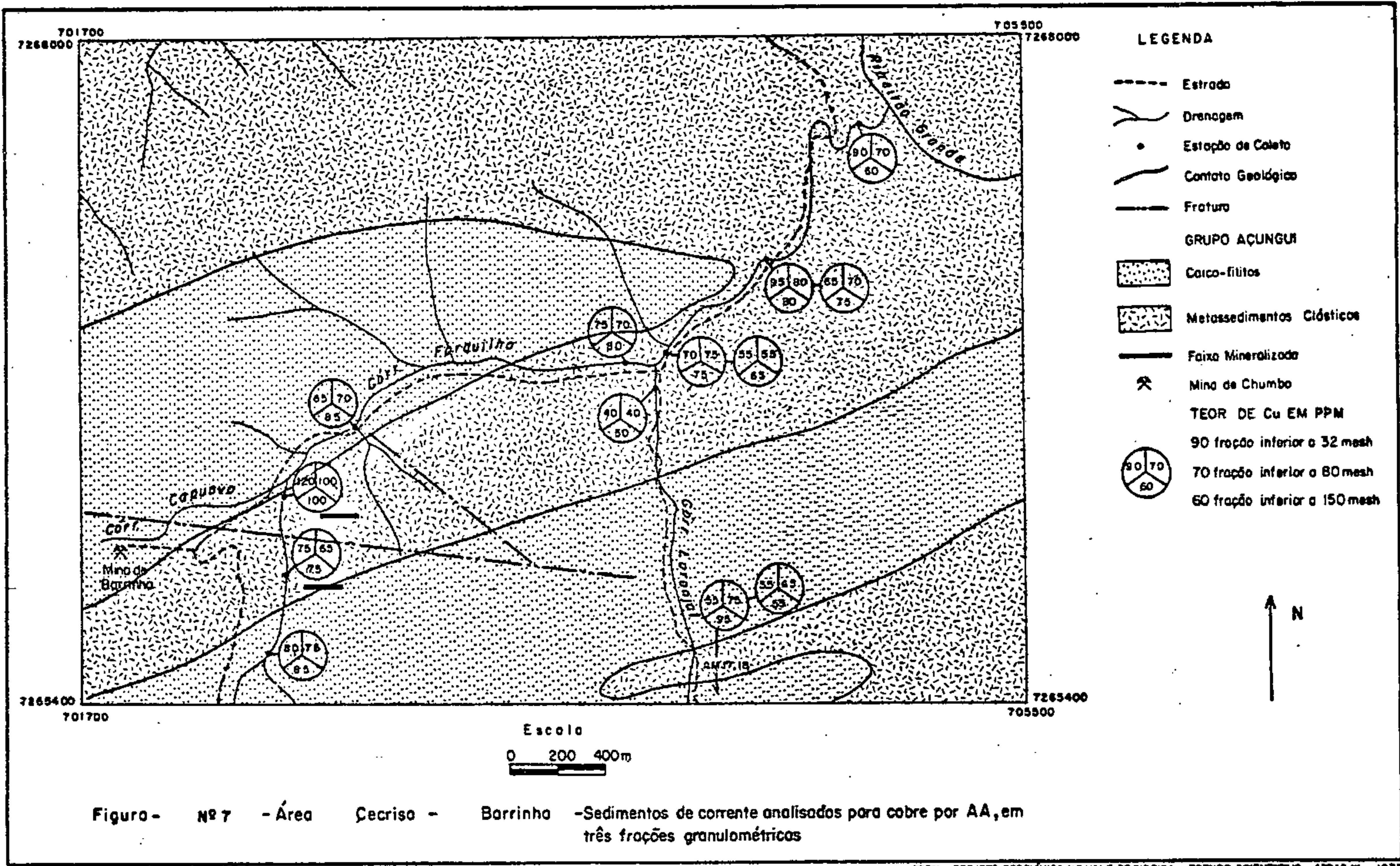
10.2 - Distribuição geoquímica dos elementos alvos

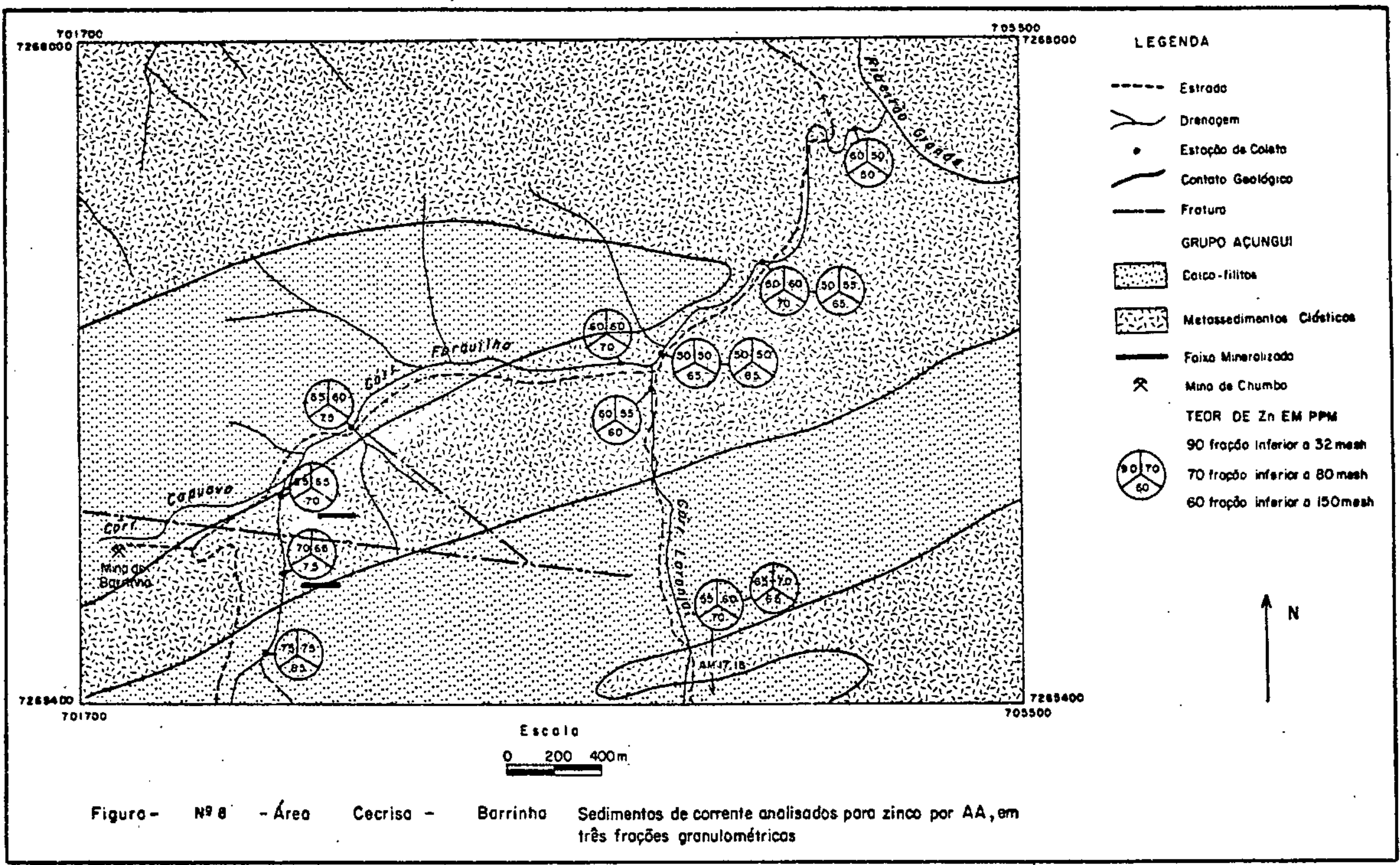
Os sedimentos de corrente da área da Barrinha-Cecrisa, denunciam uma monotonia em cobre e zinco em oposição aos teores de chumbo e antimônio, que foram palco de uma variabilidade condizente a situação espacial das estações de coleta, apresentando-se com valores extremamente baixos nas áreas estêreis e tremendamente elevados nas regiões mineralizadas, figuras n^os 7, 8 e 9.

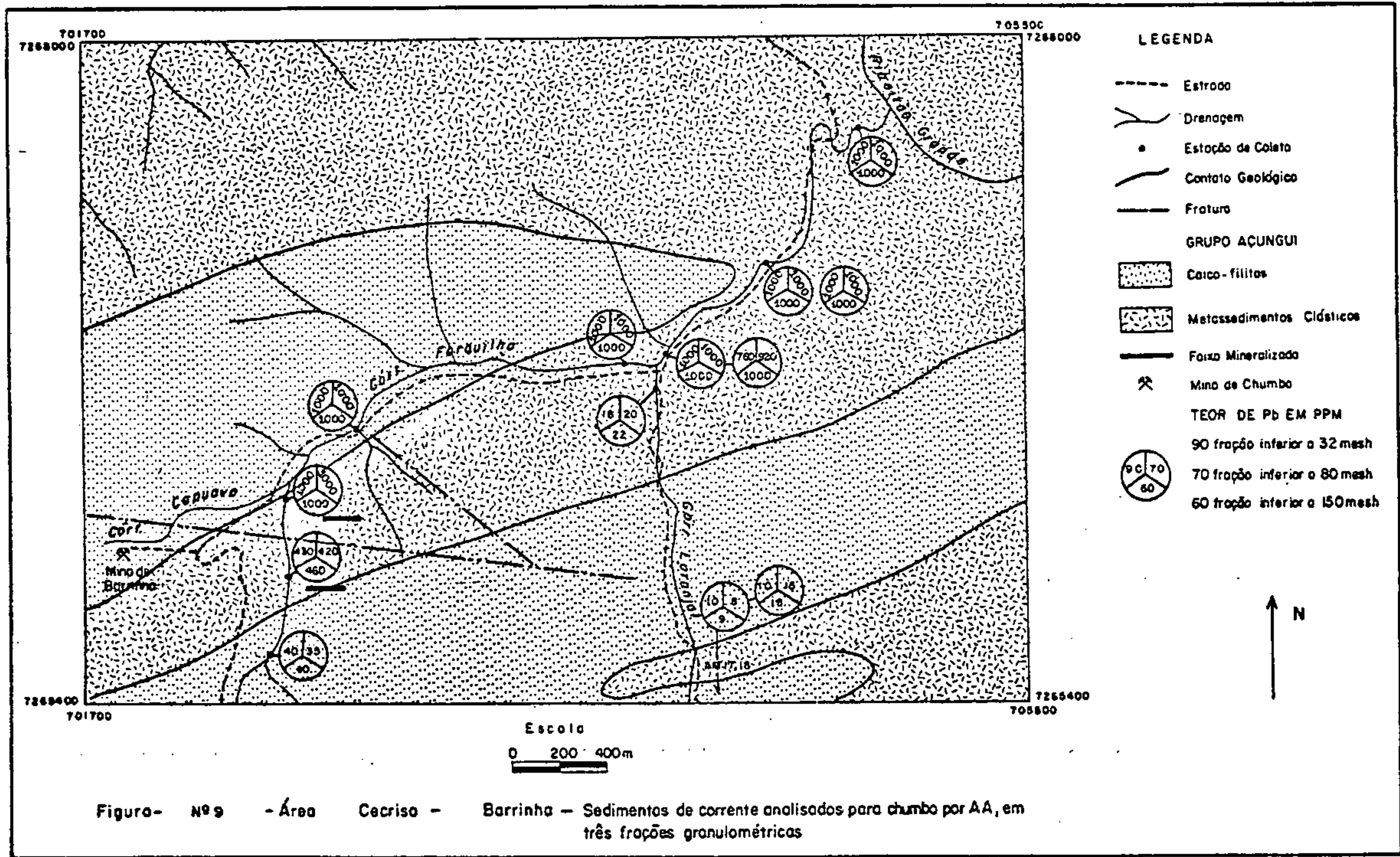
A figura n^o 10 retrata o comportamento dos elementos cobre, chumbo, zinco e antimônio, onde são considerados os teores desses elementos em relação ao *bedrock* drenado no ponto da coleta.

A figura n^o 10 mostra que a curva de teores de cobre apresenta-se quase numa horizontal, sofrendo apenas um pequeno incremento ao penetrar na área de influência do halo de dispersão secundária de 3a. ordem, mantendo-se em seguida num mesmo patamar nos halos de 1a. e 2a. ordem. Já a curva de zinco não revela qualquer incremento de teores entre as várias estações da zona de influência ou entre elas e a zona estéril, mantendo-se praticamente constante.

A prospecção geoquímica retratou com muita segurança na figura n^o 10, as fontes dos materiais amostrados. Os contrastes entre a zona mineralizada e a estéril estão







muito bem realçados nos resultados para chumbo desta área.

Finalmente o antimônio comporta-se de maneira semelhante ao chumbo (cada qual dentro de sua escala de valores) acompanhando-o muito bem quer fora da zona de influência da mineralização, quer dentro dos halos de dispersão secundária conforme revela a figura nº 10, funcionando nestes tipos de mineralizações, como um elemento indicador para chumbo.

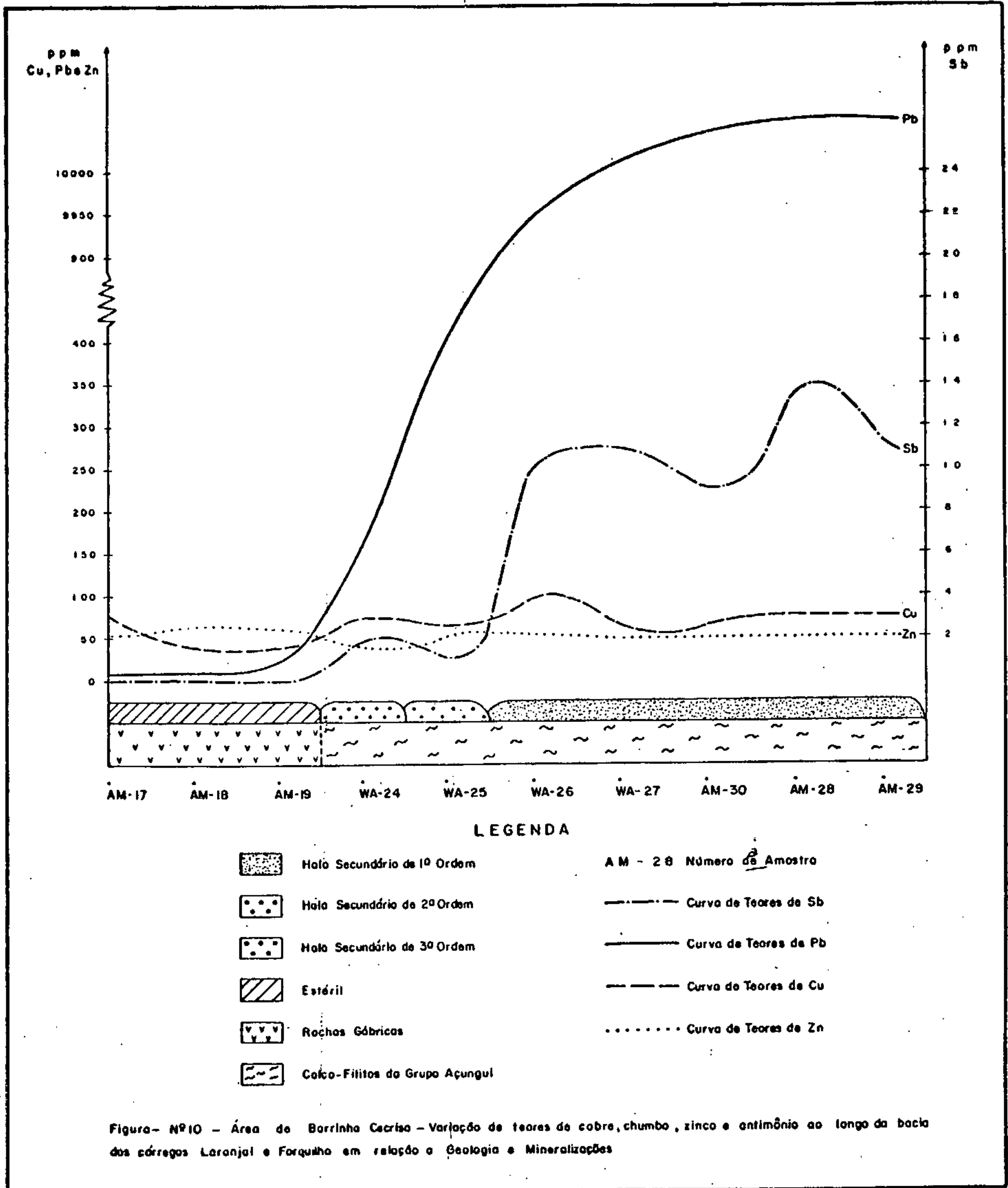


Figura- Nº10 - Área de Barrinha Cacrisa - Variação de teores de cobre, chumbo, zinco e antimônio ao longo da bacia dos córregos Laranjal e Forquilha em relação a Geologia e Mineralizações

11 - ÁREA DO CARAÇA GRANDE

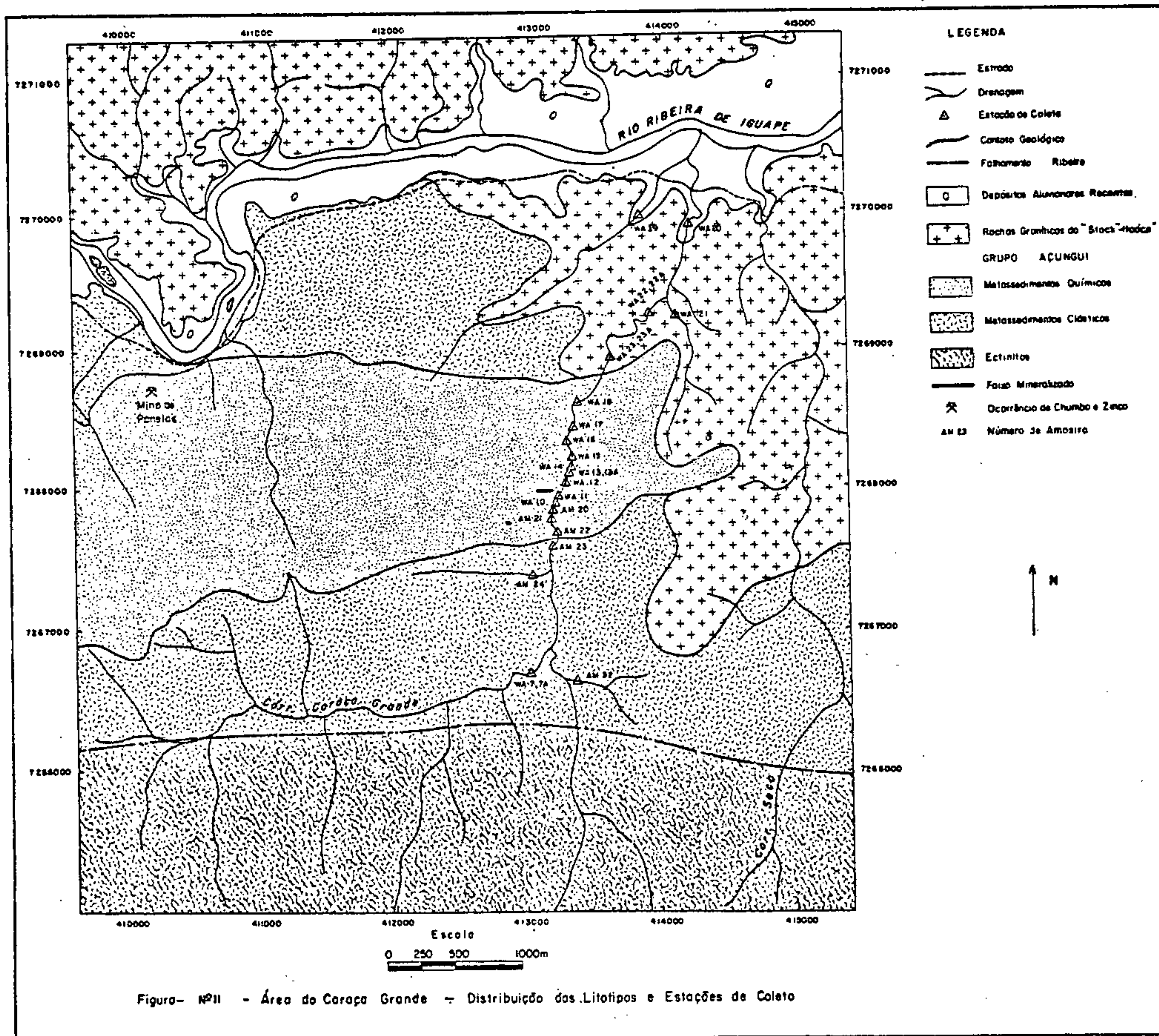
11.1 - Considerações iniciais

Uma das áreas escolhidas para o estudo da dispersão dos elementos alvos e da seleção da granulometria ideal deste projeto, foi a bacia de drenagem do Córrego Caraça Grande.

O Caraça-Grande apresenta uma bacia hidrográfica com área de captação da ordem de 16 km^2 , largura variando entre 2 e 3 metros e velocidade moderada na região amostrada. Este córrego, logo após as suas nascentes, corre sobre o falhamento Ribeira durante uns 3 km, neste 1º percurso tem direção aproximada W-E, rumando para leste, em seguida sofre uma inflexão para norte, rumando em direção ao rio Ribeira de Iguape de quem é tributário.

A região drenada pelo Caraça-Grande mostrada na figura nº 11, apresenta-se constituída, de montante para a jusante dos seguintes tipos litológicos: metassedimentos clásticos com predominância de filitos e sericita xistos, não sendo raro encontrar termos mais grosseiros, podendo-se mesmo observar a olho nu, minerais micáceos (biotita-xisto) ou quartzo (quartzo-biotita-xisto). Quando o rio corre sobre esta região é fácil de enxergar no seio de seus sedimentos ativos de corrente, a presença de palhetas de mica que brilham quando o dia está claro, refletindo a luz solar e quebrando a homogeneidade. Estes sedimentos ativos de corrente, apresentam textura ligeiramente mais grosseira quando sobre a região de xisto-filito, do que sobre a região de calcário. Na área do granito, sua textura torna-se ainda mais grosseira que na de xisto-filito.

Após drenar a área de metassedimentos clásticos ele passa a cortar um corpo de calcário cinza, ligeiramente metamorfizado, de tonalidade escura, que esporadicamente apresenta diminutos cristais de galena (quase invisíveis a olho nu), alguma calcopirita e muita pirita disseminada em



sua massa. É uma rocha maciça de composição carbonática e parece pertencer ao mesmo corpo que constitui a encaixante da mina de Panelas, de propriedade da Plumbum S/A.

Pequenos tributários do Caraça Grande fluem sobre esse corpo carbonático dissolvendo-o e redepositando-o, originando ao longo de suas calhas calcário sedimentar do tipo travertino, com morfologia característica.

Em sua caminhada em direção ao rio Ribeira de Iguape, o Caraça Grande, após deixar o calcário epimetamórfico, atravessa uma faixa de uns 50 m de largura constituída por blocos de metassedimentos clásticos, blocos de granitos, blocos de quartzo oriundos de veios; sendo possível a observação de termos gnaissóides. Toda essa mistura constitui a auréola de metamorfismo de contato do granito Itaóca. A borda do granito Itaóca apresenta-se ligeiramente orientada, mas a medida que se penetra em seu interior ele perde toda orientação, tornando-se porfirítico e isotrópico, e aos poucos vai se cobrindo com aluviões recentes depositadas pelo Ribeira. A última litologia atravessada pelo Caraça até seu encontro com o Ribeira, quando deposita suas águas nesse volumoso rio, é constituída por sedimentos aluvionais recentes, principalmente por arenitos inconsolidados.

A localização da amostragem realizada nesta área, é mostrada na figura nº 11, já os resultados analíticos estão plotados na tabela VIII, enquanto que os mapas de teores de cobre, chumbo e zinco estão nas figuras nºs 12, 13 e 14.

11.2 - Padrão de dispersão do chumbo

A figura nº 12 revela que a dispersão do chumbo a partir da área mineralizada, aumenta em direção ao ponto WA-15 e deste para a juzante, vai diminuindo. Os incrementos ou diminuições, diferem conforme a granulometria do material analisado, embora o sentido da diminuição ou aumento seja

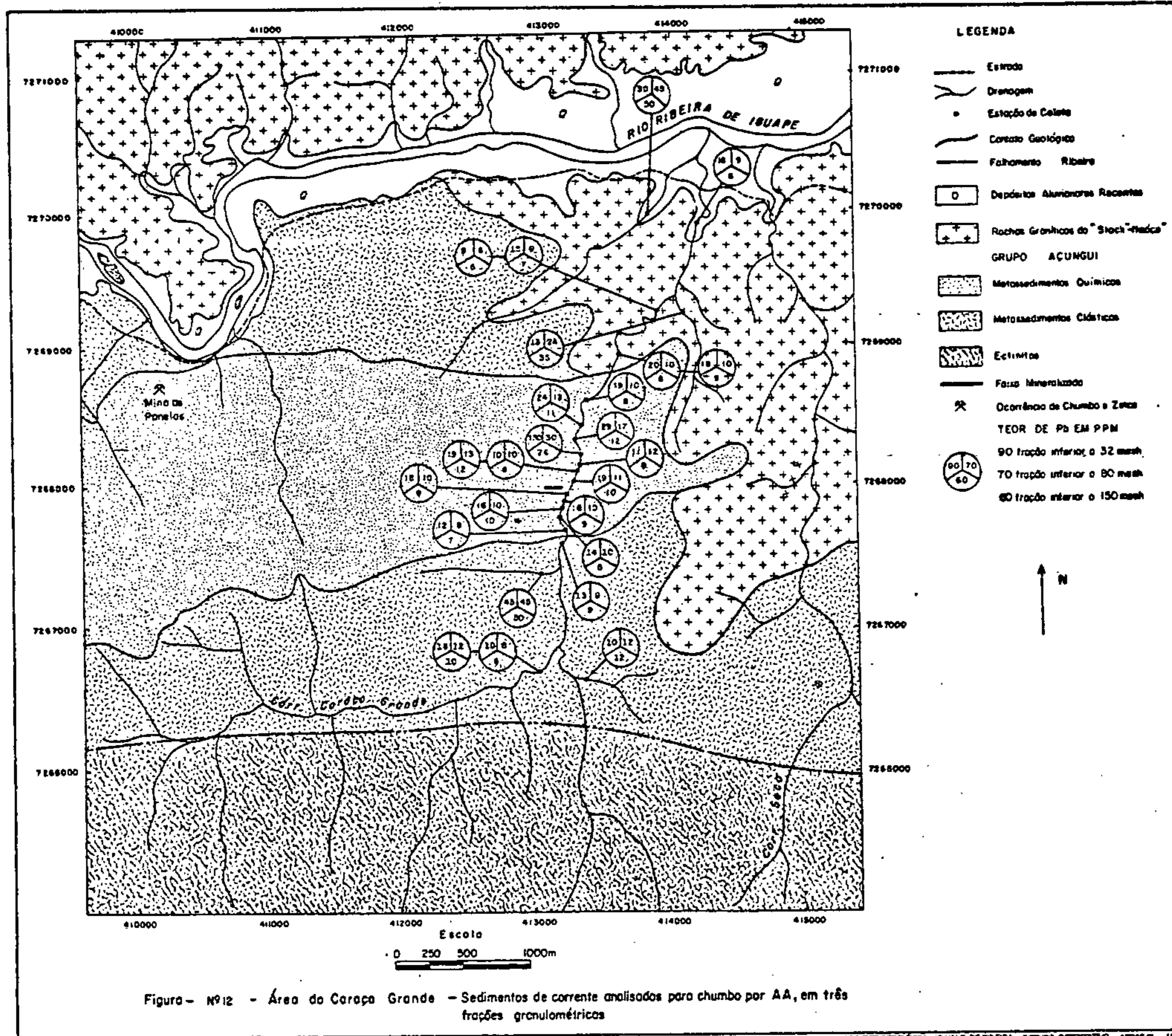


Figura - Nº 12 - Área do Caraça Grande - Sedimentos de corrente analisados para chumbo por AA, em três frações granulométricas



mantido, sem haver uma proporcionalidade entre eles.

O valor máximo obtido no Caraça Grande foi no ponto WA-15, quando a amostra com granulometria inferior a 32 mesh, apresentou um teor em Pb igual a 130 ppm, enquanto que a inferior a 80 mesh foi de 30 ppm e a inferior a 150 mesh foi de apenas 25 ppm. É interessante observar que nas proximidades da fonte os valores mais elevados estão nas frações mais grosseiras, porque o transporte foi muito pequeno, não chegando a diminuir muito o tamanho dos grãos. A 100 m de distância deste ponto, o teor da amostra inferior a 32 mesh cai para 29 ppm, mostrando variação de 111 ppm - (queda de 77,59%), enquanto que a inferior a 80 mesh diminui de 30 ppm para 17 ppm (queda de 56,67%). Para os grãos com tamanho inferior a 150 mesh o teor desce de 26 ppm para 12 ppm (queda de 46,15%).

Como era de se esperar a queda maior nos primeiros 100 metros deu-se na fração mais grosseira, enquanto que a queda menor foi na fração mais fina.

A variação nos 150 m seguintes, para as frações -32 mesh, -80 mesh e -150 mesh foram respectivamente de 29 ppm para 24 ppm (5 ppm); 17 ppm para 13 ppm (4 ppm) e 12 ppm para 11 ppm (1 ppm); a queda maior continua sendo nas frações mais grosseiras. Para os resultados do próximo ponto distante a 200 m deste último, eles sofreram uma queda de respectivamente 5 ppm, 4 ppm e 3 ppm nas frações -32 mesh, -80 mesh e -150 mesh. Os resultados obtidos, em estações situadas a 500 m e 1000 m deste último ponto, não apresentaram diferenças significativas, donde se conclui que a dispersão nas frações mais grosseiras, decresce mais abruptamente a medida que se distancia da fonte, enquanto que o padrão de dispersão é mais alongado nas frações mais finas, como se pode observar pelo mapa de teores da figura nº 12.

O método de prospecção geoquímica permite a constatação de ocorrências diminutas como as do Caraça, situadas a quase 1000 m do último valor realçado, numa drenagem

com uma bacia de captação de quase 20 km² de área.

Os dados trabalhados na área do Caraça, apresentam valores menores que os obtidos nos rios selecionados para o *follow-up*, por esta razão julgamos que, se tais resultados provêm de concentrações dos metais alvos, elas devem ser muitas vezes superior àquela do Caraça.

Com base nesses dados propomos uma coleta linear no *follow-up*, a montante dos pontos selecionados (pontos de interesse), distanciados no mínimo de 500 m e no máximo 700 m quando sobre a mesma corrente, não devendo necessariamente manter este padrão nas correntes de tributários a montante da estação selecionada, bastando seguir o padrão estabelecido para a corrente principal e coletar uma única amostra no tributário.

11.3 - Relação entre os teores em solo e sedimento de corrente

Outro fator interessante a ressaltar é quanto a variação de teores entre o solo e os sedimentos de corrente da área em apreço, observando-se violenta queda de teores nos sedimentos de corrente em relação ao solo drenado.

Foram coletadas duas amostras de solo nas proximidades do rio Caraça Grande, cujos resultados nas granulometrias inferiores a 32, 80 e 150 mesh foram respectivamente para o ponto AM-08: 280 ppm, 300 ppm e 340 ppm e para o ponto AM-09: 190 ppm para as três granulometrias. Drenagens situadas a 100 m deste ponto deram os seguintes teores para chumbo: ponto AM-11: 18 ppm, 10 ppm e 9 ppm respectivamente para as granulometrias inferior a 32, 80 e 150 mesh no Caraça Grande, enquanto que em seus tributários os resultados foram os seguintes: WA-08: 15 ppm, 10 ppm e 10 ppm respectivamente para as frações inferior a 32, a 80 e a 150 mesh e para o ponto WA-09: 40 ppm, 11 ppm e 40 ppm respectivamente nas frações inferiores a 32, a 80 e a 150 mesh.

A queda de teor embora elevada em valores absolutos, em valores relativos é interessante, pois longe dessa área tenuamente mineralizada, os teores em qualquer granulometria está sempre abaixo de 18 ppm chegando mesmo a teores da ordem de 8 e até 7 ppm; aqui já se encontram valores de até 40 ppm para Pb, próximo aos pontos amostrados para solo, e até 130 ppm na área junto a mineralização do Caraça Grande.

Procurou-se pesquisar também a dispersão do chumbo quanto aos horizontes do solo desta área, que como já foi frizado acima, ela está apenas tenuamente mineralizada.

Verificou-se que a concentração se dá no horizonte B, mais argiloso. As argilas formadas sobre calcário possivelmente montmorilonitas e outras argilas com alta capacidade de troca catiônica concentraram neste horizonte e levados teores de chumbo, como se pode observar pela tabela XXIII, o teor no horizonte B é muito superior ao teor no horizonte C.

TABELA XXIII - Área do Caraça Grande: teor de Pb em solo desenvolvido sobre calcário

Nº da Amostra	Horizonte B			Horizonte C		
	Fração Analisada			Fração Analisada		
	-32 mesh	-80 mesh	-150mesh	-32 mesh	-80mesh	-150mesh
AM-08	280	300	340	80	95	110
AM-09	95	95	100	15	13	13

A presença do Pb no horizonte B é marcante em relação ao horizonte C, e em qualquer horizonte os valores em geral aumentam conforme se diminui a granulometria, isto porque com a cominuição, concentram-se argilas em relação

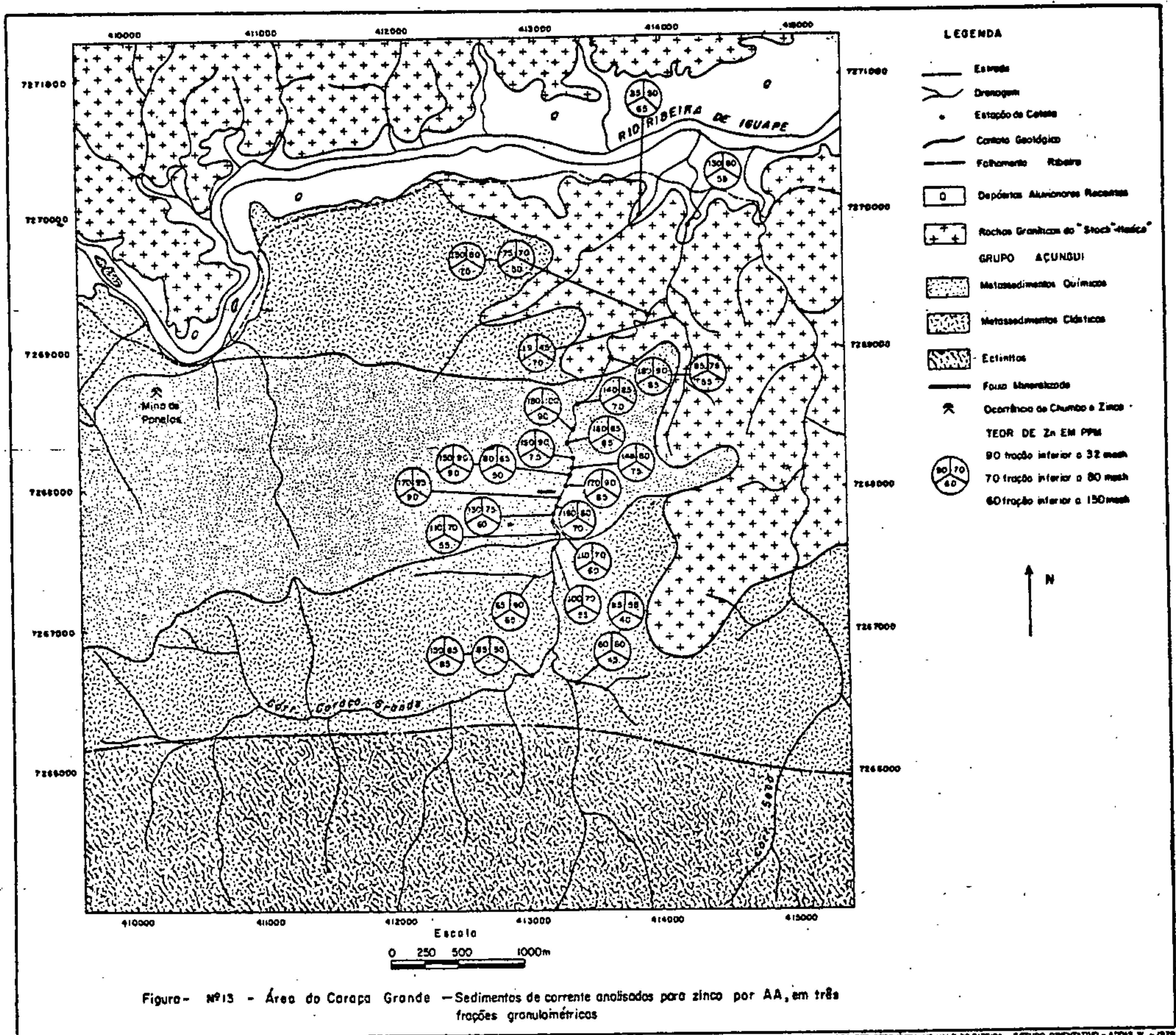
a silte confirmando a hipótese da fixação do Pb nas argilas por troca catiônica. Como o Pb está finamente disseminado no *bedrock* ele é fixado por meio de substituição iônica nas argilas e quando este solo é trabalhado pelas drenagens da área, o mesmo é transportado em suspensão sob a forma de colóides, ocorrendo pouca sedimentação do chumbo disperso no solo, a não ser aquele existente nas rochas que deve se depositar sob a forma de sedimentos clásticos, daí a grande variação entre os teores do horizonte B muito argiloso em relação aos teores dos sedimentos ativos de corrente desta mesma área.

11.4 - O zinco na área do Caraça Grande

É conspícua a dispersão do zinco na área do Caraça Grande; este elemento, quando nos sedimentos oriundos do rio principal, apresenta teores mais elevados nas frações granulométricas mais grosseiras, enquanto nos tributários os teores são mais elevados nas granulometrias mais finas. Isto denota dois fatos importantes: o primeiro é que o rio Caraça Grande drena uma área mais rica em zinco, pois, o transporte de grãos é pequeno, havendo predominância de dispersão clástica; o segundo é quanto aos teores em seus tributários que são mais elevados em granulometrias mais finas, além disso seus valores relativos são bem menores que aqueles dos sedimentos oriundos do Caraça Grande, havendo indicações de que esses tributários não drenam áreas mineralizadas a zinco (vide mapa de teores de zinco da figura nº 13).

A figura nº 13 mostra os resultados analíticos de zinco em três frações granulométricas, em 15 pontos do rio Caraça Grande.

Nas quinze amostras analisadas, sempre os teores de zinco na fração inferior a 32 mesh foram mais elevados que os outros dois e os teores na inferior 80 mesh em 14 amostras foram mais elevados que os teores de Zn na fra



ção inferior a 150 mesh. Em apenas uma tivemos o mesmo teor nessas duas frações. No ponto WA-11 o teor de zinco na fração -32 mesh foi de 190 ppm e nas frações -80 mesh e -150 mesh foram respectivamente 90 ppm e 75 ppm, isto quer dizer que no intervalo menor que 32, maior que 80 mesh, o teor é 100 ppm (190 ppm - 90 ppm), enquanto que no intervalo entre 80 e 150 mesh o teor é de apenas 15 ppm, ou seja, $90 - 75 = 15$ ppm. Estes fatos permitem concluir:

- 1) A fração grosseira é a mais rica em Zn para o caso do Caraça Grande.
- 2) O transporte foi pequeno, pois, não houve uma diminuição muito elevada.
- 3) Há grandes possibilidades do Caraça Grande drenar uma área mineralizada a zinco.
- 4) Os tributários do Caraça Grande não drenam áreas mineralizadas a zinco.
- 5) O teor do zinco nos sedimentos dos tributários do Caraça estão com valores dentro da faixa de *background*.

11.5 - O Cobre na área do Caraça Grande

Os resultados para cobre, na área do Caraça Grande, não se mostraram muito atraentes, conforme revela a figura nº 14, conformando-se apenas como subordinação a mineralização plumbo-zincífera da ocorrência.

A dispersão clástica de que foram palco os outros elementos alvos (chumbo e zinco) nas proximidades da fonte foi também verificada para o cobre, com os valores mais elevados situados nas frações mais grosseiras (vide figura nº 14).

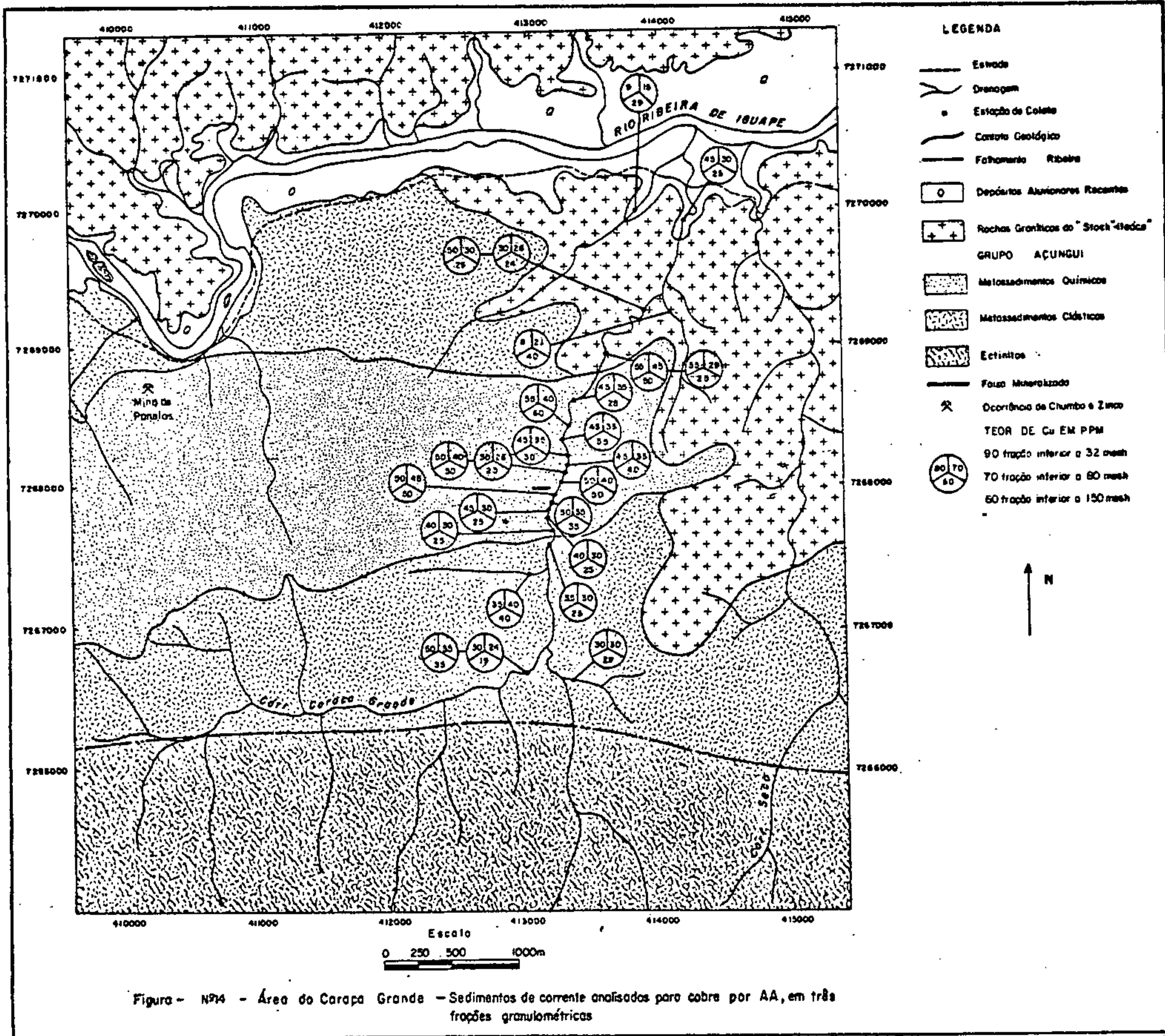


Figura - Nº14 - Área do Carapa Grande - Sedimentos de corrente analisados para cobre por AA, em três frações granulométricas



12 - CONJECTURAS SOBRE A ORIGEM DOS DEPÓSITOS DE CHUMBO E ZINCO DO VALE DO RIBEIRA

12.1 - Considerações iniciais

Segundo B. SKINNER (1969) os depósitos de chumbo e zinco originam-se principalmente por processos hidrotermais ou metamórficos. Em qualquer caso, os corpos de minério tendem a ser ricos, mas de pequenas dimensões, tornando-se necessários onerosos processos de mineração subterrânea para sua recuperação. Grandes depósitos de baixo teor, semelhantes aos de cobre porfirítico não são ainda conhecidos.

Depósitos hidrotermais são comuns e em geral estão inteiramente relacionados a intrusões ígneas. Constituem exceção as jazidas do tipo Vale do Mississippi, notável província metalogenética que se estende de Oklahoma e Missouri até o sul de Wisconsin. Depósitos similares foram identificados em diversas partes da Europa, norte da África, Austrália, na URSS e recentemente, em Pine Point, no Canadá. Este último é o maior depósito conhecido, pertencendo talvez a mesma província metalogenética que os depósitos dos Estados Unidos.

Os depósitos do tipo Vale do Mississippi geralmente constituem corpos de substituição em calcário de diversas idades. Soluções contendo os elementos metálicos aparentemente dissolveram o calcário, depositando galena e esfalerita, por vezes em grandes cristais. Não se conhecem indícios óbvios de atividades ígneas nas proximidades dos depósitos, existindo grande controvérsia quanto à origem das soluções mineralizantes. Nos últimos anos verificou-se, pela análise de inclusões fluídas retidas nos cristais, que as soluções mineralizantes eram salmouras semelhantes às conhecidas em alguns campos petrolíferos, bem como aquelas de Salton Sea. Foi estabelecido que a deposição ocorreu a uma temperatura de apenas 150°C ou menos. A partir dessas evi-

dências, muitos pesquisadores consideram que o escape lento de soluções hidrotermais de origem metamórfica, e não magmática, foi responsável pela deposição dos minérios.

Produção crescente de minérios de chumbo e zinco provêm de depósitos considerados de origem sedimentar. O exemplo mais típico de um provável depósito sedimentar é o Kupferschiefer, onde as partes mais profundas da bacia Zechstein, aparentemente favoreceram a acumulação de sulfetos de chumbo e zinco ao invés de cobre. Apesar dos baixos teores, chumbo e zinco tem sido extraídos do Kupferschiefer, em vários locais. A maioria dos depósitos sedimentares destes dois metais, são de idade pré-cambriana, tendo o metamorfismo obliterado as possíveis evidências de sua origem. Os dois principais depósitos desse tipo encontram-se na Austrália, em Broken Hill, New South Wales, e Mount Isa, Queensland.

12.2 - Jazidas de Furnas e Lajeado

As jazidas de Furnas e Lajeado ao lado de ocorrências de menor expressão a elas associadas, estão encaixadas em rochas carbonáticas da sequência Açungui, ligeiramente metamorfizadas (metamorfismo epizonal) e que serão referidas como epicalcários.

Os epicalcários hospedeiros das mineralizações de Furnas e Lajeado, são rochas maciças, com granulação fina e cores que variam de cinza claro até preta, em razão da quantidade de matéria orgânica finamente disseminada. O fraturamento é irregular ou subconchoidal. Em geral são dolomíticos e direção variando de $N40^{\circ}E$ a $N60^{\circ}E$.

12.2.1 - Tipos de mineralizações

1º - Soluções hidrotermais preenchendo fraturas em calcário

Com relação a origem das fraturas devem ser considerados os seguintes fatos:

a) Rochas competentes são relativamente rígidas e indeformáveis. Rochas incompetentes são aquelas que apresentam uma tendência a deformação plástica.

Em geral são competentes os quartzitos, conglomerados, rochas Ígneas, etc., são incompetentes os xistos, calcários, certas rochas Ígneas alteradas, serpentinitos, etc.

Esta distribuição é muito relativa, com efeito a competência depende notadamente da carga e da temperatura, portanto da profundidade e do ambiente litológico.

Um calcário sob pouca carga pode comportar-se como rocha competente e estar apto a encaixar uma mineralização, e é este o caso de Furnas e Lajeado. Mas, sob forte carga, especialmente na presença de solventes ele sofre uma deformação muito lenta, uma vez que a recristalização progride concomitantemente, passando então a se comportar como rocha incompetente.

Um calcário entre litologias argilosas ou xistosas pode se comportar como rocha competente e se fraturar. O mesmo calcário, intercalado entre quartzitos, pode se comportar de maneira incompetente.

O calcário, rocha encaixante das mineralizações de Furnas e Lajeado, apresenta um fraturamento nas seguintes condições:

- 1º - Comportou-se como rocha competente
- 2º - Encontrava-se próximo a superfície e sob pequena carga
- 3º - Estava em contacto com rochas originalmente argilosas

É um fato notório, a não existência de fraturas mineralizadas em corpos de calcário em contacto com quartzito, pois, nessas condições o calcário se comporta como rocha incompetente, o mesmo acontecendo com calcário for

temente recristalizado, denotando uma recristalização devido a grande profundidade em que se encontrava e, as percolações de solventes.

Considerando este tipo de comportamento para o calcário, as seguintes hipóteses podem ser formuladas:

1º - Mineralizações do tipo Furnas e Lajeado são passíveis de ocorrer em calcários de granulação fina, em contacto com filitos e outras rochas xistosas.

2º - Em calcários intercalados em quartzitos dificilmente ocorrerá este tipo de mineralização, sendo possível entretanto a ocorrência de mineralização disseminada no mesmo e singenéticas a sedimentação química, cujas condições serão discutidas mais à frente.

3º - Após a sedimentação do carbonato de cálcio e posterior diagênese, fenômenos tectônicos provocaram o fraturamento deste calcário, quando em situação espacial tal, que permitiu o seu comportamento como rocha competente. Após ou concomitante a esse fraturamento, houve uma remobilização do minério que poderia estar em camadas estratiformes junto a rochas argilosas ou disseminado no próprio calcário. Em ambos os casos este minério seria singenético a sedimentação, tendo o mesmo preenchido estas fraturas através da sua mobilização sob a forma de soluções hidrotérmicas e conseqüente deposição ao longo das mesmas. O calcário se comportou como uma barreira geoquímica a essa deposição epigenética, não se observando nenhuma migração ao longo de suas paredes nas vizinhanças do veio mineralizado.

4º - Quanto aos calcários claros, que apresentam evidências de recristalização a grande profundidade, tipo "cocada", é mais rara a ocorrência de mineralizações deste tipo.

2º - *Dissolução do calcário por soluções mineralizantes e conseqüente deposição de galena e esfalerita*

Existem muitas controvérsias quanto a origem

das soluções mineralizantes. Acreditava-se inicialmente que as mesmas tivessem origem a partir de atividades Ígneas. Houve quem formulasse a hipótese de que as ocorrências de chumbo do Vale do Ribeira estivessem no máximo a 7 km do contato do granito intrusivo Itaóca, embora pareça inexistir indícios de atividades Ígneas associados a esses depósitos. Hoje já é possível acreditar que o escape lento de soluções hidrotermais de origem metamórfica e não magmática, foi responsável pela remobilização e redeposição dos minérios.

A desidratação dos minerais argílicos, provocada pelos agentes do metamorfismo epizonal, teria originado o solvente das soluções mineralizantes que dissolveram o calcário depositando galena e esfalerita em temperaturas da ordem de 150°C.

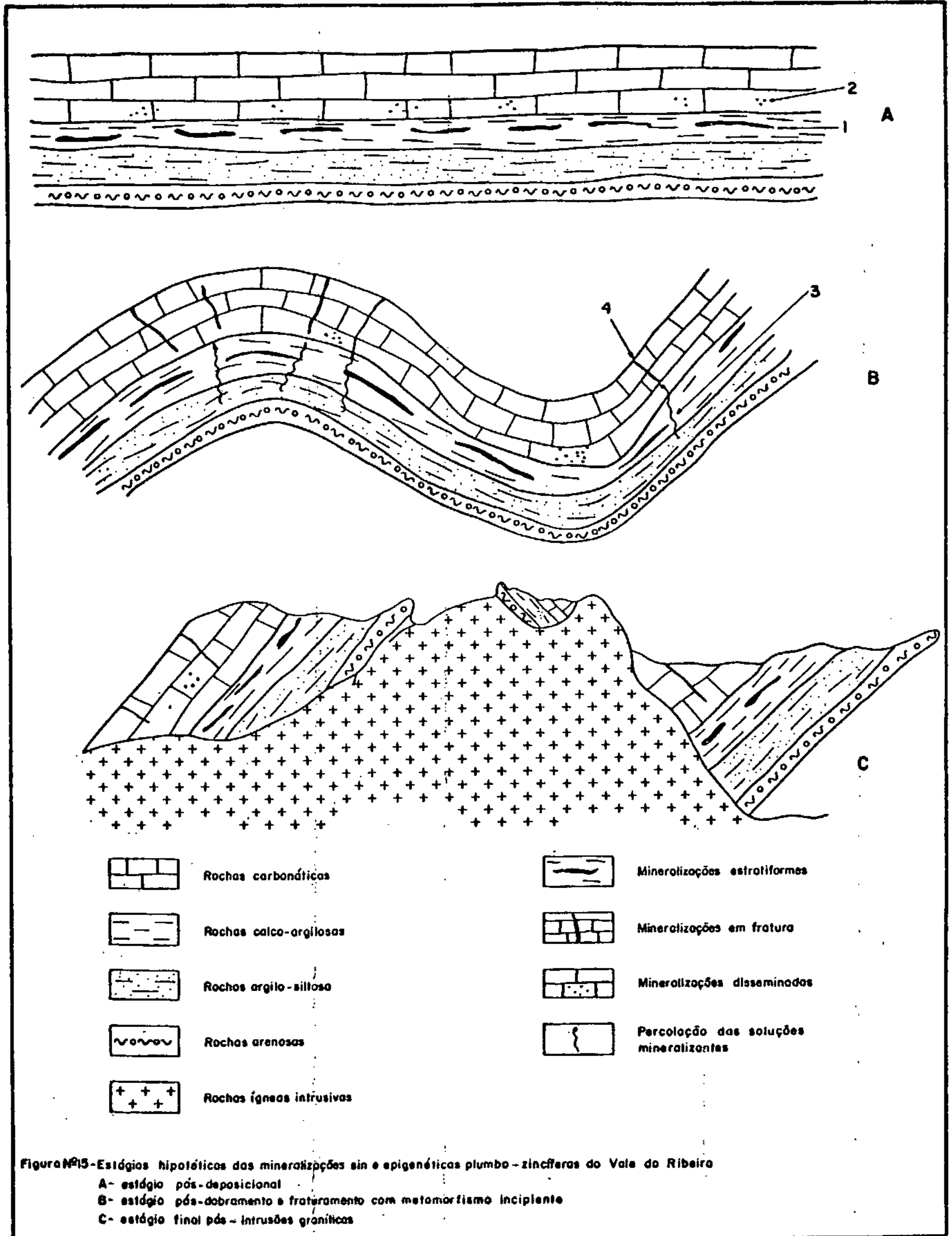
12.3 - Jazida do Perau

Segundo I.M. SOUZA e G.A.C. CAMPANHA (1977), a mineralização de chumbo ocorre em forma de veio-camada, concordante com o acamamento, encaixada em quartzo anfibólíoxistos e calco-xistos, tendo por base um filito-grafitoso. A zona mineralizada apresenta espessura variável entre 1 e 10 metros, estendendo-se por mais de 1.600 m, sendo até o momento detectado apenas no flanco NW de uma anticlinal.

Os dados dos autores acima, a respeito das mineralizações do Perau, que se distribuem por uma grande extensão, concordantes ao acamamento reliquiar e considerado ainda o fato delas ocorrerem em posição estratigráfica precisa, evidenciam a hipótese de uma origem sedimentar singenética do chumbo nesta jazida.

12.4 - Estágios hipotéticos das mineralizações singenéticas e epigenéticas plumbo-zincíferas do Vale do Ribeira

As jazidas do Lajeado e Furnas, de um lado com características epigenéticas, originadas a partir da remobi



lização e concentração de sulfetos pré-existentes e posterior preenchimento de fraturas em calcários competentes, e do outro lado a jazida do Perau com particularidades de uma origem sedimentar singenética e considerando ainda a existência de jazimentos híbridos como Barrinha e Painelas do Brejaúvas, impele-nos a esquematizar na figura nº 15 os estágios hipotéticos da possível origem das mineralizações plumbó-zincíferas do Vale do Ribeira.

A figura nº 15 mostra ainda a evolução desde a sedimentação (A) até o metamorfismo epizonal e intrusão de rochas graníticas (C), além de um estágio intermediário de dobramento com fraturamento conseqüente (B).

Os eventos mineralizantes aventados são a seguir sumarizados e esquematizados na mesma figura.

1 - Minerais de chumbo e zinco concordantes com o acamamento, de origem primária sedimentar, em consonância com as rochas calcáreas argilosas.

2 - Disseminações de sulfetos singenéticos a sedimentação química.

3 - Soluções percolantes hidrotermais de origem metamórfica, que se tornaram mineralizantes a medida que atravessaram as camadas mineralizadas a chumbo e zinco, provocando a remobilização para as fraturas das rochas carbonáticas.

13 - CONCLUSÕES FINAIS

O objetivo fim do estudo orientativo, foi o estabelecimento de parâmetros norteadores da prospecção geoquímica de âmbito regional a ser encetada nas etapas seguintes.

Os principais parâmetros estabelecidos estão a seguir sumarizados:

1 - A metodologia de pesquisa adotada, através da coleta e análise de sedimento de corrente, mostra-se perfeitamente adequada a área do projeto, atendendo aos objetivos previstos.

2 - A prospecção através de sedimentos revelou-se sensível e precisa, realçando no primeiro caso as diferenças entre áreas estêreis e mineralizadas, e no segundo caso reproduzindo várias vezes os mesmos teores relativamente elevados de elementos filiados a rochas básicas ao longo de drenagem superimposta a um dique de diabásio.

3 - Na amostragem das aluviões, deve-se colher apenas o material situado no leito ativo da corrente, abaixo do nível d'água e, de preferência, depositado na calha da drenagem. A coleta deverá ser composta, colhendo-se na mesma estação sedimentos em vários pontos, longitudinalmente a calha e de preferência no talvegue do canal ativo, numa distância variável entre 30 m e 50 m, minimizando-se assim, a possibilidade de coleta de sedimentos inadequados ou não representativos da estação.

4 - Há diferenças significativas entre os teores de cobre obtidos pela análise dos sedimentos por método rápido com leitura por espectrofotometria de absorção atômica e por espectrografia de emissão semi-quantitativa.

5 - As diferenças entre os dois métodos persistem com relação ao chumbo.

6 - Os métodos analíticos indicados para as etapas regionais e de *follow-up* são os seguintes: sedimento de cor

rente - método rápido com leitura por espectrofotometria de absorção atômica, concentrado de bateia - espectrografia de emissão semi-quantitativa para 30 elementos e absorção atômica.

7 - O método analítico por absorção atômica exibiu muita precisão, tendo-se sobressaído nas análises dos seguintes elementos traços - cobre, manganês, níquel e zinco com erros inferiores a 2,0%, enquanto que para chumbo, cobalto e ferro apresentou erros de distribuição de 4,5%, 7,6% e 4,6% respectivamente.

8 - Em nenhuma amostra foi detectado molibdênio, tornando-se inexecutável a sua análise para as etapas regionais, pois, seus teores estiveram sempre abaixo do limite de detecção do método analítico empregado, nas três áreas mineralizadas trabalhadas.

9 - Foram escolhidos os seguintes elementos para a análise dos sedimentos da geoquímica regional: cobre, chumbo, zinco, antimônio, níquel, cobalto, prata, ferro e manganês. Para o *follow-up* apenas cobre, chumbo e zinco.

10 - A dispersão dos elementos traços alvos é predominantemente clástica, quando nas proximidades da fonte, tornando mais hidromórfica, a medida que se afasta da área mineralizada.

11 - A aplicação da análise de variância foi de muita utilidade na seleção da granulometria ideal, pois, permitiu verificar a existência de diferenças entre as frações analisadas e posteriormente com o auxílio do teste LSD (*least significant difference*) de Fisher, determinar quais as frações que apresentavam divergências.

12 - Com base nos estudos de dispersão geoquímica, análise de variância e contrastes, foi escolhida a fração granulométrica inferior a 80 mesh, para a análise das amostras de sedimento de corrente, coletadas durante a geoquímica regional.

13 - Ocorrências de pequeno porte só serão detectadas se for amostrada correntes que as drenam diretamente.

14 - Ocorrências de porte médio serão detectadas mesmo que não sejam drenadas diretamente pela corrente amostrada, desde que a estação de coleta esteja no receptor, a jusante da confluência com o tributário que as drena.

15 - É útil analisar a fração pesada em drenagens - com área de captação superior a 40 km^2 , pois, há um enriquecimento no teor de chumbo e zinco, realçando seus valores.

16 - A associação paragenética dos elementos alvos variou conforme o tipo de mineralização: na área de Furnas os coeficientes mais elevados foram entre chumbo e zinco, enquanto que na área da Barrinha eles foram mais elevados entre chumbo e antimônio.

17 - O padrão de dispersão estudado na área do Caraga-Grande permitiu definir, como limite de detecção em sedimento de corrente, a distância de 500 m de um halo secundário, cujo valor em solo residual seja da ordem de 300ppm em Pb.

18 - Os seguintes tipos de mineralizações são possíveis de ocorrer no Vale do Ribeira gerados a partir de:

1º - Soluções hidrotermais originadas a partir de remobilização de minerais pré-existentes preenchendo fraturas em calcários.

2º - Dissolução do calcário por soluções mineralizantes e conseqüente deposição de galena e esfalerita.

3º - Mineralizações estratiformes com veio-camada em posição estratigráfica definida.

4º - Mineralizações híbridas-estratiformes e localmente fraturas preenchidas por remobilização.

14 - BIBLIOGRAFIA

- ADDAS, W. & FERREIRA, F.J.F. - Média móvel: aplicação no de lineamento do "trend" de chumbo do Vale do Ribeira. In. SIMPOSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1, São Paulo, 1977. Anais do... São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. Núcleo de São Paulo, 1977.
- ADDAS, W. & VINHA, C.A.G. da - *Projeto Sudelpa - Reconhecimento Geoquímico*. BRASIL. SUDELPA/CPRM, Relatório Inédito, S.Paulo, vol. XV, XVI, XVII, 697 p., 1975.
- BRUNI, D.C. *et alii* - *Projeto Serra da Jacobina - Reconhecimento Geoquímico Regional - Estudo Orientativo*. BRASIL, DNPM/CPRM, Relatório Inédito, Salvador, 56 p., 1976.
- CASSEDANE, JACQUES - *Catalogue descriptif des gites de plomb et zinc du Brésil*. (Tese doc. sc. Natur. - *Université de Clermont Ferrand*) - Clermont (s.ed.), 1970. 595 p. (parte referente a São Paulo e Paraná).
- COUTINHO, JOSÉ M.V. - Estado atual de conhecimento do pré-Cambriano superior sul brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25. São Paulo, 1971. Soc. Bras. Geol., (B. Espec., 1), p. 185-186.
- HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. - *Geochemistry in mineral exploration*. Tokyo, Harper International Student Reprint, 1965, 415 p.
- HEINECK, C.A. *et alii* - *Projeto Geoquímica do Bambuí - Geoquímica Piloto*. BRASIL, DNPM/CPRM, relatório inédito, Belo Horizonte, vol. 1, 193 p., 1975.
- KNECHT, THEODORO - As minas de chumbo de Furnas no Município de Iporanga. *B. Agric.*, São Paulo, 30(1/2), 702-733, 1929, il.
- KOCH, JR., G.S. & LINK, R.F. - *Statistical analysis of geo-*

- logical data.* John Wiley & Sons Inc., New York, v.1, 1971, 375 p.
- LEVINSON, A.A. - *Introduction to Exploration Geochemistry.* Maywood, Illinois, Applied Publishing Ltd., 1974, 612 p.
- MULLER, D.W. & DONOVAN, P.R. - Stream Sediment Reconnaissance for Zinc Silicate (Willenute) in the Flenders Rangers, South Australia. *Geochemical Exploration*, Colorado, Volume especial n.11, p.231-233, 1970, il.
- PAIVA, I.P. *et alii* - *Projeto Leste do Paraná; Folha Apiaí, Relatório Final - geologia.* CPRM - SUREG-SP/DNPM/ BADEP / IGUFP. 1977, v.1, ilust. mapas.
- SKINNER, B.J. - *Recursos Minerais da Terra.* Traduzido por Helmut Born e Eduardo Camilher Damasceno. São Paulo, Edgard Blucher, 1969, 139 p.
- SOUZA, I.M. & CRUZ CAMPANHA, G.A. da - Chumbo e cobre no Vale do Ribeira. Mina Barra do Perau, Município de Adrianópolis, Estado do Paraná. *Miner.Metal.*, Rio de Janeiro, 40 (384): 4-7, mar., 1977.
- SUSZCZYNSKI, E.F. - *Os Recursos Minerais Reais e Potenciais do Brasil e sua Metalogenia.* Livraria Interciência, Rio de Janeiro, 536 p., 1a. ed., 1975.
- TILL, R. - *Statistical Methods for the Earth Scientist.* Macmillan Press Ltd., London, 1974, 154 p.