

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

**PROJETO GEOQUÍMICA  
NA ÁREA DE GUARATUBINHA-PIEN**

**RELATÓRIO FINAL  
GEOQUÍMICA DE SEDIMENTO DE CORRENTE  
TEXTO  
VOLUME IV**

I96

*Marco Aurélio da Silva Carvalho*

*Gilberto José Machado*

SUREMI SEDETE	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório nº	942
N.º do Volume:	6
Vol.	4-5

PHL  
013167  
2007



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

*Fevereiro 1980*

**PROJETO GEOQUÍMICA  
NA ÁREA DE GUARATUBINHA - PIEN**

**Chefe do projeto: *Marco Aurélio da Silva Carvalho***

**Equipe executora: *Deocleciano Bittencourt Rosa***

*Elias Carneiro Daitx*

*José Borçato*

*Marciso José Rufino*

*Marco Aurélio da Silva Carvalho*

*Paulo Eduardo Prazeres de Oliveira*

*Roberto Zupelari*

*Winston Addas*

**Supervisão técnica: *Winston Addas***

**Colaboração especial: *Gilberto José Machado***

*José Francisco de Paula*

*Vladimir Amâncio de Oliveira*

**PROJETO GEOQUÍMICA  
NA ÁREA DE GUARATUBINHA - PIEN**

**RELATÓRIO FINAL  
ÍNDICE DE VOLUMES**

**VOLUME I**

DESCRIÇÃO E GEOLOGIA DA ÁREA - RESUMO; ABSTRACT; INTRODUÇÃO; CLIMA; VEGETAÇÃO; HIDROGRAFIA; GEOMORFOLOGIA; SOLO; GEOLOGIA; CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES; BIBLIOGRAFIA; ANEXOS.

**VOLUME II**

GEOQUÍMICA DE SOLO - RESUMO; ABSTRACT; INTRODUÇÃO; PEDOLOGIA; METODOLOGIA; APRESENTAÇÃO GRÁFICA; INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS; CONCLUSÕES; RECOMENDAÇÕES; BIBLIOGRAFIA.

**VOLUME III**

GEOQUÍMICA DE SOLO - ANEXOS I A XV - MAPA DE ESTAÇÃO DE COLETA; MAPAS DE TEORES; MAPAS DE ISOTEORES; MAPAS DE ÁREAS SELECIONADAS.

**VOLUME IV**

GEOQUÍMICA DE SEDIMENTO DE CORRENTE - RESUMO; ABSTRACT; PEDOLOGIA; TÉCNICA DE AMOSTRAGEM; PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS SELECIONADAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS; CRITÉRIOS PARA INTERPRETAÇÃO; GEOQUÍMICA REGIONAL - INTERPRETAÇÃO; GEOQUÍMICA DE SEMI-DETALHE INTERPRETAÇÃO; CONCLUSÕES; RECOMENDAÇÕES; BIBLIOGRAFIA.

**VOLUME V**

GEOQUÍMICA DE SEDIMENTO DE CORRENTE - ANEXOS I A XVI - MAPAS DE ESTAÇÕES DE COLETA; MAPAS DE TEORES; MAPAS DE ÁREAS SELECIONADAS PARA "FILL-IN"

**VOLUME VI**

ARQUIVO GERAL - REGIONAL E "FILL-IN"

## APRESENTAÇÃO

Este volume faz parte do relatório final do Projeto Geoquímica na Área de Guaratubinha-Pien, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), através de convênio com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e diz respeito às pesquisas aluvionares levadas a efeito tanto na fase regional, como na de semi-det<sup>al</sup>he.

Nele estão contidos os estudos prospectivos dos elementos alvos em sedimento de corrente *in natura* e fração pesada, relacionadas à cobertura pedológica e ao *bedrock*. Possui, além do texto, 8 figuras, 15 tabelas, 37 ilustrações e 24 fotografias. Os mapas de localização de amostragem, de teores e de áreas selecionadas, aqui mencionados, encontram-se no volume V, enquanto que os parâmetros analíticos e descritivos das amostras coletadas, acham-se no volume VI.

## ÍNDICE DAS FIGURAS

Número	Página
1 .....	17
2 .....	18
3 .....	19
4 .....	51
5 .....	59
6 .....	68
7 .....	75
8 .....	81



## ÍNDICE DAS FOTOS

Número	Página
1 .....	3
2 .....	4
3 .....	5
4 .....	6
5 .....	7
6 .....	8
7 .....	9
8 .....	10
9 .....	11
10 .....	11
11 .....	12
12 .....	13
13 .....	14
14 .....	15
15 .....	21
16 .....	21
17 .....	22
18 .....	22
19 .....	23
20 .....	23
21 .....	28
22 .....	28
23 .....	29
24 .....	29



## ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

Número	Página
1 .....	113
2 .....	116
3 .....	118
4 .....	120
5 .....	122
6 .....	124
7 .....	126
8 .....	128
9 .....	130
10 .....	132
11 .....	135
12 .....	137
13 .....	139
14 .....	141
15 .....	144
16 .....	146
17 .....	148
18 .....	150
19 .....	152
20 .....	154
21 .....	156
22 .....	158
23 .....	160
24 .....	162

Número	Página
25 .....	164
26 .....	166
27 .....	168
28 .....	170
29 .....	172
30 .....	174
31 .....	176
32 .....	178
33 .....	180
34 .....	182
35 .....	184
36 .....	186
37 .....	188



## ÍNDICE DAS TABELAS

Número	Página
I .....	24
II .....	25
III .....	33
IV .....	34
V .....	45
VI .....	50
VII .....	58
VIII .....	67
IX .....	74
X .....	80
XI .....	91
XII .....	95
XIII .....	99
XIV .....	101
XV .....	103

## SUMÁRIO

1.	RESUMO .....	1
2.	ABSTRACT .....	2
3.	SOLO .....	3
	3.1 - Considerações iniciais .....	3
	3.2 - Sumário da cobertura pedológica da Bacia de Guaratubinha .....	3
	3.3 - Sumário da cobertura pedológica da Bacia de Cam po Alegre .....	8
4.	TÉCNICA DE AMOSTRAGEM .....	16
	4.1 - Considerações iniciais .....	16
	4.2 - Registro dos dados de campo .....	16
	4.3 - Planejamento da amostragem .....	16
	4.4 - Desenvolvimento da amostragem .....	20
	4.5 - Estudo da variância de amostragem .....	20
5.	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS .....	27
	5.1 - Considerações gerais .....	27
	5.2 - Preparação das amostras .....	27
	5.3 - Espectrofotometria de absorção atômica .....	30
	5.4 - Espectrografia de emissão .....	30
	5.5 - Colorimetria .....	31
	5.6 - Análise mineralógica qualitativa .....	31
	5.7 - Avaliação da qualidade das análises de cobre, chumbo, zinco, cobalto e níquel por AA .....	31
	5.7.1 - Considerações iniciais .....	31
	5.7.2 - Precisão dos resultados analíticos .....	32
6.	- CRITÉRIOS PARA INTERPRETAÇÃO .....	36
	6.1 - Considerações gerais .....	36
	6.2 - Populações-alvo .....	36

6.3 - Processamento eletrônico .....	37
6.4 - Programas de aplicação utilizados .....	38
6.4.1 - Sumário das estatísticas e testes de distribuição .....	38
6.5 - Apresentação gráfica .....	40
7. GEOQUÍMICA REGIONAL - INTERPRETAÇÃO .....	42
7.1 - Sedimento de corrente .....	42
7.1.1 - Associação entre os elementos .....	43
7.1.2 - Cobre .....	46
7.1.2.1 - Parâmetros estatísticos .....	46
7.1.2.2 - Distribuição dos teores de cobre na área .....	49
7.1.2.3 - Anomalias .....	52
7.1.3 - Chumbo .....	55
7.1.3.1 - Parâmetros estatísticos .....	55
7.1.3.2 - Distribuição dos teores de chumbo na área .....	60
7.1.3.3 - Anomalias .....	61
7.1.4 - Zinco .....	62
7.1.4.1 - Parâmetros estatísticos .....	63
7.1.4.2 - Distribuição dos teores de zinco na área .....	65
7.1.4.3 - Anomalias .....	66
7.1.5 - Cobalto .....	70
7.1.5.1 - Parâmetros estatísticos .....	70
7.1.5.2 - Distribuição dos teores de cobalto na área .....	73
7.1.5.3 - Anomalias .....	76
7.1.6 - Níquel .....	78
7.1.6.1 - Parâmetros estatísticos .....	78
7.1.6.2 - Distribuição dos teores de níquel na área .....	82
7.1.6.3 - Anomalias .....	83

7.1.7 - Arsênio .....	85
7.1.7.1 - Parâmetros estatísticos .....	85
7.1.8 - Molibdênio .....	87
7.1.8.1 - Comentários gerais .....	87
7.1.8.2 - Anomalias .....	88
7.1.9 - Complexo gnáissico-migmatítico .....	90
7.1.9.1 - Parâmetros estatísticos .....	90
7.1.9.2 - Anomalias .....	92
7.1.10 - Complexo básico-ultrabásico de Pien ....	94
7.1.10.1 - Parâmetros estatísticos .....	94
7.1.10.2 - Anomalias .....	94
7.2 - Concentrado de bateia .....	97
7.2.1 - Comentários gerais .....	97
7.2.2 - Área total .....	98
7.2.3 - Sequência vulcano - sedimentar do Guaratu- binha .....	100
7.2.4 - Bacia de Campo Alegre .....	102
7.2.5 - Discussão dos resultados .....	105
8. GEOQUÍMICA DE SEMI-DETALHE - INTERPRETAÇÃO .....	107
8.1 - Considerações iniciais .....	107
8.2 - Critérios de seleção .....	107
8.3 - Interpretação dos resultados .....	108
8.4 - Apresentação gráfica .....	109
8.5 - Descrição das áreas .....	110
8.5.1 - Área I .....	110
8.5.2 - Área II .....	114
8.5.3 - Área III .....	117
8.5.4 - Área IV .....	119
8.5.5 - Área V .....	121



8.5.6 - Área VI .....	123
8.5.7 - Área VII .....	125
8.5.8 - Área VIII .....	127
8.5.9 - Área IX .....	129
8.5.10 - Área X .....	131
8.5.11 - Área XI .....	133
8.5.12 - Área XII .....	136
8.5.13 - Área XIII .....	138
8.5.14 - Área XIV .....	140
8.5.15 - Área XV .....	142
8.5.16 - Área XVI .....	145
8.5.17 - Área XVII .....	147
8.5.18 - Área XVIII .....	149
8.5.19 - Área XXIX .....	151
8.5.20 - Área XX .....	153
8.5.21 - Área XXI .....	155
8.5.22 - Área XXII .....	157
8.5.23 - Área XXIII .....	159
8.5.24 - Área XXIV .....	161
8.5.25 - Área XXV .....	163
8.5.26 - Área XXVI .....	165
8.5.27 - Área XXVII .....	167
8.5.28 - Área XXVIII .....	169
8.5.29 - Área XXIX .....	171
8.5.30 - Área XXX .....	173
8.5.31 - Área XXXI .....	175
8.5.32 - Área XXXII .....	177
8.5.33 - Área XXXIII .....	179
8.5.34 - Área XXXIV .....	181

8.5.35 - Área XXXV .....	183
8.5.36 - Área XXXVI .....	185
8.5.37 - Área XXXVII .....	187
9. CONCLUSÕES .....	189
10. RECOMENDAÇÕES .....	191
11. BIBLIOGRAFIA .....	193

## 1 - RESUMO

Aproximadamente 600 amostras de sedimento de corrente e 50 de concentrado de bateia foram coletadas nas áreas das sequências vulcano-sedimentares do Guaratubinha e Campo Alegre. Foram executadas, nas amostras de sedimento de corrente, análises para cobre, chumbo, zinco, cobalto, níquel e molibdênio por absorção atômica, e arsênio por colorimetria. Já nas amostras de concentrado de bateia foram realizadas análises espectrográficas para 30 elementos padrão. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente, usando-se computação eletrônica. Depois destes tratamentos, foram selecionadas as amostras cujo teor dos elementos analisados ultrapassaram o limiar estatístico, e, após compatibilização com a geologia dos locais de coleta, foram escolhidas aquelas que se mostraram geoquimicamente mais interessante para serem detalhadas. Deste modo, mais 170 amostras foram coletadas em 37 áreas de interesse, buscando a confirmação dos resultados obtidos na fase regional de amostragem e, também, o fornecimento de mais subsídios sobre o comportamento geoquímico das áreas detalhadas. Após interpretação dos resultados obtidos, 15 destas áreas se mostraram promissoras à mineralização, sendo recomendadas para futuros trabalhos.

## 2 - ABSTRACT

Approximately 600 samples of stream sediment and 50 of pan concentrate were collected in the vulcano-sedimentaries sequences areas of Guaratubinha and Campo Alegre. The samples of stream sediment were analysed for copper, lead, zinc, cobalt, nickel and molibdenium by atomic absorption spectrophotometry method, and arsenic by colorimetry, while pan concentrate were executed 30 elements spectrographic emission analysis. The obtained data were statistically treated, using computer. After this treatment, the samples with anomalous values and with compatible geology were selected for a detailment phase. So, plus 170 samples were collected in 37 areas that showed some interest, looking for a confirmation of results obtained in the regional phase, and, - also, informations about the geochemical landscape of the detailed regions. Of the interpretation of this results, 15 areas showed mineralization possibility, and were recommended for prospecting continuity.



### 3 - SOLO

#### 3.1 - Considerações iniciais

Os critérios descritivos e demais informações, com respeito, ao estudo da cobertura desenvolvida sobre os *bedrocks* alvos do projeto em apreço, encontram-se no volume II (geoquímica de solo). No presente relatório serão apresentados, apenas, as descrições dos perfis descritos sobre as principais sequências litoestratigráficas ocorrentes nas bacias de Guaratubinha e Campo Alegre.

#### 3.2 - Sumário da cobertura pedológica da Bacia de Guaratubinha

Cerca de 10% da área não apresenta cobertura de solo, à exceção de tênue camada de material orgânico assentado diretamente sobre a rocha alterada. Em geral, estes afloramentos expostos, encontram-se nas serrarias cujas falhas mostram-se excessivamente íngremes. Nestes casos, o material rochoso mais comum é de natureza vulcânica e constituição riolítica. A foto nº 1 mostra ao fundo algumas exposições de rocha.



Foto nº 1. Observa-se ao fundo áreas desnudadas e com pouca vegetação.

Apesar de mais raros, sobre esses vulcanitos ácidos são, ainda, encontrados solos imaturos, mas com sinais de um desenvolvimento precoce, são cambissois com o B bastante argiloso e indiferenciado (foto nº 2).



Foto nº 2

Solo desenvolvido sobre tufo vulcânico. O horizonte A é praticamente inexistente. O B apresenta-se rico em argila, embora sem distinção de subhorizontes. É marcante a passagem do B para o C. Este conserva as feições estruturais herdadas da rocha-mãe.

A medida que os derrames tornam-se mais básicos, o relevo fica mais suave e o solo mais maturo. A foto nº 3 mostra um perfil de solo desenvolvido sobre brecha vulcânica de granulação grosseira e composição andesítica. Observa-se nessa foto a presença de três horizontes constituindo o perfil. É interessante notar no horizonte C duas faixas de cores diferentes, a inferior apresenta coloração avermelhada (martelo) e está muito rica em óxidos de ferro, principalmente, hematita. Imediatamente acima, a coloração torna-se amarelada (enxadão). O horizonte A tem pouco material húmico, mas muita matéria orgânica, embora pouco decomposta.

O B é bastante argiloso e passa difusamente para o C, havendo entre eles uma faixa de transição BC.



Foto nº 3 - Solo desenvolvido sobre brecha andesítica. O horizonte C encontra-se ligeiramente laterizado. O martelo aponta uma camada rica em óxidos de ferro (hematita).

A foto nº 4 mostra o perfil de solo desenvolvido sobre rocha andesítica a riódacítica. Embora, a rocha seja intermediária, o desenvolvimento da cobertura secundária é pouco pronunciada.

O horizonte C é bastante espesso, estando assentado sobre ele, mas sem passagem marcante, uma faixa com material pedogênico envolvendo fragmentos líticos. Sobre esta faixa de transição BC, ocorre espesso horizonte A rico em material húmico.



Foto nº 4 - Solo litó-  
lico sobreposto a ro-  
cha andesítica. Embo-  
ra o manto de intempé-  
rico seja muito espes-  
so, a faixa predomi-  
nantemente pedogênica  
mostra-se bastante -  
delgada.

A cobertura sobreposta às rochas sedimentares normalmente são mais evoluídas. A foto nº 5, mostra um perfil de solo evoluído sobre folhelho siltítico. Ele se apresenta podzolizado, com nítida separação entre os horizontes A, B e C.

O horizonte B de acumulação está subdividido em B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>. Este último é mais argiloso e conseqüentemente melhor estruturado. Entre o B<sub>2</sub> e o C ocorre um horizonte de transição BC com pedocaracterísticas ao lado das líticas.

O desenvolvimento da cobertura ocorrente sobre o conglomerado basal da fm Guaratubinha mostra-se bastante pronunciado.



Foto nº 5 - Solo tipo podzólico desenvolvido sobre folhelho sílico argiloso.

A foto nº 6 exhibe um corte de estrada de um solo latossolizado desenvolvido sobre esse conglomerado.

O horizonte B na foto, atinge mais de 1 m de espessura, entretanto, este mesmo horizonte chega a ter mais de tres metros a poucos passos do perfil fotografado.

A inusitada espessura, do solo em apreço, é tanta, que no presente corte de estrada com mais de 6 m de altura não é encontrado o horizonte C, apenas o BC. Este subhorizonte de transição exhibe vestígios estruturais do *bedrock*, minerais resistatos provenientes dos seixos do conglomerado e restos de sua matriz, tudo envolvido por material pedogênico.



Foto nº 6 - Perfil de solo, latossolizado, desenvolvido sobre o conglomerado basal da fm Guaratubinha.

### 3.3 - Sumário da cobertura pedológica da Bacia de Campo Alegre

A região de Campo Alegre apresenta solos em geral mais evoluídos que o de Guaratubinha. Explica-se esse maior desenvolvimento, em razão, da topografia mais suave de Campo Alegre, uma vez que os climas das duas áreas são semelhantes.

Como era de se esperar, os termos mais argilosos do lado sedimentar e os mais máficos do lado ígneo, constituem áreas com solos mais evoluídos, predominando nessas regiões os podzólicos.

A formação bateias, sequência basal desta bacia, é constituída principalmente por depósitos rudáceos, que

contrastam visivelmente com os sedimentos mais finos, estratigraficamente superiores, quanto a resistência ao intemperismo. Devido ao seu caráter mais resistente, constituem pequenas cristas de rochas que se salientam na topografia. Consequentemente, sua cobertura pedológica é imatura e pouco espessa.

A foto nº 7 exhibe um perfil de solo litólico, assentado sobre esse conglomerado.



Foto nº 7 - Solo litólico desenvolvido sobre conglomerado polimítico da formação Bateias - Bacia de Campo Alegre.

A constituição polimítica é retratada melhor na foto nº 8. A cor castanho-avermelhada característica desses depósitos, é o reflexo da coloração da sua matriz, provavelmente, rica em material vulcânico ácido. A natureza dos seixos é muito variada, entretanto, não são observados espécimes graníticos, embora o Batólito granítico Agudos, esteja nas proximidades.



Foto nº 8 - Conglomerado polimítico da fm Bateias-Bacia de Campo Alegre. A matriz apresenta-se bastante alterada, enquanto que os seixos, mais resistentes ao intemperismo, estão mais conservados.

A medida que os sedimentos tornam-se mais finos, o solo desenvolve-se mais, assim sobre os siltitos do membro Rio Turvo, o solo já é um cambissol.

A foto nº 9 - mostra um perfil de solo desenvolvido sobre esse siltito.

O horizonte A, apresenta-se bastante espesso, assenta-se sobre um horizonte com material pedológico associado a material lítico, essa faixa de transição é muito expressiva, atingindo mais de 1,0 m de espessura.

É notável nesse perfil a marcante passagem dessa faixa para o horizonte C, sugerindo um posicionamento desse material pedológico a partir de um escorregamento no plano do horizonte C (siltito horizontal muito estratificado).





Foto nº 9 - Solo desen-  
volvido sobre siltito  
do membro Rio Turvo.

Foto nº 10 - Detalhe da  
marcante passagem do ma-  
terial pedológico para  
o lítico, sugerindo um  
escorregamento.



Ainda, sobre o membro Rio Turvo, são encontrados termos excessivamente argilosos, sendo utilizados inclusive para a confecção de telhas e tijolos. O aproveitamento é *in natura* eliminando-se apenas parte do horizonte orgânico A que no local é bastante espesso.

A foto nº 11 - revela um perfil de solo desenvolvido sobre folhelho argiloso do membro Rio Turvo.

O solo apresenta-se bem diferenciado, com destaque especial para o horizonte A, que se mostra rico em material húmico e muito espesso, atingindo por vezes mais de 1,0 m de espessura.

O horizonte B está bastante estruturado exibindo; inclusive, dois subhorizontes B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> embora, texturalmente sejam idênticos, diferenciam-se pela coloração.



Foto nº 11 - Solo pedológico, desenvolvido sobre folhelho argiloso do membro Rio Turvo.

São comuns na bacia de Campo Alegre as intercalações de tufos vulcânicos com rochas sedimentares. A cobertura pedológica desenvolvida nessas áreas, apresentam em geral horizonte A bastante espesso 0,60 m, contrastando com o B que muitas vezes não atinge 0,20 m.

O horizonte B contém elevado teor em argila e passa gradacionalmente para o C, havendo entre eles uma faixa de transição BC.



Foto n° 12 - Perfil - de solo evoluído sobre material vulcano-sedimentar.

Sobre tufos e ignimbritos ocorrem em geral solos podzólicos, com o B estrutural, diferenciado texturalmente nos subhorizontes  $B_1$  e  $B_2$ .

O  $B_1$  é mais amarelado, enquanto que o  $B_2$ , além de ser mais argiloso, apresenta-se mais rico em óxidos de ferro III, razão pela qual sua coloração é avermelhada.

Entre o horizonte pedológico B e a zona de alteração C, encontra-se um subhorizonte de transição BC.



Foto nº 13 - Solo de de desenvolvido sobre tufo vulcânico (brechas e ignimbritos).

A evolução do solo sobre andesito mostra-se - bastante acentuada, havendo marcante diferenciação em hori- zontes.

O horizonte B apresenta-se muito rico em argi- la sem distinção dos subhorizontes B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, vide foto nº 14.

O horizonte C de alteração apresenta-se rico em argila, notando-se faixas reliquiares finas, interdigita- da com grosseiras, estas revelam-se mais básicas. O andesi- to, quando fresco, também se apresenta interdigitado.



Foto nº 14 - Espessa  
cobertura podzólica -  
desenvolvida sobre an  
desito.

#### 4 - TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

##### 4.1 - Considerações iniciais

Tanto a fase de geoquímica regional como a de *fill in* constaram de amostragem de sedimento de corrente e concentrado de bateia, esta última em menor número.

##### 4.2 - Registro dos dados de campo

Todas as amostras tiveram seus parâmetros de campos registrados em fichas da CPRM, apropriadas para amostragem geoquímica (figura nº 1).

O preenchimento dos campos existentes na ficha obedecem às instruções constantes no manual de geologia da CPRM, sendo seguida a codificação expressa na figura 2.

Para o campo 64, composto de 5 caracteres, foi criada uma codificação livre (figura nº 3), específica do projeto, com o intuito de facilitar a seleção e a individualização das amostras, de acordo com o litotipo local e/ou da unidade litoestratigráfica da região, permitindo, ainda, a separação das amostras normais daquelas utilizadas para testes de variabilidade.

##### 4.3 - Planejamento da amostragem

A malha de amostragem obedeceu, na fase regional, à densidade de uma amostra para  $1,68 \text{ km}^2$  na bacia de Campo Alegre, e uma amostra para cada  $1,2 \text{ km}^2$  na bacia de Guaratubinha.

Excetuando-se, naturalmente, os casos de amostragem pontual, provocadas pela escassez de sedimento, a maior parte da amostragem foi do tipo composta, que consiste na coleta de material em vários pontos da drenagem, numa distância, variável de 5 a 20 metros. Com isto, pode-se creditar à amostra uma maior representatividade na área de captação.

Devido à capacidade natural das frações mais


 <b>FICHA DE CAMPO - AMOSTRA GEOQUÍMICA</b>														<b>1-CENTRO DE CUSTO</b>		<b>2-SUBCENTRO DE CUSTO</b>		<b>3-NUMERO DE CAMPO</b> <small>Coletor Nº de amostra Dup.</small>			<b>Nº DE LABORATÓRIO</b>		<b>FOLHA</b> <input type="checkbox"/> TOTAL				
<b>PROJETO:</b> .....														<b>DATA:</b> ...../.....													
<b>4 - Base Cartográfica</b> <small>Proced.</small>														<b>5 - Escala</b>		<b>6 - Denominação local</b>											
<b>7 - Latitude</b> <small>Graus Minutos Segundos N/S</small>				<b>8 - Longitude</b> <small>Graus Minutos Segundos</small>				<b>9 - Abcissa (x)</b>		<b>10 - Ordenada (y)</b>		<b>11 - UTM - Longitude</b>		<b>12 - UTM - Latitude</b>		<b>13 - Meridiano central</b>											
<b>14 - Classe amostra</b>		<b>15 - Tipo amostragem</b>		<b>16 - Ponto amostra</b>		<b>17 - Rocha regional</b>		<b>18 - Idade Geológica</b>		<b>19 - Material Coletado</b>		<b>20 - Pluviosidade</b>		<b>21 - Tipo vegetação</b>		<b>22 - Sit. topográfica</b>		<b>23 - Sit. amostra</b>		<b>24 - Altitude</b>		<b>25 - Profund. de amostragem</b>		<b>26</b>			
<b>27 - Forma ígnea</b>		<b>28 - Situação estrutural</b>		<b>29 - Matriz predominante</b>		<b>30 - Grau de intemp./asidação</b>		<b>31 - Tipo alteração</b>		<b>32</b>	<b>33 - Tipo mineral</b>		<b>34 - Caracterização depósito/ocorrência</b> <small>Forma Modo</small>		<b>35</b>	<b>36 - Largura do rio</b>		<b>37 - Profund. do rio</b>		<b>38 - Velocid. corrente de água</b>		<b>39 - Nível de água</b>		<b>40 - Área drenagem</b>		<b>41 - Turb. de água</b>	
<b>42 - Posic. leito</b>		<b>43 - Cor da água</b>		<b>44 - Grau arredond.</b>		<b>45 - Volume original</b>		<b>46 - Peso da concentração</b>		<b>47</b>	<b>48 - Granulometria sedimento/solo</b> <small>Máxima Mínima</small>		<b>49 - Textura do Sedimento/solo (%)</b> <small>Cascalho Areia Silte Argila Mat Org.</small>				<b>50 - Cor sed./solo</b>		<b>51</b>	<b>52 - Horiz. de solo</b>		<b>53 - Tipo de solo</b>		<b>54</b>	<b>55 - Amb. biótica</b>		<b>56</b>
<b>57 - Eh</b> <small>Sinal</small>				<b>58 - pH</b>		<b>59 - Metod. usada b. frio</b>		<b>60 - Outras análises</b>		<b>61 - Outras análises</b>		<b>62 - Outras análises</b>		<b>63 - Outras análises</b>		<b>64 - Codificação livre</b>											
<b>65 - Observações - comentários</b>														<b>66 - Observações - comentários</b>													
														<b>PERF.</b>		<b>Data</b>		<b>PERF./CONF.</b>		<b>Data</b>							

Figura 1 - Modelo de ficha de campo para amostragem geoquímica

<b>14-CLASSE DA AMOSTRA</b> S - Sed. Corrente R - Rocha L - Solo B - Conc. Batéia V - Vegetação A - Água M - Mineral/Minério Z - Outras	<b>17-ROCHA REGIONAL (cont)</b> L - Ardósia M - Graus 1-Calcária N - Xisto 2-Vulcano- O - Quartzito clástica P - Mármore Q - Filito R - Hornfels S - Ignea Ácida T - Ignea Alcalina U - Ignea Máfica/Ultram. V - Vulc. Ácida X - Vulc. Básica/Interm.	<b>21-TIPO DE VEGETAÇÃO</b> A - Terras cultivadas/pastagens B - Floresta Fechada C - Floresta Aberta D - Caatinga/Agreste E - Cerrado F - Pantanal G - Mangue	<b>31-TIPO DE ALTERAÇÃO</b> A - Propilitização B - Argilitização C - Silicificação D - Sericitização E - Feldspatização Z - Outros	<b>40-ÁREA DRENAGEM</b> 1 - Até 10 Km <sup>2</sup> 2 - 10Km <sup>2</sup> - 50 Km <sup>2</sup> 3 - 50Km <sup>2</sup> - 100 Km <sup>2</sup> 4 - 100Km <sup>2</sup> - 500 Km <sup>2</sup> 5 - 500Km <sup>2</sup> - 1000 Km <sup>2</sup> 6 - 1000Km <sup>2</sup> - 10000 Km <sup>2</sup> 7 - Acima de 10000 Km <sup>2</sup>	<b>49-TEXTURA DO SOLO/SED</b> Use em cada um dos campos números de 1 - 9 significando a porcentagem de cada um dos seguintes elementos: Cascalho, Areia, Silte, Argila e Matéria Orgânica
<b>15 TIPO DE AMOSTRAGEM</b> A - Simples B - Composto C - Canal Z - Outros	<b>18-IDADE GEOLÓGICA (2 colunas)</b> A - Pré-Cambriano B - Eo-Cambriano C - Paleozóico D - Cambriano E - Ordoviciano F - Siluriano G - Devoniano H - Carbonífero I - Permiano J - Mesozóico K - Triássico L - Jurássico M - Cretáceo N - Cenozóico O - Terciário P - Quaternário X - Indeterminada	<b>22-SITUAÇÃO TOPO-GRÁFICA</b> A - Pé de Encoste B - Meia Encosta C - Topo	<b>33-MINERAL/MINÉRIO</b> A - Metais Preciosos B - Metais não Ferrosos C - Metais Ferrosos D - Metais Leves E - Sb, As, Bi, Hg, Zr. F - Fertilizantes G - Minerais industriais Z - Outros	<b>41-TURBIDEZ DA ÁGUA</b> 0 - Nenhuma 2 - Moderada 1 - Pouca 3 - Muita	<b>50- COR DO SOLO</b> Idêntico ao Campo 43
<b>16-FONTE DA AMOSTRA</b> A - Afloramento B - Mina C - Poço D - Trincheira E - Sondagem F - Solo Residual G - Solo Transportado H - Solonão especificado I - Pantano J - Fonte K - Mar L - Rio M - Lago Z - Outras	<b>23-SITUAÇÃO DA AMOSTRA</b> A - Leito Seco B - Leito Ativo ao N. Água C - Leito Ativo Abaixo N. Água D - Leito Ativo Acima N. Água E - Banco F - Superfície	<b>27-FORMA IGNEA</b> A - Plutônica B - Extrusiva C - Dique ou Sill	<b>34-CARACT. DEP. MIN.</b> A - Veio B - Amas C - Estratiforme D - Nivel Mineralizado E - Veio+Amas F - Veio+Estratiforme G - Amas+Estratiforme H - Veio+Amas+Estrat.	<b>42-POSICÃO NO LEITO</b> D - Margem Direita E - Margem Esquerda C - Calha	<b>52-HORIZONTE SOLO</b> A - A B - B C - C D - A 00 E - A 0 F - B 1 G - B 2 H - Não Identificado I - Composto J - Sem zoneamento Ap
<b>17-ROCHA REGIONAL</b> A - Não Identificada B - Sedimentar C - Metamórfica D - Ignea Intrusiva E - Vulcânica F - Conglomerado G - Arenito H - Siltito I - Argilito J - Folhelho K - Seq. Carbonática	<b>20-PLUVIOSIDADE DURANTE A COLETA</b> A - Período Seco B - Chuvas esparsas C - Chuvas diárias D - Chuvas fortes raras E - Chuvas torrenciais	<b>28-SITUAÇÃO ESTRUTURAL</b> A - Fratura ou Junta B - Cizalhada ou Falha Z - Outra	<b>36-VELOC. CORRENTE</b> 0 - Parada 1 - Lenta 2 - Baixa 3 - Moderada 4 - Rápida	<b>43-COR DA ÁGUA</b> A - Clara B - Vermelha C - Marrom D - Cinza E - Preta F - Branca G - Laranja H - Verde I - Amarela	<b>53-TIPO DE SOLO</b> A - Laterítico B - Salino C - Orgânico D - Calcário Bem Drenado E - Calcário Mal Drenado F - Jovem G - Não especificado
	<b>29-MATRIZ (Predominância)</b> A - Silica B - Fe/Mn C - Carbonato D - Argila Z - Outra	<b>30-GRAU INTEMPERISMO/Oxidação</b> A - Decomposta ou Oxidada B - Parcial-dec. ou Oxidada C - Fresca ou não Oxidada	<b>38-NÍVEL DA ÁGUA</b> 0 - Seco 1 - Baixo 2 - Normal 3 - Alto 4 - Caudaloso	<b>44-ARRE. DONDAMENTO</b> A - Angular B - Subangular C - Subarredondado D - Arredondado	<b>55-AMBIENTE BIÓTICO</b> A - Xerófila B - Mesófila C - Hidrófila D - Freatófila E - Halófila F - Epífita G - Parasítica H - Saprofítica

19 MATERIAL COLETADO (NÃO SE APLICANDO QUALQUER DOS CÓDIGOS ABAIXO, ESTABELEÇA OUTROS E COMUNIQUE AO DEGEO)

AGUA FREÁTICA AGFT AGUA FLUVIAL AGFV AGLOMERADO AGLM ALASKITO ALSK ALCANIGRANITO ALGR ALCALISINITO ALSN ALUVIÃO ALUV ANDESITO ANDS ANFIBOLITO ANFB ANDRITA ANDR ANORTOSITO ANRT ANTRACITO ANTR APLITO APLT ARCOSEDO ARCS ARDÓSIA ARDS AREIA AREA ARENITO ARNT ARENITO LÍTICO ARLT ARENITO LITO. FELDSPÁTICO ARLF ARGILA ARGL ARGILITO ARGT AUGENNAISSE AUGS	BASALTO BS'T BASALTO TOLEÍTICO BTLT BASANITO BSNT BAUXITO BAXT BENTONITA BNTN BOSTONITO BSTN BRECHA BRCH B DE FALHA BRFL B VULCÂNICA BRVL BROTOS BRTO	CALCARENITO CCRN CALCÁRIO CALC CALCÁRIO DOLM CLCD CALCÁRIO FERRG. CLFR CALCÁRIO OOLITIC. CLOL CALCÁRIOSILIC. CLSL CALICHE CLCH CARBONATITO CABN CARVÃO CARV	CASCALHO CSCL CATACLASITO CTCL CAULIM CALM CHARNOOKITO CHRK CHERT CHRT COLUVIÃO COLV CONC. NATURAIS CNNT CONC. ARTIF. CIAIS CNAR CONCR ARENOSAS CARN CONCR. CARBO. NÁTICAS CCAR CONC. FERRUGINOSAS CFER CONCR. MAN. GANIFERAS CMAN CONCR. PIRITOSAS CPJR CONCR SILICOSAS CSIL CONGLOMERADO CNGL COQUINA COQN CROMITITO CRMT CAULE CALE	DACITO DCIT DIABÁSIO DIBS DIATOMITO DDMT DIORITO DORT DOLOMITO DLMT DUNITO DUNT	ECLOGITO ECLG EMBRECHITO EMBR EPIBOLITO EPBL EPIDIABÁSIO EPDB EPIDIORITO EPDR EPIDOTITO EPDT ESKARNITO ESKN ESPILITO ESPL ESSEXITO ESSX EVAPORITO EVPR	FELSITO FLST FENITO FNIT FILITO FLTO FILONITO FNTO FOIATO FOIT FOLHELHO FLHH FOLHELHO CAR. BÓNOSO FLHC FONOLITO FNLT FOSFATO FSFT FOSFORITO FSIT FOLHAS FLHA FRUTOS E/OU SEMENTES FRTO	GABRO GBRO GIPSO GPSO GNAISSE GNSS GOSSAN GSSN GRANITO GRNT GRANODIORITO GRDR GRANULITO GRNL GRAUVACA GRVC GREENSTONE GRNS GREISEN GRSN GRIT GRIT	HORNBLENDITO HBLD HORNFELS HRFL HUMUS HUMS	IGNIMBRITO IGMB IOLITO IJLT ITABIRITO ITBR	JACUPIRANGUITO JPGN JASPILITO JPLT	KERATÓFIRO KRFR KIMBERLITO KMBL	LAMPRÓFIRO LMPF LATERITA LYRT LATITO LTIT LAVA LAVA LEUCITAFO. NOLITO LCFN LEUCITASINITO LCSN LIMBURGITO LMBG LIMONITA LMNT LINHITO LNHT LOESSITO LSST	MALIGNITO MLGN MANGERITO MNGT MARGA MRGA MÁRMORE MRMR MATERIAL DE VEIO MTRV MELAFIRO MLFR METABÁSIO MBST METAGABRO MGBR METAPERIDOTITO MPRT METASEDIMENTO MSED	METAVULCÂNICA MVLC MIGMATITO MGMT MILONITO MLNT	MONZONITO MNZN MUDSTONE MOSN	NEFELINAMON. ZONITO NFMZ NEFELINASINITO NFSN NEFELINITO NFLT NÓDULOS NDLO NORDMARKITO NDNR NORITO NRTO	OCEANITO OCNT OLIVINABASALTO OBSL OLIVINAGABRO OGBR OOZE OOZE ORTOQUARTZITO ORQZ ORTOGNAISSE ORGN	PARAGNAISSE PRGN PEGMATITO PGMT PELITO PLIT PERACIDITO PRCD PERIDOTITO PRDT PICRITO PC'IT PIROXENITO PRXT PORFIRITO PRFR PÓRFIRO PRFO RANTA INTEIRA PLIN	QUARTZITO QTZT QUARTZO QRTZ QUARTZO BA. SALTO QZBS QUARTZO DIO. RITO QZDR QUARTZO GABRO QZBG QUARTZO KE FATÓFIRO QZKT QUARTZO LATI. QZLT QUARTZO MON. ZONITO QZMZ QUARTZO POR. FIRITO QZPT QUARTZO PÓR. FIRO QZPR QUARTZO SIENITO QZSN	RIODACITO RDCT RIOLITO RILT ROCHA DE DIOLE RDIO ROCHA GRANÍTICA RGNT ROCHA IGNEA RIGN ROCHA META. MÓRFICA RMET ROCHA LUTÓNICA RPLT ROCHA SEDIMENTAR RSED ROCHA VULCÂNICA RVLC RAIZES RAIZ	SERPENTINITO SRPN SHONQUINITO SHON SIENITO SINT SILTE SILT SILTITO SLTT SODALITASINITO SOSN SOLO SOLO TACTITO TCTT TAQUILITO TQLT TEFRITO TFRT TERALITO TRLT TESCHENITO TSCN TILITO TILT TINGUALEITO TNGT TONALITO TNLT TRAJUANDESITO TRAD TRAJUBASALTO TRBS TRAUQUITO TRQT TRAVERTINO TRVT TUFO TUFO TURFA TRFA	VIDRO VUL. CÂNICO VVLC VITRÓFICO VTRF	XISTO XSTO XISTO BETU. MINOSO XSBT
--	--	---	---	--	---	---	---	--	--	---------------------------------------	------------------------------------	---	---	---	---------------------------------	---	--	---	--	--	--	--	---------------------------------------

Figura 2 -Códigos utilizados no preenchimento das fichas de campo



2º Caracter

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1- Ultrabásicas          | 5- Sub-grupo Itararé     |
| 2- Básicas               | 6- Bacia de Campo Alegre |
| 3- Diabásio              | 7- Bacia de Guaratubinha |
| 4- Granitos e Migmatitos |                          |

3º Caracter

- A- Guaratubinha - sequência sedimentar
- B- Guaratubinha - sequência vulcânica riolítica
- C- Complexo Básico-Ultrabásico
- D- Granitos Agudos
- E- Complexo Gnáissico-Migmatítico
- F- Sedimentos Quaternários
- G- Diques Mesozóicos
- H- Sub-grupo Itararé
- I- Formação Bateias
- J- Membro Rio Vermelho
- K- Membro São Miguel
- L- Formação Serra de Papanduva
- M- Formação Rio Turvo
- N- Guaratubinha - sequência andesítica

4º Caracter

- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| A- Arcósió           | N- Talco-xisto            |
| B- Siltito           | O- Norito                 |
| C- Argilito          | P- Granito Calco-Alcalino |
| D- Conglomerado      | Q- Gnaisse                |
| E- Riolito           | R- Migmatito              |
| F- Brecha Riolítica  | S- Aluvião                |
| G- Microgranito      | T- Diabásio               |
| H- Andesito          | U- Traquito               |
| I- Metabasito        | V- Arenito                |
| J- Anfibolito        | X- Milonito               |
| K- Anfibólio-Gnaisse | Y- Filonito               |
| L- Serpentinito      | W- Cataclasito            |
| M- Peridotito        | Z- Diorito e Microdiorito |

5º Caracter

- 1- Amostra Normal
- 2- Amostra Duplicata
- 3- Amostra de Controle de Laboratório

Figura 3 - Códigos utilizados no preenchimento da codificação livre

finas (argila, silte e areia), em acumular certos elementos, estas foram as mais visadas.

#### 4.4 - Desenvolvimento da amostragem

A coleta de sedimento de corrente foi executada com as mãos, procurando-se colher o material no leito ativo e abaixo do nível de água da drenagem, evitando-se, tanto quanto possível, os sedimentos próximos das margens, por estarem mais sujeitos à contaminações. O material visado é, inicialmente, recolhido em uma bacia plástica, peneirado a menos nove *mesh*, misturado, quarteado, embalando-se, a seguir, uma parcela em torno de meio litro, em dois sacos plásticos, desprezando-se o restante.

Para obtenção dos minerais pesados, deu-se preferência à amostragem da porção grosseira do sedimento. Tal material, após ser recolhido em um balde plástico de 15 litros, era trabalhado em uma bateia de madeira, para a separação da fração pesada. Excepcionalmente, quando esta fração era escassa, bateou-se volume de até 30 litros.

#### 4.5 - Estudo da variância de amostragem

Em aproximadamente 10% das estações normais de coleta de sedimento de corrente, foram colhidas duas amostras, a 50 m uma da outra, com o objetivo de testar a variância de amostragem do projeto e das equipes coletoras. A escolha das estações foi aleatória, estabelecendo-se, no entanto, uma periodicidade para a coleta dupla. Uma das amostras foi considerada de rotina, enquanto que, a outra de avaliação.

Um meio rápido e eficaz de avaliar a variância de coleta é tomar os pares de amostras das estações e aplicar o teste *t de Student*, supondo, como hipótese nula, que as médias das duas populações são iguais.

A tabela I mostra os resultados analíticos para cobre, chumbo, zinco, níquel e cobalto de cada, estação.



Foto nº 15 - Equipamento utilizado na coleta de sedimento de corrente.



Foto nº 16 - Recolhimento de material em bacia plástica.



Foto nº 17 - Aspecto do peneiramento do material.



Foto nº 18 - Recolhimento da amostra em saco plástico apropriado.



Foto nº 19 - Etiquetagem da amostra, identificada pela sigla do coletor e número da estação.



Foto nº 20 - Verificação de pH, através papel apropriado.

TABELA I - RESULTADOS ANALÍTICOS DE 31 PARES DE AMOSTRAS DUPLICATAS

Número de campo	Número de laboratório	Cobre	Chumbo	Zinco	Cobalto	Níquel
DB 048	IAK 386	14	23	75	10	7
DB 048 A	IAK 387	13	18	60	8	7
DB 112	IAK 454	14	8	120	21	23
DB 112 A	IAK 455	8	8	70	14	17
DB 001	IAK 205	7	35	45	4	3
DB 001 A	IAK 774	7	40	50	3	3
DB 021	IAK 226	8	10	95	14	3
DB 021 A	IAK 775	9	16	110	16	3
DB 062	IAK 402	7	30	45	5	3
DB 062 A	IAK 776	7	28	30	5	3
DB 081	IAK 422	8	16	70	4	7
DB 081 A	IAK 777	7	18	70	5	7
DB 148	IAK 493	5	8	80	6	3
DB 148 A	IAK 778	7	20	35	5	3
DB 166	IAK 796	7	18	50	4	3
DB 166 A	IAK 797	6	18	50	4	3
DB 182	IAK 814	6	12	60	10	10
DB 182 A	IAK 815	6	12	55	10	8
DB 205	IAK 839	15	21	90	10	14
DB 205 A	IAK 840	16	23	95	11	15
DB 222	IAK 858	3	6	7	N	3
DB 222 A	IAK 859	3	4	6	N	3
DB 254	IAM 982	9	12	65	7	9
DB 254 A	IAM 983	10	23	45	10	7
DB 262	IAM 991	10	14	45	10	14
DB 262 A	IAM 992	9	10	40	9	13
PP 041	IAK 375	6	21	55	3	3
PP 041 A	IAK 374	5	20	50	3	3
PP 062	IAK 510	5	16	50	4	9
PP 062 A	IAK 511	5	17	30	5	7
PP 080	IAK 529	6	16	75	4	4
PP 080 A	IAK 530	5	15	65	3	3
PP 100	IAK 998	13	40	22	3	3
PP 100 A	IAK 999	14	40	22	3	3
PP 121	IAL 021	26	9	65	30	55
PP 121 A	IAL 022	20	6	45	22	70
PP 142	IAL 043	9	14	45	11	18
PP 142 A	IAL 044	8	10	40	9	15
PP 222	IAL 945	12	4	100	45	50
PP 222 A	IAL 946	10	7	80	45	40
PP 161	IAL 063	10	5	45	14	55
PP 161 A	IAL 064	11	5	50	14	65
PP 180	IAL 412	4	26	28	3	3
PP 180 A	IAL 413	4	23	27	3	3
PP 221	IAL 943	10	7	75	26	27
PP 221 A	IAL 944	10	24	50	11	9
PP 201	IAL 434	12	10	85	23	30
PP 201 A	IAL 435	12	11	85	20	30
PP 262	IAM 122	5	21	60	5	3
PP 262 A	IAM 123	4	17	60	4	3
PP 280	IAM 398	16	10	55	19	40
PP 280 A	IAM 399	16	10	55	18	35
PP 303	IAM 424	12	12	85	22	26
PP 303 A	IAM 425	12	13	85	23	28
PP 021	IAK 352	12	15	60	18	17
PP 021 A	IAK 353	14	12	60	20	17
PP 261	IAM 120	10	18	40	6	15
PP 261 A	IAM 121	10	23	55	10	9
PP 301	IAM 421	8	25	50	6	7
PP 301 A	IAM 422	11	26	45	10	8
PP 262	IAM 122	5	21	60	5	3
PP 262 A	IAM 123	4	17	60	4	3

N - não detectado

TABELA II - TESTE t DE STUDENT DAS EQUIPES "PP" E "DB" E EM CONJUNTO (PP+DB).

Equipe	Est.	Cobre	Chumbo	Zinco	Cobalto	Níquel
P	t	0,7656	0,9777	2,0897	1,0835	0,5794
	v	17	17	17	17	17
	$\bar{\Delta}$	0,3333	0,1111	5,0556	1,1111	0,9444
	S $\Delta$	1,8471	4,8250	10,2640	4,3506	6,9152
D	t	0,7155	1,3125	1,9015	0,5767	1,2623
	v	12	12	12	11	12
	$\bar{\Delta}$	0,3846	1,9231	10,0769	0,4167	0,6154
	S $\Delta$	1,9381	5,2830	19,1070	2,5030	1,7578
P + D	t	1,06573	1,0013	2,7380	1,2381	0,8431
	v	30	30	30	29	30
	$\bar{\Delta}$	0,3548	0,9032	7,1613	0,8333	0,8064
	S $\Delta$	1,8537	5,0223	14,5627	3,6867	5,3255

t = teste de student  
v = graus de liberdade  
 $\bar{\Delta}$  = média das diferenças entre os pares de amostras  
S $\Delta$  = desvio das diferenças entre os pares de amostras  
Est. = estimadores

As amostras estão designadas pelo número de campo, e separadas em duas populações. Uma constituída pelo número da amostra, composto pela sigla do coletor mais algarismos arábicos (população normal) e outra constituída pelos mesmos símbolos mais a letra A (população duplicata). A designação destas populações se deu no ato da coleta e foi aleatória.

A tabela II apresenta os testes de *t Student* para os pares oriundos da população normal e duplicata, para as equipes PP e DB em conjunto e separadamente.

Comparando-se os *t* calculados com os tabelados, verifica-se que os valores críticos de *t* a 5% são iguais a 1,782, 1,734 e 1,697 (Dixon and Massey, 1957) para 12, 17 e 30 graus de liberdade, respectivamente.

O único elemento que não aceitou a hipótese nula foi o zinco. Todos os demais elementos a aceitaram tanto para as equipes isoladas (PP e DB) como globalmente (PP + DB).

A inaceitabilidade do zinco é consequência em parte pelo acentuado erro de distribuição analítica (vide item 5.7.2), pois, a variância estudada é a soma da de coleta mais a analítica.

A performance das equipes foi excelente, excetuando-se o zinco, é claro.



## 5 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS

### 5.1 - Considerações gerais

As amostras de sedimento de corrente foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para cobre, chumbo, zinco, níquel, cobalto e molibdênio, e por colorimetria para arsênio.

Em concentrado de bateia foi executada análise mineralógica qualitativa e espectrografia de emissão semi-quantitativa para 30 elementos (Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn, Zr).

As análises foram executadas no Laboratório de Análises Mineraias - LAMIN (CPRM-Rio de Janeiro), exceto o caso da análise para Mo. Como o limite inferior de sensibilidade é muito alto para este elemento (2 ppm), o que prejudicou sensivelmente o número de resultados definidos, resolveu-se reanalisá-lo nos laboratórios da PURIQUIMA LTDA., cujo limite inferior de sensibilidade é 0,5 ppm.

### 5.2 - Preparação das amostras

As primeiras tarefas relacionadas à preparação das amostras foram executadas na SUREG-SP. Os sedimentos de corrente e os solos foram secados em estufa a 80°C, desagregados e peneirados à granulometria inferior a 80 mesh, enquanto os concentrados de bateia requereram apenas uma secagem e a pesagem em balança de precisão. Posteriormente, no LAMIN, os sedimentos de corrente e solos sofreram uma pulverização a menos 150 mesh, enquanto os concentrados de bateia sofreram uma pulverização em gral de ágata entre 100 e 120 mesh.

As amostras de rocha, por sua vez, remetidas *in natura* ao LAMIN, foram partidas em pequenos fragmentos, britadas à fração de mais ou menos 5 mm, quarteadas e pulverizadas a menos 150 mesh.



Foto nº 21 - Identificação da amostra no recipiente na qual será secada.



Foto nº 22 - Aspecto da deposição da amostra no recipiente, antes de ir à estufa.



Foto nº 23 - Aspecto da estufa.



Foto nº 24 - Vibrador para peneiramento da amostra já seca.

### 5.3 - Espectrofotometria de absorção atômica

As determinações para Cu, Pb, Zn, Co e Ni foram realizadas numa mesma tomada de amostra. Uma grama de amostra pulverizada a menos 150 mesh, tratada com ácido nítrico concentrado à quente por duas horas, foi diluída com água deionizada a um volume de 10 ml, homogeneizada, centrifugada e lida num espectrofotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer modelo 103, calibrado com padrões do elemento que se queria analisar.

A análise para Cu, Pb, Zn e Ni foi efetuada, também, por meio de extração a frio, sendo a amostra digerida em solução aquosa de sal dissódico do ácido etileno diamino tetraacético (EDTA). A sensibilidade do método é de 3 e 1 ppm, respectivamente nos casos de Pb e de Cu, Zn, Co e Ni.

A determinação de Au foi executada em 10 mg de amostra calcinada a 700°C em forno e tratada com uma solução de bromo a 0,5%, em ácido bromídrico a quente. Após este tratamento, a amostra é diluída, e o ouro extraído com metil-isobutil-cetona. Depois de várias lavagens da camada orgânica, com ácido bromídrico diluído, o ouro é, então, determinado no espectrofotômetro, calibrado com padrões próprios. O limite de sensibilidade do método para esse elemento é de 0,05 ppm.

### 5.4 - Espectrografia de emissão

Neste método, 10 mg de amostra previamente moída à granulometria inferior a 150 mesh, são misturadas com 20 mg de pó de grafita, espectrograficamente pura, sendo a mistura colocada em eletrodo de grafita. As amostras são queimadas em espectrógrafo Wadsworth 1,5 m, da Jarrel Ash, durante dois minutos e quinze segundos e, as linhas emitidas pelos elementos são registradas em filmes Kodak SA - 1. A revelação é feita com o revelador Kodak D-19, durante dois minutos, a 18°C. A comparação do filme das amostras com um filme de padrões espectrográficos, obtidos em iguais condições, é feita visualmente em comparador Jarrel Ash.

Os padrões utilizados obedecem a série 1 - 2 - 5 - 10 - 20 - 50 - 100 ppm, etc, e interpolações visuais entre esses valores são sempre dados como 1,5 - 3 - 7 - 15 - 30 - 70 ppm, etc.. A precisão (reprodutividade) de um valor tabulado é de mais ou menos um intervalo, num limite de confiança de 68%, ou dois intervalos, num limite de confiança de 95%.

#### 5.5 - Colorimetria

Para a determinação de arsênio, a amostra é fundida em hidróxido de potássio e água. A solução é acidulada com ácido clorídrico e, após introdução do zinco metálico *mossy* a arsina que se desprende dentro de um sistema fechado reage com um papel impregnado com cloreto mercúrico. A cor amarelada obtida é comparada visualmente com padrões e relacionada a ppm de As. A sensibilidade do método é de 10 ppm.

#### 5.6 - Análise mineralógica qualitativa

A análise mineralógica qualitativa compreende a estimativa volumétrica dos minerais presentes em cada fração magnética de concentrados, utilizando-se o separador isodinâmico Franz.

A estimativa volumétrica é feita por meio de lupa binocular, usando-se, quando necessário, o microscópio polarizado. Os resultados são fornecidos em intervalos de percentagens, em relação ao volume de amostra analisada, representados pelos qualificadores X, Y e Z, que significam, respectivamente, maior do que 50%, entre 5 a 50% e menor do que 5%.

#### 5.7 - Avaliação da qualidade das análises de cobre, chumbo, zinco, cobalto e níquel por AA.

##### 5.7.1 - Considerações iniciais

A metodologia analítica mais utilizada foi a digestão das amostras por HNO<sub>3</sub> conc. a quente e leitura por

espectrofotometria de absorção atômica.

O critério empregado nesta avaliação teve os seguintes passos: coletou-se, numa única estação de amostragem, quantidade apreciável de material, no caso sedimento ativo de corrente, misturou-se bem em uma bacia de plástico, secou-se em vários pratinhos de papelão a 90°C, misturando-se novamente após a secagem, peneirou-se em granulometria inferior a 80 *mesh*, e, novamente, o material foi peneirado, sempre procurando-se obter a máxima homogeneização. Após esse processo a amostra foi subdividida em várias réplicas, e embalada em vidrinhos apropriados.

Esta amostra foi analisada 19 vezes em diferentes períodos, ou seja, cada lote remetido ao LAMIN continha uma ou mais réplicas dessa amostra-teste.

A tabela III mostra os resultados analíticos - dessas 19 réplicas. Um exame rápido dessa listagem ressalta uma precisão muito boa para os diferentes elementos dosados. O destaque especial é para o elemento cobre. Das 19 dosagens, 13 foram de 10 ppm, 4 de 11 ppm, uma 9 ppm e outra 12 ppm. O comportamento dos demais elementos, embora não reflitam tanta precisão como no caso do cobre, mas apresentam-se perfeitamente aceitáveis.

#### 5.7.2 - Precisão dos resultados analíticos

A precisão refere-se a 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 (Addas, 1978). Ela é estruturada pelo desvio padrão ou desvio geométrico (caso a distribuição seja lognormal) do erro da distribuição.

As 19 réplicas, oriundas de uma única amostra original, foram alvo de um tratamento estatístico, cujos pa-

TABELA III

RESULTADOS ANALÍTICOS DE 19 RÉPLI-  
CAS DE SEDIMENTO DE CORRENTE.

Número de laboratório	Número de campo	Cobre	Chumbo	Zinco	Cobalto	Níquel
IAK 219	DB 14 A	10	22	45	11	8
IAK 240	DB 34 A	10	22	50	10	7
IAK 394	DB 54 A	10	23	55	10	9
IAK 415	DB 74 A	10	24	50	10	8
IAK 436	DB 94 A	11	24	45	9	7
IAK 458	DB 114 A	11	24	45	11	7
IAK 479	DB 134 A	11	28	45	10	8
IAK 784	DB 154 A	10	26	45	13	8
IAK 806	DB 174 A	10	22	45	9	9
IAK 828	DB 194 A	10	23	50	10	8
IAK 850	DB 214 A	12	26	60	11	10
IAK 872	DB 234 A	9	21	35	9	6
IAL 923	PP 201 A	10	23	45	9	8
IAL 944	PP 221 A	10	24	50	11	9
IAL 966	PP 241 A	10	22	45	10	8
IAL 983	DB 254 A	10	23	45	10	7
IAM 391	DB 274 A	10	26	45	10	8
IAM 401	PP 281 A	10	26	45	10	8
IAM 422	PP 301 A	11	26	45	10	8

TABELA IV - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES DE 19 RÉPLICAS ANALISADAS POR ABSORÇÃO ATÔMICA.

ELEMEN- PARÂME- TOS ESTATÍSTICOS	COBRE	CHUMBO	ZINCO	ÓBALTO	NÍQUEL
MA	10,263	23,947	45,450	10,157	7,947
MG	10,244	23,877	45,540	10,117	7,897
DP	0,635	1,848	7,730	0,930	0,886
CV	0,062	0,077	0,170	0,009	0,111
$\beta$	4,820	0,426	-1,654	1,239	0,102
$\gamma$	4,140	2,230	7,760	5,179	3,319

MA - média aritmética  
 MG - média geométrica  
 DP - desvio padrão  
 CV - coeficiente de variação  
 $\beta$  - assimetria  
 $\gamma$  - curtosis



râmetros encontram-se na tabela IV.

O coeficiente de variação é mais informativo que o desvio padrão (ou geométrico). Quanto mais baixo for o citado coeficiente, menor será o erro de distribuição, e, portanto, mais preciso será o método. Para expressar o erro de distribuição em percentagem, basta multiplicar o coeficiente de variação por 100.

O método analítico utilizado apresentou os seguintes erros de distribuição: Cobre 6,19%; Chumbo = 7,7% ; Zinco = 17,00%; Cobalto = 9,18% e Níquel = 11,10%.

Os erros de distribuição apresentados pelos diferentes elementos são perfeitamente aceitáveis, à exceção do zinco, que superou a barreira dos 15%, limite em torno do qual diversos autores consideram normal. Os demais elementos tiveram desvios inferiores a esse limite.

Mais uma vez o LAMIN mostrou ótima *performance*, com resultados extremamente confiáveis.

## 6 - CRITÉRIOS PARA INTERPRETAÇÃO

### 6.1 - Considerações gerais

Duas grandes áreas mereceram maior atenção na interpretação dos resultados: as sequências vulcano-sedimentares do Guaratubinha e de Campo Alegre. Esta maior atenção é justificada pelos próprios objetivos do projeto, ou seja, procurar definir o comportamento geoquímico destas áreas, através de análises de sedimento de corrente.

No entanto, algumas amostras foram coletadas fora do domínio dessas duas grandes áreas, de modo a possibilitar a comparação de resultados analíticos. Assim, foi feito um tratamento estatístico nas amostras coletadas no âmbito das rochas migmatíticas e na área de influência do complexo básico-ultrabásico de Pien, este último visando a confirmação da interpretação dos resultados de análises de solo nesta área.

### 6.2 - Populações-alvo

O principal fator na escolha das populações-alvo nas áreas de coleta foram os grandes traços geológicos englobando uma ou mais sequências estratigráficas.

Assim, quatro populações foram determinadas no Guaratubinha:

- Sequência vulcano-sedimentar Guaratubinha: engloba todas as amostras coletadas nesta bacia;
- Sequência sedimentar: amostras coletadas no domínio dos arcósios, siltitos, argilitos e conglomerados;
- Sequência intermediária: amostras coletadas no âmbito dos andesitos e dacitos;
- Sequência ácida: amostras coletadas na região de riolitos, tufos e brechas, além de diques de riolito pór-firo, felsito e microgranito.

A bacia de Campo Alegre foi distribuída em três

populações:

- Bacia de Campo Alegre: amostras coletadas em toda a área da bacia;

- Sequência sedimentar: amostras coletadas no domínio da Formação Bateias (conglomerados e arcóseos), Membro São Miguel da Formação Saltinho (tufos e siltitos) e Formação Rio Turvo (siltitos e tufitos);

- Sequência vulcânica: amostras coletadas no âmbito do Membro Rio Vermelho da Formação Saltinho (rochas básico-intermediárias) e da Formação Serra do Papanduva (lavas e rochas piroclásticas de natureza ácida).

A quantidade de amostras de minerais pesados, obtidas das aluviões, não permitiu a adoção das mesmas populações usadas para sedimento de corrente. Desta maneira, apenas três foram adotadas: área total, sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha e Bacia de Campo Alegre.

### 6.3 - Processamento eletrônico

Face ao grande número de informações geradas, quer pela fase de campo, quer pelos resultados das análises efetuadas, tornou-se necessária a utilização de computador para processar em tempo hábil, e a baixo custo, os dados obtidos.

As populações alvos foram inicialmente examinadas através de tabelas de frequência, histogramas, média geométrica, desvio geométrico, assimetria, curtose, coeficientes de variação, testes de distribuição (Kolmogorov-Smirnov e qui-quadrado) e coeficiente de correlação do momento produto de Pearson.

Para efetuar o processamento eletrônico com a aplicação dos programas do SEAG (Sistema de Estatística de Amostragem Geoquímica) da CPRM, os seguintes critérios foram utilizados:

1. As populações alvos foram testadas na busca do

tipo de distribuição que melhor se coadunasse com o material coletado, método analítico e *bedrock* amostrado, optando-se pela distribuição lognormal por seis *steps*.

2. Considerou-se a média geométrica como o estimador de tendência central.

3. Os dados qualificados nos resultados analíticos foram eliminados através da multiplicação por 1,0 dos valores com H, 0,3 dos com N, 0,5 dos com L e 1,3 dos com G.

#### 6.4 - Programas de aplicação utilizados

##### 6.4.1 - Sumário das estatísticas e teste de distribuição

Este programa calcula as estatísticas descritivas das amostras (senso estatístico), estimando os parâmetros da população, supondo-a normal ou lognormal.

A hipótese normal ou lognormal é testada pelo método de Kolmogorov-Smirnov.

*A priori*, foi admitida a hipótese lognormal para as várias populações na área do projeto, calculando-se as seguintes estatísticas e estimadores:

a) As médias foram estimadas através da média geométrica, que é o antilogaritmo da média aritmética dos logaritmos:

$$X = \text{LOG } Y$$

onde Y é o valor analítico em porcentagem ou partes por milhão (ppm);

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n},$$

onde n é um número de valores X e  $\bar{X}$  é a média aritmética dos logaritmos, e

$$\text{MG} = 10^{\bar{X}}$$

onde MG é a média geométrica de Y.

Quando a frequência de distribuição dos dados é aproximadamente simétrica em uma escala logarítmica, a média geométrica é a medida mais apropriada da tendência central (valor médio) do que a média aritmética. Entretanto, esta também deve ser obtida, mormente para verificação da abundância geoquímica ou para comparação com as médias aritméticas que constam comumente em literatura.

A variância dos logarítmos é estimada por:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

onde os dados (Y) são logaritmicamente transformados.

Para conveniência de interpretação, a variância dos logarítmos é convertida para desvio geométrico, onde:

$$DG = 10^S,$$

cujos dados são derivados de uma população distribuída logaritmicamente, onde 68% dos valores da população são estimados para ocorrer num campo de MG/DG para MG x DG, e 95% da população está estimada para ocorrer num campo de MG/DG<sup>2</sup> para MG x DG<sup>2</sup>.

No teste de Kolmogorov-Smirnov a hipótese nula é rejeitada se, ao nível de 5%, a diferença entre a distribuição teórica e a distribuição observada ultrapassar o valor  $D = 1,36/\sqrt{n}$ , e ao nível de 1% se ultrapassar  $D = 1,63/\sqrt{n}$ .

O coeficiente de variação da amostra estima o coeficiente da variação da população:

$$C = \frac{S}{\bar{X}}$$

onde  $S = DG$ , ou seja, o desvio geométrico, e  $\bar{X} = MG$ , ou seja, a média geométrica.

b) A assimetria e a curtose foram calculadas segundo Pearson:

$$\text{Assimetria} = \frac{M_3}{S^3}$$

onde MG = momento de terceira ordem centrado na média, e  $S^3$ , desvio geométrico elevado ao cubo.

$$\text{Assimetria} = \frac{M_4}{S^4}$$

onde  $M_4$  = momento da quarta ordem, centrado na média, e  $S^4$  = desvio geométrico elevado a quarta potência.

#### 6.4.2 - Matriz de correlação simples

O programa calcula o coeficiente de correlação do momento produto de Pearson, indicando ainda o número de amostras que entraram no cálculo entre os diversos pares de variáveis. O coeficiente, para cada par de variável, é dado pela equação:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{S_Y \cdot S_X}$$

onde  $\bar{X}$  = média da variável X

$\bar{Y}$  = média da variável Y

$S_X$  = desvio da variável X

$S_Y$  = desvio da variável Y

A saída do programa indica, acima da diagonal principal, o coeficiente, e abaixo, o número de amostras que entram no cálculo. Os resultados são apresentados por elementos, constando em cada tabela o nome do elemento em correlação com os demais.

#### 6.5 - Apresentação gráfica

De um modo geral, neste item estão especificados os critérios utilizados na confecção de mapas gráficos - constantes do relatório.

Os mapas de distribuição geoquímica dos elementos, em sedimento de corrente, foram executados em bases to-

pográficas em escala 1:100.000, integradas com a geologia, - expressa de maneira simplificada e compilada de cartas geológicas de diferentes autores e escalas. Cada exemplar contém as informações referentes à uma variável, cujos teores estão apresentados em intervalos por diferentes círculos, estabelecidos em função dos valores correspondentes à menor do que - MG, MG a MG x DG, MG x DG a MG x DG<sup>2</sup>, MG x DG<sup>2</sup> a MD x DG<sup>3</sup> e maior do que MD x DG<sup>3</sup>. Ele expõe, ainda, um histograma de frequência que possibilita uma fácil visualização da quantidade de valores posicionados naqueles mesmos intervalos de teores. Os mapas de teores de cobre, chumbo, zinco, cobalto, níquel e arsênio estão reunidos nos anexos.

Da mesma maneira, foram elaborados os mapas de localização de amostragem, bem como os de áreas selecionadas para *fill in*. Nos primeiros, localizadas sobre as drenagens correspondentes, as estações de coleta estão caracterizadas por figuras geométricas, distintas conforme o meio amostrado, e identificadas pelo número de campo da amostra. Já nos outros as áreas selecionadas vem destacadas com suas bacias de captação.

Quanto aos gráficos, os mesmos foram obtidos através dos programas de apresentação gráfica do SEAG (Sistema Estatístico de Amostragem Geoquímica - da CPRM), aplicados às diversas populações consideradas. Em sua construção, utilizou-se dados logaritmizados, e os intervalos de classe foram determinados por seis *steps*.

Na construção dos gráficos de probabilidade, para cada variável calculou-se as frequências acumuladas em intervalos de classe, plotando-se em um gráfico contendo nas abcissas uma escala de probabilidade e nas ordenadas os intervalos de classe. As frequências acumuladas estão plotadas à partir do intervalo com maior valor absoluto segundo o método Lepeltier (1969).

## 7 - GEOQUÍMICA REGIONAL - INTERPRETAÇÃO

### 7.1 - Sedimento de corrente

Na análise do comportamento geoquímico dos elementos estudados na área da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha e na bacia de Campo Alegre, através de material coletado em leito ativo de sedimento de corrente, três etapas, resumidamente falando, foram seguidas, até se chegar ao verdadeiro objetivo, ou seja, as amostras cujos teores determinariam um comportamento anômalo destes elementos na região em apreço.

Cumprido, aqui, destacar que, ao se falar em sequência do Guaratubinha, trata-se do total de amostras nesta área, isto é, a soma das amostras das suas três populações. O mesmo ocorre em relação a Campo Alegre e suas duas populações.

Assim, na primeira etapa, são verificadas as possíveis associações paragenéticas entre os elementos estudados, através do coeficiente de correlação de Pearson.

Tais coeficientes são estudados nas populações, em separado.

Na segunda etapa, é feito um estudo dos parâmetros estatísticos de cada elemento, não só no total da área estudada, como em cada população definida.

Juntamente com o estudo destes parâmetros, é feita uma análise da possível distribuição lognormal dos teores de cada elemento nas diversas populações, o que facilita, sobremaneira, a visualização de valores anômalos.

Finalmente, na terceira etapa, os parâmetros estatísticos são trabalhados de modo a se obter, através de cálculos a partir do teor médio e do desvio padrão de cada elemento na região, valores para determinar o limiar, definindo, deste modo, as anomalias possíveis e prováveis.

A princípio, foram consideradas anomalias, to-



das as amostras cujo teor ultrapassaram o limiar calculado.

No entanto, cumpre dizer que os dados estatísticos trabalhados são simples acessórios de apoio para melhor compreensão do comportamento geoquímico dos elementos estudados na área.

Assim, procura-se sempre associar os dados extraídos deste tipo de tratamento matemático ao modo de ocorrência do elemento nos tipos litológicos da região em apreço, bem como à associação do elemento alvo com outros que possam indicar uma gênese em comum.

Deve-se esclarecer que, além das áreas de Guaratubinha e Campo Alegre, foram, também, tratadas estatisticamente, em separado, as amostras de sedimento de corrente coletadas na região do complexo básico-ultrabásico de Pien e no complexo gnáissico-migmatítico, na folha topográfica 1:100.000, de Jaraguá do Sul.

Para melhor visualização dos teores, estes foram plotados em mapas. Porém, referem-se apenas às duas grandes áreas de interpretação, isto é, Guaratubinha e Campo Alegre.

#### 7.1.1 - Associação entre os elementos

Na apreciação de associações de elementos através do coeficiente de Pearson, torna-se especialmente importante a homogeneidade geológica de cada população estudada, pois através do conhecimento desta pode-se melhor interpretar os dados obtidos, com menor perigo de mascaramento de resultados. Assim, a análise de associações de dois ou mais elementos em rochas ácidas e básicas, separadamente, teria maior credibilidade que se feitas aglomerando-se os dados, pois isto, sem dúvida, poderia alterá-los de tal forma, que associações possivelmente existentes em separado, inexistiriam no todo, e vice-versa.

São considerados, para efeitos de interpretação, apenas os pares que apresentem valores positivos, evi-

tando-se, desse modo, correlações espúrias que podem ocorrer, sem estarem condizentes com a situação geológica.

Tal critério é adotado em função dos resultados obtidos nas correlações entre chumbo e os demais elementos em, praticamente, toda a área do projeto.

Devido a este fato, poderia ser deduzido que não existiria nenhuma associação paragenética com o chumbo, o que não é verdadeiro. A associação existe, ou, pelo menos, deve existir. Simplesmente, neste caso, nenhuma conclusão pode ser tirada a partir de dados matemáticos.

Todos os resultados obtidos são apresentados na tabela V.

Dentre as populações da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, aquela que abrange as rochas sedimentares apresenta duas associações distintas: uma associação cobalto-zinco, e outra cobalto-níquel. Como os sedimentos desta bacia são provenientes de rochas de diversas origens, muitas associações existentes nas rochas formadoras podem ter sido mascaradas. Assim, para este caso, pode-se pensar que a primeira associação (Zn-Co) estaria ligada a óxidos de manganês, enquanto a segunda (Co-Ni) estaria ligada a óxidos de ferro.

Na sequência intermediária, a associação cobre-cobalto-níquel sugere termos básicos nestas rochas, confirmado pela associação zinco-cobalto, supondo a existência de minerais ferromagnesianos.

Já na sequência ácida, a associação cobre-zinco-cobalto-níquel parece ser proveniente dos diques básicos que cortam a região, ou de termos básicos existentes entre as rochas ácidas.

Nas rochas sedimentares de Campo Alegre a associação cobre-cobalto-níquel pode estar sugerindo a influência de rochas básicas e ultrabásicas entre as formadoras destes sedimentos, além de diques básicos da região.

TABELA V - COEFICIENTE DE PEARSON

Pb	0,04	Guaratubinha		
Zn	0,41	- 0,18	Total	
Co	0,65	- 0,25	0,72	
Ni	0,54	- 0,13	0,46	0,76
	Cu	Pb	Zn	Co

Pb	- 0,46	Campo Alegre		
Zn	0,58	- 0,23	Total	
Co	0,83	- 0,56	0,65	
Ni	0,84	- 0,54	0,64	0,92
	Cu	Pb	Zn	Co

Pb	0,06	Guaratubinha		
Zn	0,30	- 0,16	Sedimentares	
Co	0,54	- 0,23	0,75	
Ni	0,37	- 0,14	0,44	0,76
	Cu	Pb	Zn	Co

Pb	- 0,42	Campo Alegre		
Zn	0,15	- 0,10	Sedimentares	
Co	0,64	- 0,52	0,44	
Ni	0,69	- 0,46	0,36	0,75
	Cu	Pb	Zn	Co

Pb	- 0,43	Guaratubinha		
Zn	0,56	- 0,30	Intermediárias	
Co	0,71	- 0,44	0,65	
Ni	0,64	- 0,40	0,43	0,79
	Cu	Pb	Zn	Co

Pb	- 0,45	Campo Alegre		
Zn	0,66	- 0,26	Vulcânicas	
Co	0,86	- 0,57	0,69	
Ni	0,86	- 0,55	0,68	0,95
	Cu	Pb	Zn	Co

Pb	0,08	Guaratubinha		
Zn	0,65	0,11	Ácidas	
Co	0,86	- 0,11	0,80	
Ni	0,83	- 0,01	0,73	0,89
	Cu	Pb	Zn	Co

legenda	
< 0,30	baixa
0,30 a 0,59	regular
0,60 a 0,79	boa
≥ 0,80	excelente

A sequência vulcânica apresenta uma excelente associação cobre-zinco-cobalto-níquel, proveniente das vulcânicas básicas a intermediárias da bacia de Campo Alegre.

#### 7.1.2 - Cobre

##### 7.1.2.1 - Parâmetros estatísticos

Na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, as 250 amostras tratadas estatisticamente apresentaram um teor médio da ordem de 10,0 ppm, e um desvio igual a 2,0, para um valor mínimo de 2,0 e máximo de 10,0 ppm.

Dentre as populações desta sequência, a maior média ficou no âmbito das rochas sedimentares, com 12,0 ppm, enquanto o desvio foi de 1,9.

A sequência intermediária obteve uma média de 9,0 ppm e um desvio de 1,8, enquanto que a sequência ácida teve, para o mesmo elemento, um teor médio de 9,0 ppm e um desvio igual a 2,3.

Pelo valor do coeficiente de variação, pode-se notar uma relativamente alta dispersão de teores em torno do *background*, principalmente nas rochas ácidas. Apesar da menor variabilidade nas rochas sedimentares e intermediárias, no total da sequência, este toma um valor que pode ser considerado de grande variabilidade, no total da área.

Em relação aos histogramas, a distribuição de teores de cobre, no total da sequência do Guaratubinha, apresentou dois picos gráficos, o que pode representar uma mistura de populações. A moda apresentou-se inferior à média, mas o segundo pico gráfico fez com que a assimetria se mostrasse positiva, tomando, a curva, um aspecto platicúrtico.

Os valores calculados para assimetria e curtose fazem com que seja aceita, a distribuição, como lognormal. Também o teste de Kolmogorov-Smirnov sugere tal hipótese, em ambos os níveis de significância.

A sequência sedimentar apresentou um histogra-

ma com dois picos gráficos. A moda coincide com a média, mas o segundo pico gráfico fez com que a assimetria tomasse aspecto positivo. Quanto à curtose, a curva apresenta-se leptocúrtica.

Como no caso anterior, os valores numéricos de assimetria e curtose foram aceitos para a hipótese da curva ser lognormal. O mesmo ocorreu com o teste Kolmogorov-Smirnov.

A sequência intermediária apresentou, entre os histogramas desta área, o modelo gráfico mais próximo à lognormalidade. A curva mostrou assimetria levemente positiva e aspecto platicúrtico. Tanto os testes de assimetria e curtose, como de Kolmogorov-Smirnov foram aceitos para a hipótese da lognormalidade da curva.

A sequência ácida apresentou dois picos gráficos e aspecto que foge totalmente à lognormalidade. Tanto assim que os valores numéricos de assimetria e curtose foram rejeitados para a suposição da curva ser lognormal. O teste de Kolmogorov-Smirnov rejeitou esta possibilidade para um nível de significância igual a 5%, aceitando-o, porém a 1%.

Na bacia de Campo Alegre, as 208 amostras tratadas estatisticamente determinaram uma média de 7,0 ppm e um desvio igual a 1,9.

Entre as populações, o maior *background* foi o da sequência sedimentar, com teor igual a 10,0 ppm e desvio de 1,6.

Já na sequência vulcânica apresentou um teor médio de apenas 6,0 ppm, e um desvio igual a 2,0.

Nesta bacia, a variabilidade relativa dos elementos é bastante baixa.

A sequência vulcânica, que apresentou o maior coeficiente de variação nesta área, com valor de apenas 0,371, demonstra bem a grande aglomeração de teores em torno do *background*.

No que se refere aos histogramas, a bacia de

Campo Alegre mostrou uma distribuição de teores de cobre formando uma curva com assimetria levemente positiva, porém platicúrtica. Os valores numéricos desses dois parâmetros foram aceitos para o teste de assimetria, mas rejeitados para curtose. O teste de Kolmogorov-Smirnov rejeitou, para esta curva, a hipótese da lognormalidade, nos dois níveis de significância utilizados.

Já na sequência sedimentar, a assimetria negativa foi considerada como não enquadrada nos padrões de lognormalidade, enquanto que a curtose foi aceita para esse padrão. No que se refere a esta última, a curva apresenta-se, praticamente, mesocúrtica. O teste de Kolmogorov-Smirnov, porém, aceitou, nos dois níveis de significância, a lognormalidade da distribuição.

A sequência sedimentar apresentou uma mistura de populações, o que talvez possa ser explicado pela grande variação de seixos dos conglomerados, desde gnáissicos até ultra-básicos, mergulhados em matriz arenosa. Na curva, o valor da assimetria foi aceito dentro dos padrões de lognormalidade. A curtose, porém, foi rejeitada. O teste de Kolmogorov-Smirnov aceitou esta hipótese, nos dois níveis de significância.

Comparando as áreas de Guaratubinha e Campo Alegre, percebe-se que a primeira parece ser, segundo os dados estatísticos, mais promissora para cobre, não só devido ao maior *background*, como também pela maior dispersão dos teores, podendo-se, assim, obter uma maior quantidade de valores anômalos.

Entre as populações das duas áreas, as rochas sedimentares apresentam, médias mais elevadas, embora, em Campo Alegre, o erro de distribuição em relação à média seja muíto pequena.

Como era de esperar, os termos ácidos das duas grandes sequências apresentaram os menores teores de cobre.

#### 7.1.2.2 - Distribuição dos teores de cobre na área

A distribuição de cobre para a área da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha definiu os seguintes intervalos:

< 10,0 ppm	- valores abaixo do <i>background</i>
10,0 ppm - 20,0 ppm	- valores compreendidos entre o <i>background</i> e o alto <i>background</i>
20,0 ppm - 40,0 ppm	- valores compreendidos entre o alto <i>background</i> e o limiar
40,0 ppm - 80,0 ppm	- intervalo de anomalias possíveis
80,0 ppm - 110,0 ppm	- intervalo de anomalias prováveis

A sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha mostra uma predominância de teores de cobre menores que 10,0 ppm, isto é, abaixo do *background*. O fato de o maior número de amostras estar localizado nesta faixa, deve-se a que, aproximadamente 2/3 das amostras estão situadas nas sequências intermediária e ácidas, com teores baixos em relação à sequência sedimentar, esta sim, possuindo os valores mais altos, e provocando um *background*, para toda a sequência, superior àqueles obtidos nas sequências ácida e intermediária.

Como foi dito anteriormente, os mais altos teores de cobre foram encontrados na sequência sedimentar. Nesta população, a maior frequência ficou na faixa entre *background* e alto *background*, isto é, acima da média de toda a sequência vulcano-sedimentar.

Na população inerente às rochas intermediárias, a maior frequência ficou localizada na faixa abaixo do *background* da região, embora, em valor absoluto, bem próxima a este, caso contrário da sequência vulcânica, na qual quase 2/3 das amostras ficaram localizadas na faixa de frequência abaixo da média de toda a região.

Na área da bacia de Campo Alegre, os seguintes intervalos foram definidos:

TABELA VI - TRATAMENTO DE DADOS - COBRE

DADOS ESTATÍSTICOS							
POPULAÇÃO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GUARATUBINHA	250	2,0	110,0	108,0	10,0	2,1	0,826
SEQ. SEDIMENTAR	83	3,0	110,0	107,0	12,0	1,9	0,743
SEQ. INTERMEDIÁRIA	82	2,0	30,0	28,0	9,0	1,8	0,617
SEQ. ÁCIDA	85	2,0	50,0	48,0	8,0	2,3	1,035
CAMPO ALEGRE	208	2,0	40,0	38,0	7,0	1,9	0,330
SEQ. SEDIMENTAR	66	5,0	40,0	35,0	10,0	1,6	0,213
SEQ. VULCÂNICA	142	2,0	30,0	28,0	6,0	2,0	0,371

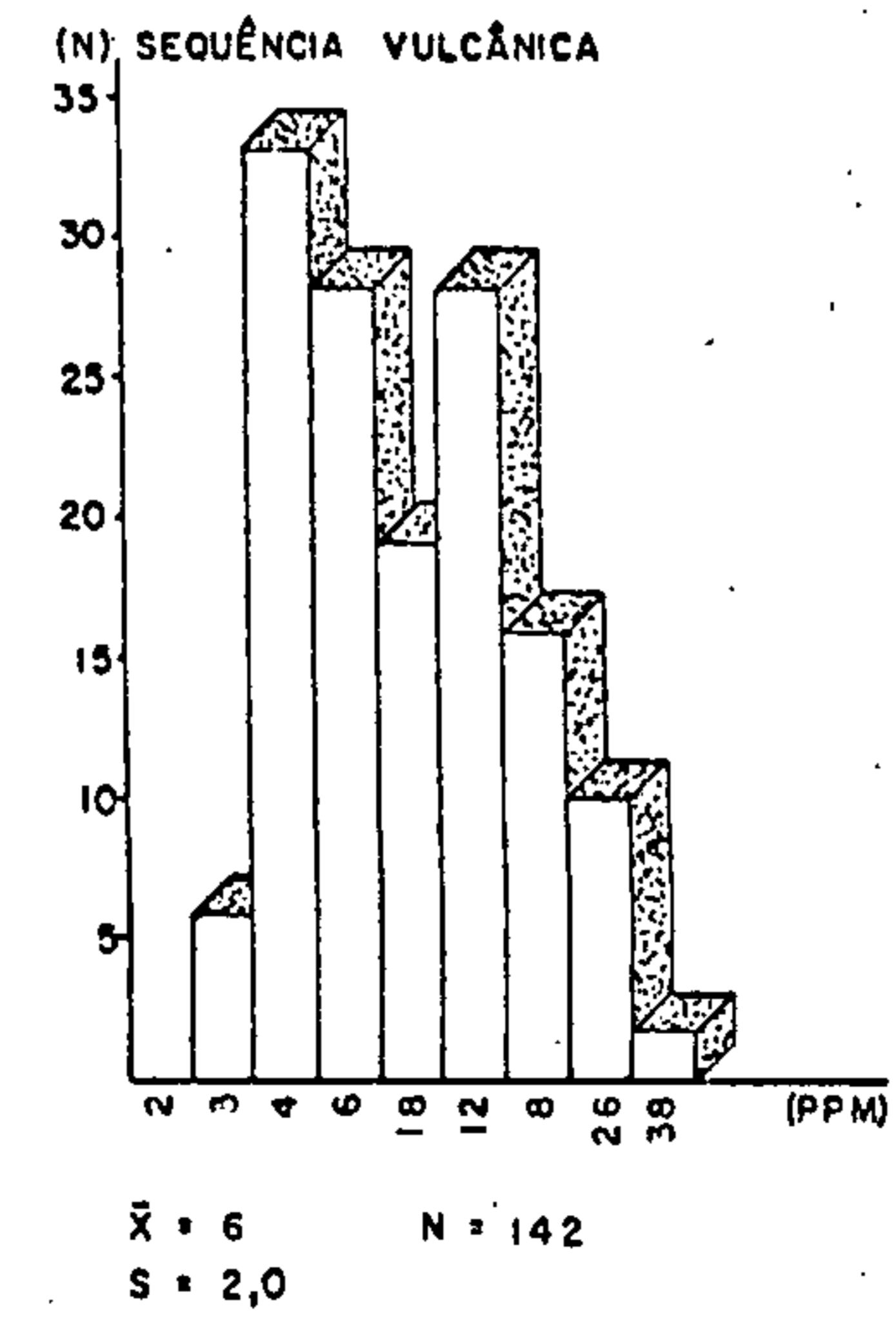
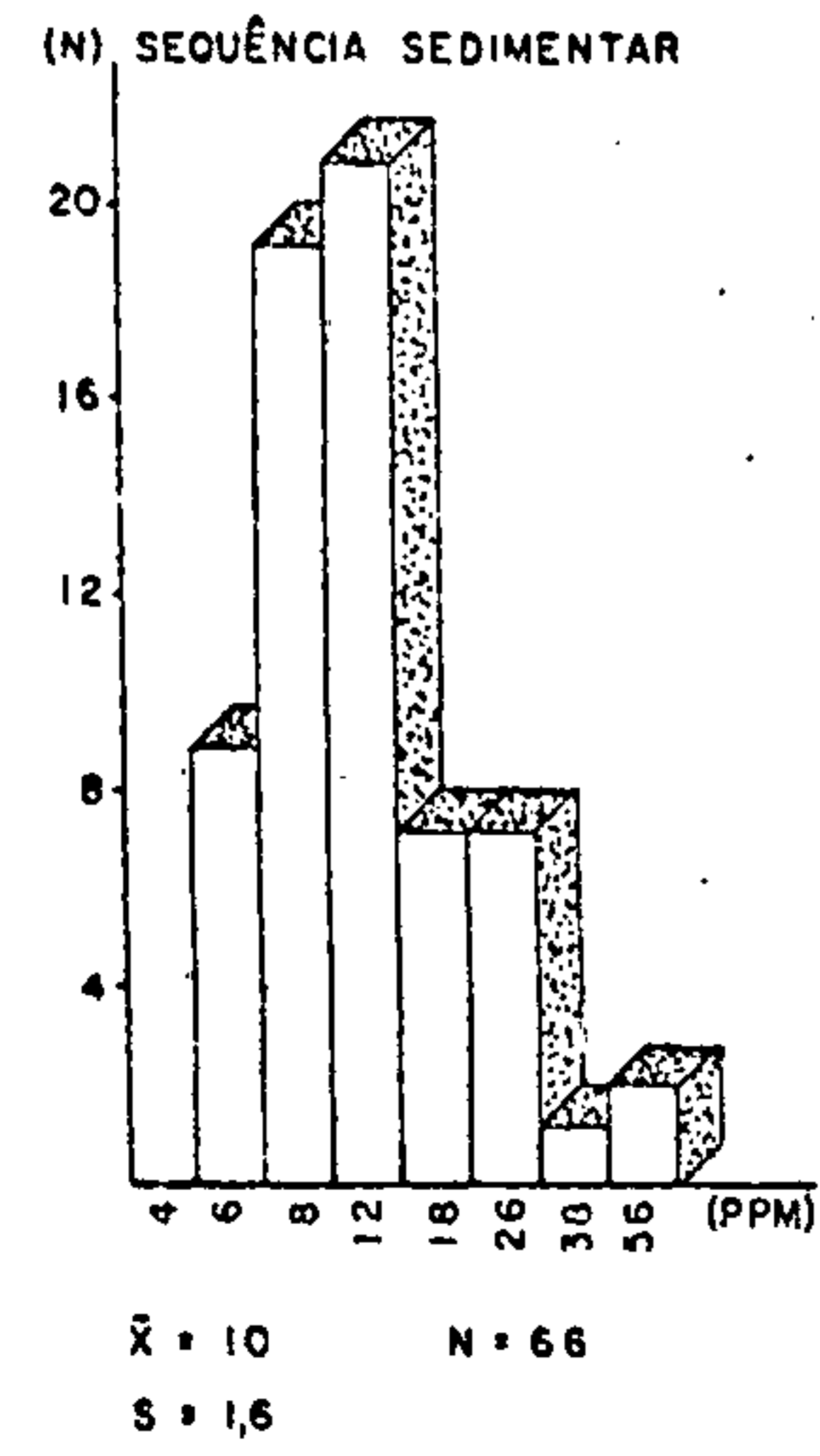
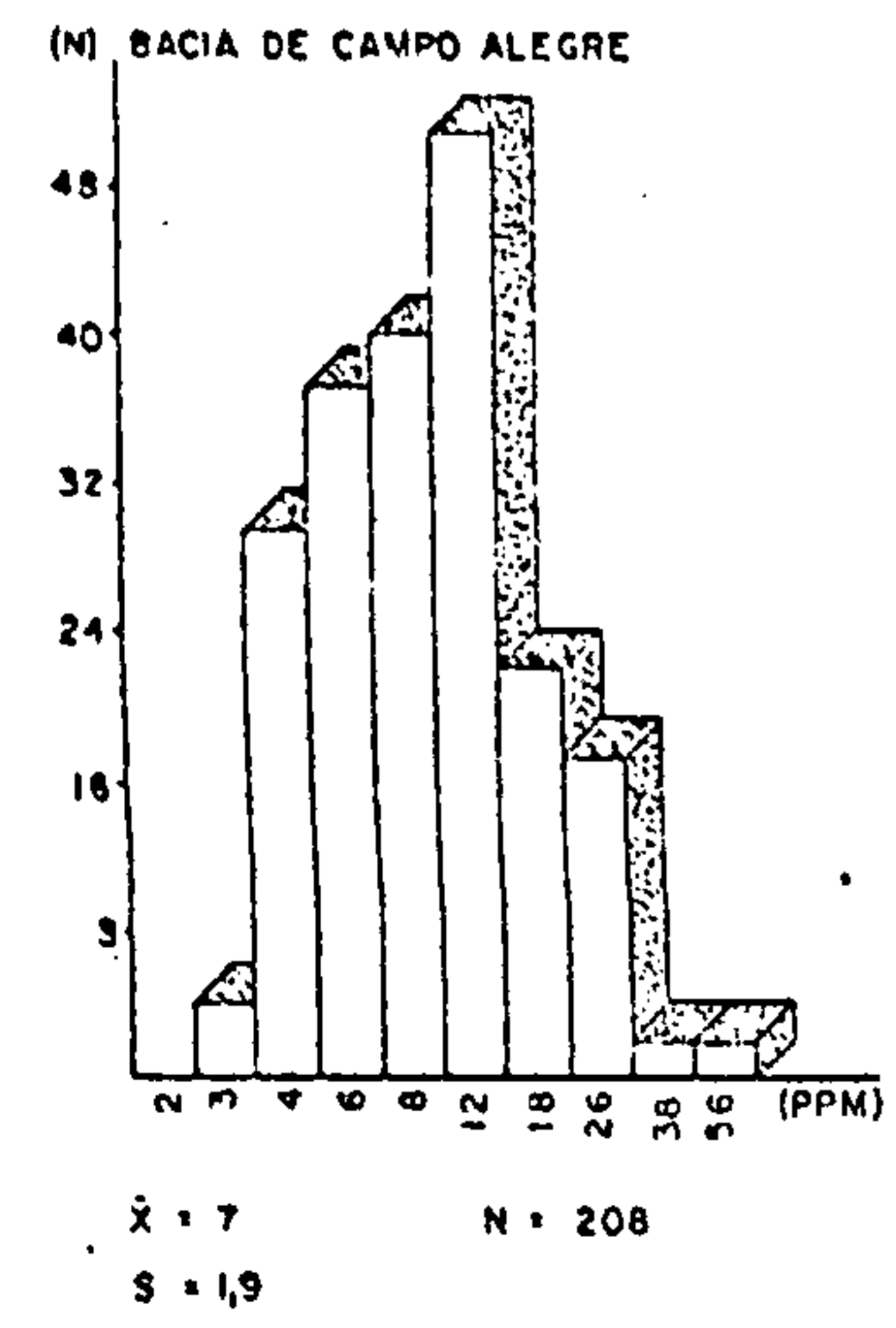
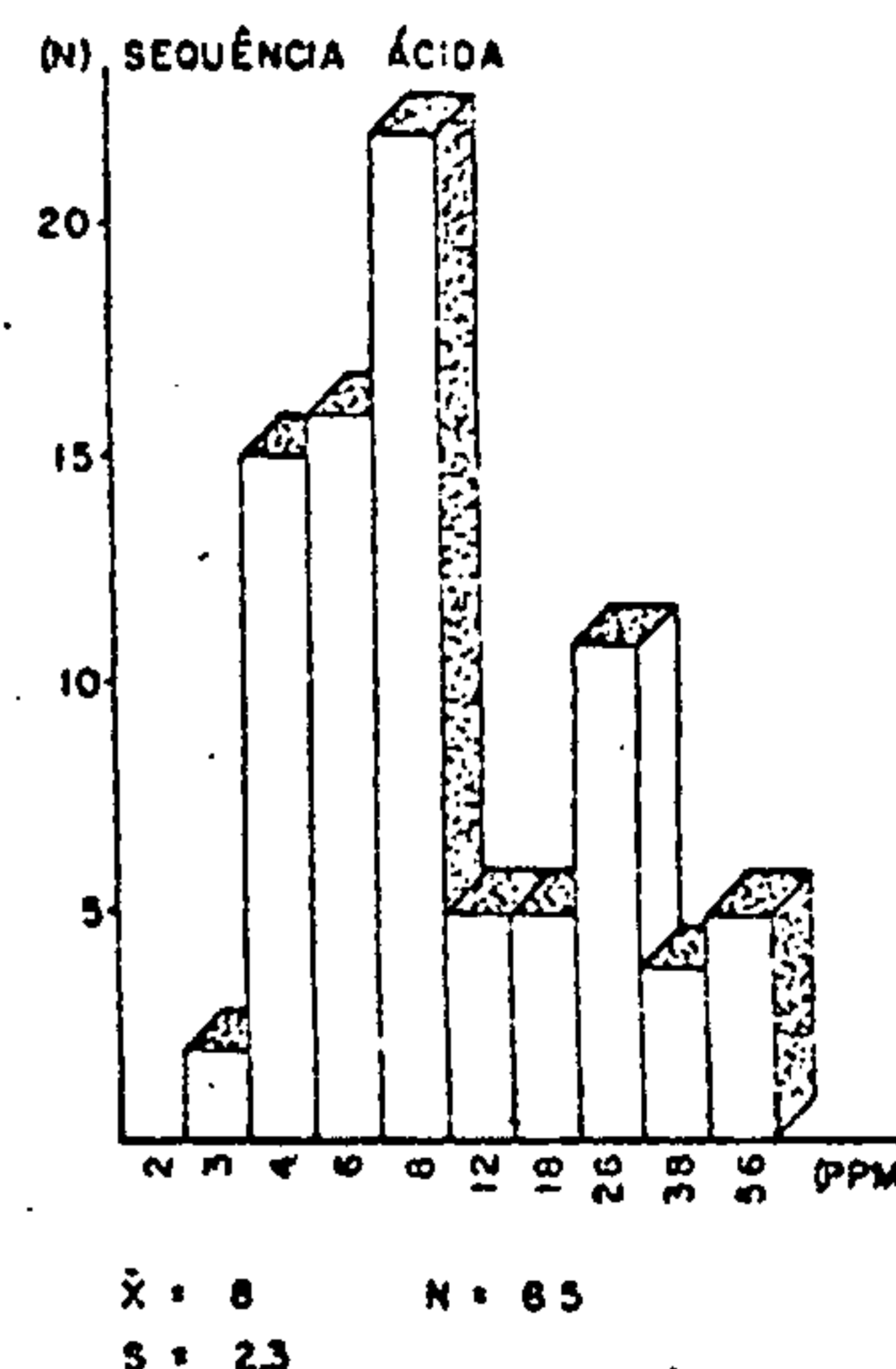
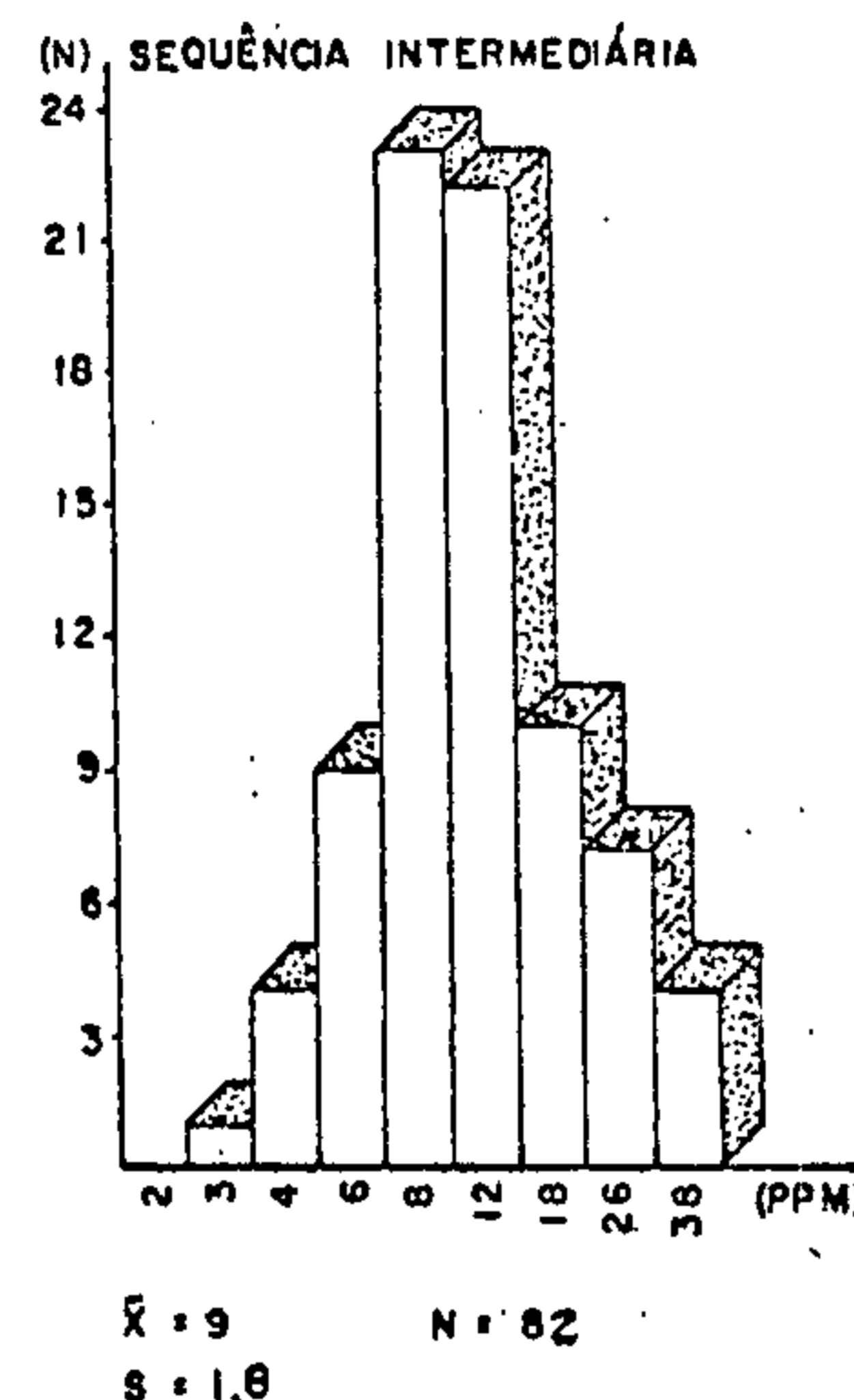
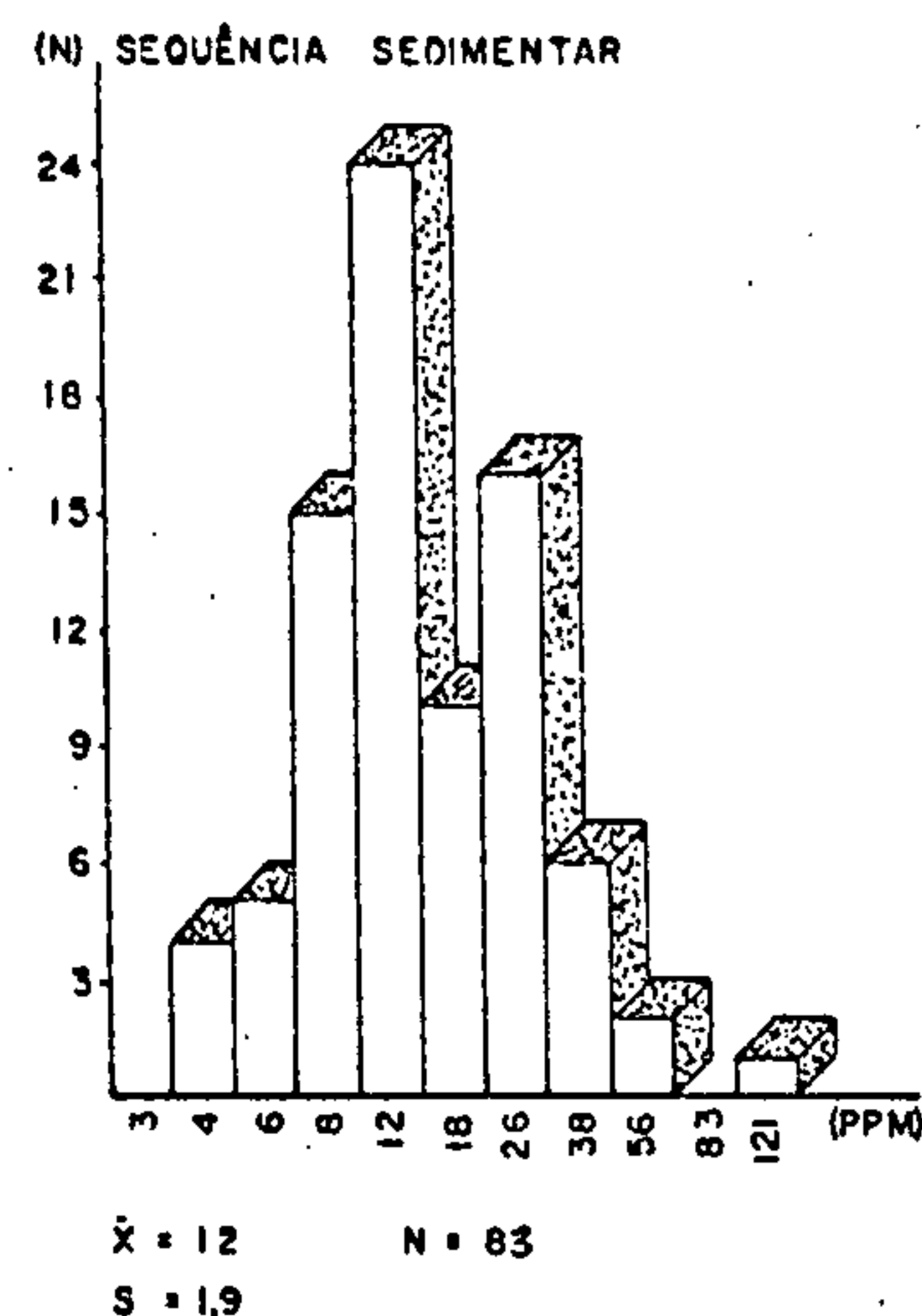
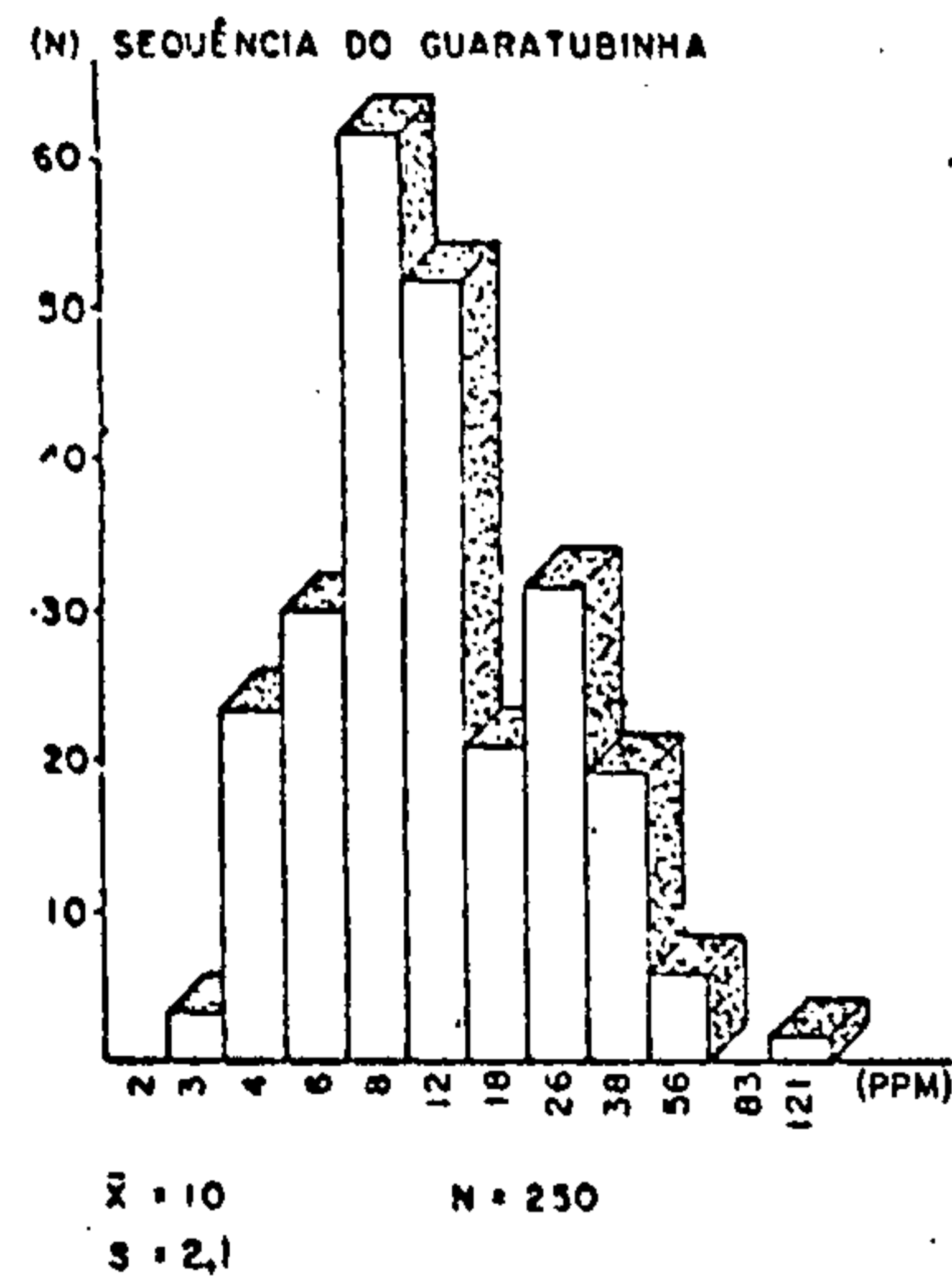
POPULAÇÃO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO					PARÂMETROS DEFINIDOS			
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
GUARATUBINHA	0,230	S	2,794	S	S	S	20,0	40,0	80,0
SEQ. SEDIMENTAR	0,323	S	3,672	S	S	S	23,0	43,0	82,0
SEQ. INTERMEDIÁRIA	- 0,158	S	2,773	S	S	S	16,0	29,0	52,0
SEQ. ÁCIDA	0,524	N	2,179	N	N	S	18,0	42,0	97,0
CAMPO ALEGRE	0,018	S	2,089	N	N	N	13,0	25,0	48,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,518	N	2,833	S	S	S	16,0	26,0	41,0
SEQ. VULCÂNICA	0,198	S	1,804	N	S	S	12,0	24,0	48,0

LEGENDA

(S)-HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N)-HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV



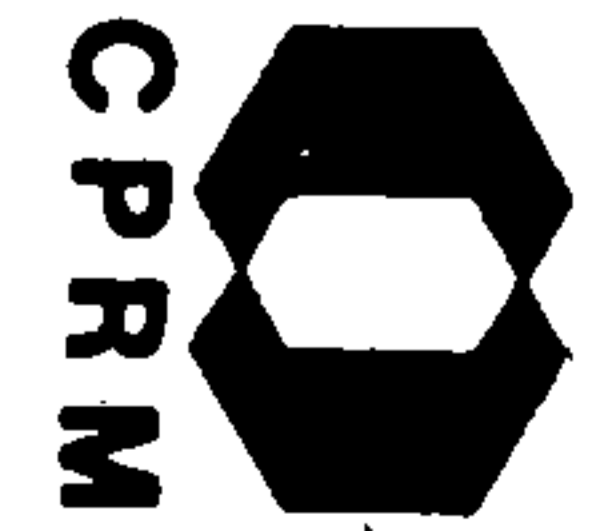
COBRE - ABSORÇÃO ATÔMICA



LEGENDA

(N) - número de amostras.  
 $(\bar{x})$  - média geométrica.  
 $(S)$  - desvio geométrico.

FIGURA 4 - HISTOGRAMA DE COBRE EM SEDIMENTO DE CORRENTE DA BACIA DE CAMPO ALEGRE E SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR DO GUARATUBINHA.



< 7,0 ppm	-	abaixo do <i>background</i>
7,0 ppm - 13,0 ppm	-	valores compreendidos entre <i>background</i> e o alto <i>background</i>
13,0 ppm - 25,0 ppm	-	valores compreendidos entre o alto <i>background</i> e o limiar
25,0 ppm - 48,0 ppm	-	intervalo de anomalias possíveis
48,0 ppm - 56,0 ppm	-	intervalo de anomalias prováveis

Nesta bacia, a maioria das amostras teve a maior frequência de teores tendendo à faixa compreendida entre o *background* e o alto *background*, porém com a maioria dos valores próxima à este.

Na sequência sedimentar, mais de 60% dos teores situam-se pouco acima da média da região, enquanto que, na sequência vulcânica, cerca de 50% das amostras possuem valores abaixo da média.

Todos os dados aqui comentados podem ser verificados resumidamente na figura nº 4 e tabela VI.

#### 7.1.2.3 - Anomalias

Na área da sequência sedimentar do Guaratubinha, cinco anomalias foram detectadas estatisticamente, sendo três na sequência sedimentar e duas na sequência ácida.

Três dessas anomalias encontram-se em drenagens que cortam a sequência sedimentar e duas cortam a sequência ácida.

A mais destacada destas amostras foi a DB-139, situada nas cabeceiras do Rio Ipiranga, próximo a localidade de Pilão de Pedra, na folha topográfica de Mundo Novo (parcial de Paranaguá). Esta amostra apresentou um teor de 110,0 ppm em cobre, valor este que se enquadra na faixa de anomalias prováveis (acima de  $MG \times DG^3$ ). Foi coletada a, aproximadamente, 20 metros de um dique básico mesozóico de direção NW, e a 50 metros de uma linha de falhamento de direção NE. Do

ponto de coleta até a nascente, a drenagem está inteiramente contida nos sedimentos da sequência do Guaratubinha.

O cobre está associado a valores de alto *background* de chumbo e cobalto.

Nesta amostra, é razoável a associação de cobre com zinco e níquel, e boa com chumbo e cobalto, o que não elimina a possibilidade de um depósito sulfetado. Porém, na análise deste elemento com extração por EDTA, o resultado foi baixo (4,0 ppm), indicando que a maior parte do cobre deve estar preso a estrutura silicatada, estando o restante absorvido em argilas ou coprecipitado em óxidos quelatados na matéria orgânica.

A relação Co/Ni é bastante alta (1,6) podendo induzir ao fato de o cobre não estar associado a rocha básica. Ocorre que o cobalto elemento, de mobilidade relativamente alta, pode ser coprecipitado com limonita, e/ou óxidos hidratados de manganês, provocando, deste modo um alto valor na relação.

A mobilidade de cobre neste pH (5,0), pode fazer pensar que valores anômalos ocorressem drenagem abaixo. Isto realmente acontece, cerca de 400 metros adiante, na amostra DB-239, com teor de 55,0 ppm, pouco acima do limiar.

Nesta amostra, é boa a associação de cobre com chumbo, e razoável com zinco, cobalto e níquel. Apesar de ser baixa a relação Co/Ni (0,7), é provável que o cobre seja proveniente de rochas básicas, não só pelo seu teor na extração por EDTA (4,0 ppm), como também pelo fato de todas as amostras coletadas em braços deste rio, entre as duas anomalias terem apresentado resultados insignificantes.

A outra amostra anômala para cobre, a DB-157, próxima à represa Guaricana, torna-se interessante não pelo seu teor, propriamente dito, já que resultou em apenas 40,0 ppm, mas sim pela sua excelente associação com cobalto e níquel, e razoável com zinco. Deve ser considerado, porém, o diminuto valor da relação Co/Ni (0,02), e o baixo valor na

extração por EDTA (3,0 ppm). Deve-se acrescentar que ocorre dique básico próximo a esta amostra (200 metros, rio acima).

Duas amostras de sedimento de corrente que foram coletadas na localidade de Candonga, folha de Mundo Novo drenando rochas da sequência ácida, apresentaram teores anômalos. Assim, a DB-227 (45,0 ppm), e a DB-229 (50,0 ppm) obtiveram resultados muito parecidos, comparativamente falando.

Suas associações com chumbo, zinco e cobalto - não passaram de razoáveis, na faixa de alto *background*, diferenciado apenas no níquel, em que a associação da DB-229 pode ser considerada como boa. A relação Co/Ni indica, na DB-227, uma provável origem básica para o cobre, o mesmo ocorrendo para a DB-229. Cumpre esclarecer que, próximo a ambas, aparece um dique de diabásio. Em ambas as amostras, os valores de cobre extraído por EDTA foram pequenos.

Na bacia vulcano-sedimentar de Campo Alegre, - duas anomalias foram detectadas estatisticamente, sendo uma na sequência sedimentar, e outra na sequência vulcânica.

Na sequência sedimentar, a amostra PP-146, próxima a estrada Campo Alegre-Salto, folha de Campo Alegre, obteve um teor de 40,0 ppm para cobre, mostrando apenas uma boa associação com zinco. A relação Co/Ni é razoável (0,9), e na extração por EDTA o resultado é bom (7,0 ppm). Deve-se considerar que a amostra foi coletada no âmbito de siltitos, que podem se mostrar, por vezes, calcíferos. Logo, os ácidos resultantes do material carbonatado podem provocar uma maior lixiviação do cobre contido em quantidade normal na rocha, provocando um desenvolvimento de uma anomalia hidromórfica deste elemento, não relacionada à mineralização.

Na sequência vulcânica, houve uma anomalia, a PP-47, com teor de 30,0 ppm de cobre. No entanto, os teores de chumbo, zinco, cobalto e níquel são inexpressivos, posicionando-se em torno do *background* da região. Associando-se este fato à baixa relação Co/Ni, e pelo baixo valor do resultado da extração por EDTA, pode-se considerar esta anomalia

como não muito significativa, inclusive, sendo possível considerar a hipótese de contaminação proveniente da estrada São Bento do Sul-Joinville, cortada pela drenagem onde foi realizada a coleta.

### 7.1.3 - Chumbo

#### 7.1.3.1 - Parâmetros estatísticos

As 250 amostras coletadas na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha determinaram, para o *background*, um valor igual a 12,0 ppm. O desvio geométrico da distribuição destes teores atingiu 1,8.

Na sequência sedimentar, as 83 amostras selecionadas forneceram um *background* também de 12,0 ppm, mas o desvio atingiu a 2,0.

O maior *background* da sequência ficou com a população que atinge as rochas ácidas, 16,0 ppm. Porém, o desvio não passou de 1,5.

Finalmente, as rochas intermediárias obtiveram uma média de 10,0 ppm, e um desvio igual a 1,6.

Quanto ao coeficiente de variação, o total de amostras da sequência teve um valor igual a 0,645. Entre as populações desta área, destaca-se apenas a sequência sedimentar, com 0,811. As demais, ácida e intermediária, com valores de 0,443 e 0,498, respectivamente, apresentam razoável variabilidade relativa.

Em relação aos histogramas, o total da sequência do Guaratubinha apresenta um modelo que pode ser considerado como próximo à lognormalidade típica. Apesar de a média estar no mesmo intervalo da moda, a assimetria mostra-se ligeiramente negativa, pelo fato de a média estar próxima ao limite inferior do intervalo. Quanto à curtose, apresenta um modelo leptocúrtico.

Mesmo apresentando um modelo aproximadamente dentro dos padrões da lognormalidade, ressalva feita a um pe

queno pico localizado no intervalo inferior do histograma, os valores numéricos calculados para assimetria e curtose (-0,459 e 3,589) foram rejeitados a um nível de significância de 5%. No entanto, o teste de Kolmogorov-Smirnov aceitou a hipótese lognormal nos dois níveis de significância testados (5% e 1%).

Na sequência sedimentar, o histograma apresenta dois picos gráficos, o que pode caracterizar uma mistura de populações. Porém, os valores numéricos de assimetria e curtose foram aceitos, assim como o teste de Kolmogorov-Smirnov, em ambos os níveis de significância utilizados.

Outro histograma que se apresenta com aspecto lognormal é o da distribuição de chumbo em rochas ácidas. Neste caso, a assimetria mostra-se negativa, com a média posta em intervalo inferior à moda. Quanto à curtose, apresenta-se com aspecto leptocúrtico. Os valores calculados de assimetria e curtose, porém, não foram aceitos, o que não ocorreu com o teste de Kolmogorov-Smirnov, aceito nos dois níveis de significância.

Quanto à sequência intermediária, excetuando-se um pequeno pico gráfico no intervalo inferior, também apresenta características de distribuição lognormal. A assimetria mostra-se negativa, e o aspecto da curtose é leptocúrtico. O valor numérico de assimetria foi rejeitado, mas o de curtose foi aceito. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aceito em todos os níveis de significância.

Na bacia vulcano-sedimentar de Campo Alegre, 208 resultados analíticos para chumbo foram tratados estatisticamente. A média obtida foi 15,0 ppm, e um desvio igual a 1,5.

Nas rochas da sequência sedimentar, o *background* atingiu 14,0 ppm, e desvio também foi da ordem de 1,5.

Já nas rochas vulcânicas, a média atingiu 16,0 ppm, e desvio foi da coleta de 1,6.

O coeficiente de variação, tanto no tratamento de toda a área, como no das populações, foi da ordem de 0,15,

o que demonstra a pouca variabilidade relativa dos teores.

Na amostragem total de Campo Alegre, o histograma toma, com ressalvas, aspecto de distribuição lognormal, com assimetria negativa e grau de achatamento leptocúrtico. As medidas de assimetria e curtose, porém, tiveram seus valores rejeitados. O mesmo ocorreu com o teste de Kolmogorov - Smirnov, nos dois níveis de significância utilizados.

A sequência sedimentar, com assimetria levemente negativa e curva razoavelmente leptocúrtica, obteve resultados numéricos para estas medidas, e também para o teste de Kolmogorov-Smirnov, que a enquadram perfeitamente como distribuição lognormal.

Já na sequência vulcânica, com assimetria tipicamente negativa e levemente leptocúrtica, o valor de assimetria foi amplamente rejeitado, enquanto que a curtose foi aceita. O teste de Kolmogorov-Smirnov, porém, rejeitou a hipótese de distribuição lognormal para esta população.

Pode-se notar que, apesar do maior *background*, de Campo Alegre, o limiar do Guaratubinha atingiu um valor superior, devido ao fato de os dados da primeira área estarem mais agrupados em torno da média, provocando um desvio menor.

Estes dados são apresentados, em conjunto, na figura nº 5, e na tabela VII.

Percebe-se que, dentre as populações, os maiores *background* ficaram nas rochas ácidas do Guaratubinha e vulcânicas de Campo Alegre, provavelmente associado ao termo mais ácido destas últimas.

Em função dos parâmetros obtidos, pode-se esperar, para o chumbo, uma maior possibilidade na sequência do Guaratubinha. Não exatamente devido à média, maior em Campo Alegre, e sim por causa dos teores da primeira, não tão aglomerados, e com valores mais elevados e, por isso, mais dispersos, provocando um coeficiente de variação mais elevado.

Isto é mais acentuado na sequência sedimentar

do Guaratubinha, como pode ser verificado pelos dados.

#### 7.1.3.2 - Distribuição dos teores de chumbo na área

Na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, foram definidos os seguintes intervalos:

12,0 ppm	- valores abaixo do <i>background</i>
12,0 - 20,0 ppm	- valores compreendidos entre o <i>background</i> e alto <i>background</i>
20,0 - 35,0 ppm	- valores compreendidos entre o alto <i>background</i> e o limiar.
35,0 - 60,0 ppm	- intervalo de anomalias possíveis
60,0 - 80,0 ppm	- intervalo de anomalias prováveis

A grande predominância de teores encontra-se dividida entre a faixa com valores abaixo do *background*, que atinge a cerca de 40% das amostras, e a faixa com valores compreendidos entre o *background*, e o alto *background* com outros cerca de 40%.

Esta distribuição é justificada pelo baixo teor médio da população intermediária, abaixo do *background* da área e com pouca dispersão de valores, estando estes, portanto, concentrados em torno de 10 ppm; e pelo teor médio da população ácida, acima do *background* da área e, também, com baixo coeficiente de variação, concentrando valores na faixa de *background* e alto *background*.

Os mais altos teores foram encontrados na sequência sedimentar, embora esta possua um *background* igual ao total da área. Seu alto desvio, no entanto, foi causado pela razoável dispersão. Nesta população, foram encontradas duas aglomerações de teores: uma na faixa de 5,0 a 8,0 ppm (20% das amostras de sedimentares) e outra na faixa de 12,0 a 18,0 ppm (25%), mostrando que, talvez, tivesse havido uma contribuição de diferentes tipos de sedimentos, com diferentes teores médios de chumbo, na formação desta população.

Na sequência ácida, cerca de 40% de seus valores encontram-se na faixa compreendida entre o *background* e o



TABELA VII - TRATAMENTO DE DADOS - CHUMBO

DADOS ESTATÍSTICOS							
POPULAÇÃO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GUARATUBINHA	250	2,0	80,0	78,0	12,0	1,8	0,645
SEQ. SEDIMENTAR	83	2,0	80,0	78,0	12,0	2,0	0,811
SEQ. INTERMEDIÁRIA	82	2,0	19,0	17,0	10,0	1,6	0,498
SEQ. ÁCIDA	85	5,0	45,0	40,0	16,0	1,5	0,158
CAMPO ALEGRE	208	4,0	40,0	36,0	15,0	1,5	0,158
SEQ. SEDIMENTAR	66	4,0	40,0	36,0	14,0	1,5	0,151
SEQ. VULCÂNICA	142	4,0	40,0	36,0	16,0	1,5	0,159

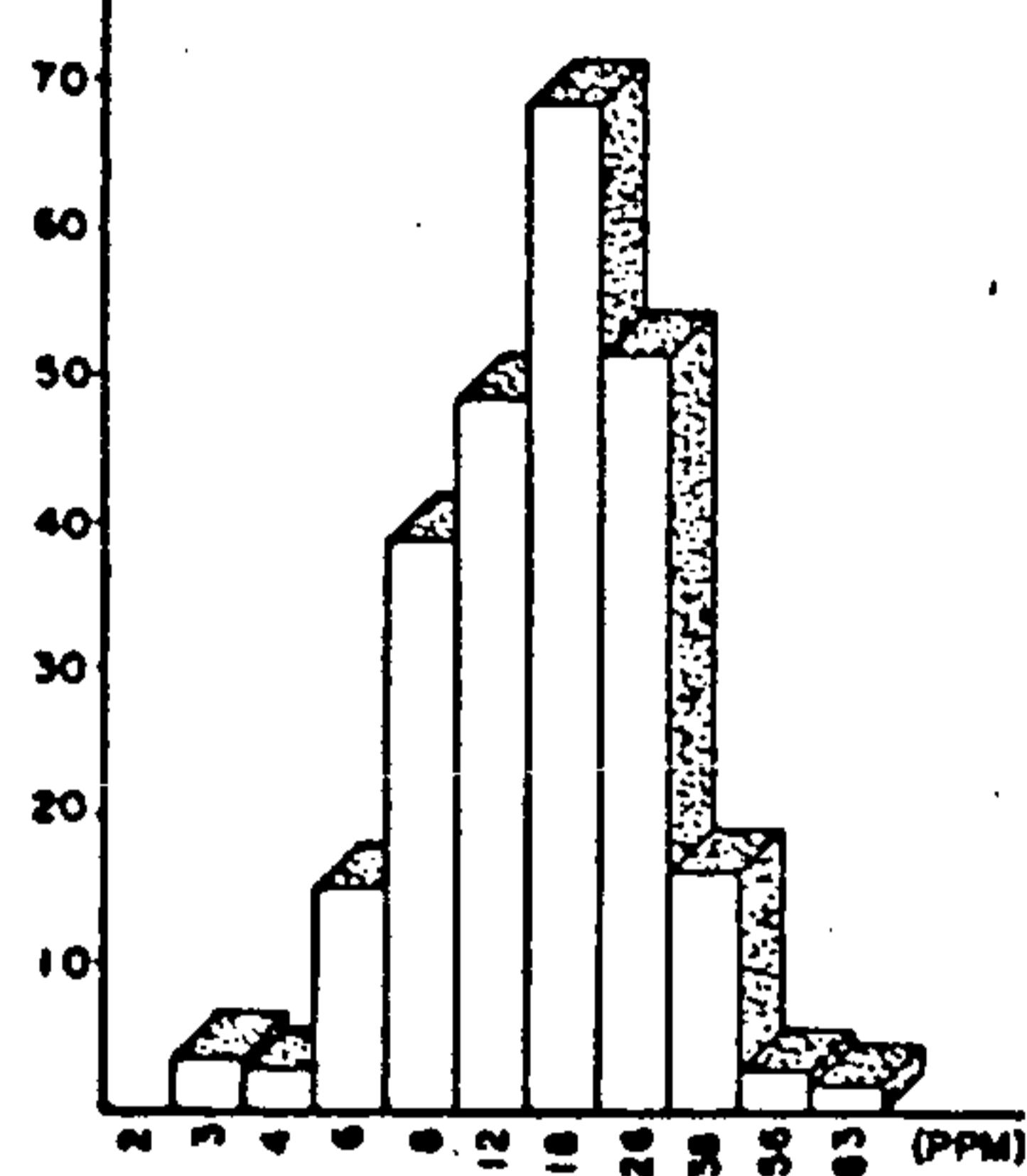
POPULAÇÃO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO						PARÂMETROS DEFINIDOS		
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
GUARATUBINHA	- 0,459	N	3,589	N	S	S	22,0	39,0	70,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,257	S	3,048	S	S	S	24,0	48,0	96,0
SEQ. INTERMEDIÁRIA	- 0,911	N	3,844	N	S	S	16,0	26,0	41,0
SEQ. ÁCIDA	- 0,660	N	3,557	S	S	S	24,0	36,0	54,0
CAMPO ALEGRE	- 0,532	N	3,272	S	N	N	23,0	34,0	51,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,066	S	3,798	S	S	S	21,0	32,0	47,0
SEQ. VULCÂNICA	- 0,754	N	3,321	S	N	N	24,0	36,0	54,0

LEGENDA

(S)-HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N)-HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV

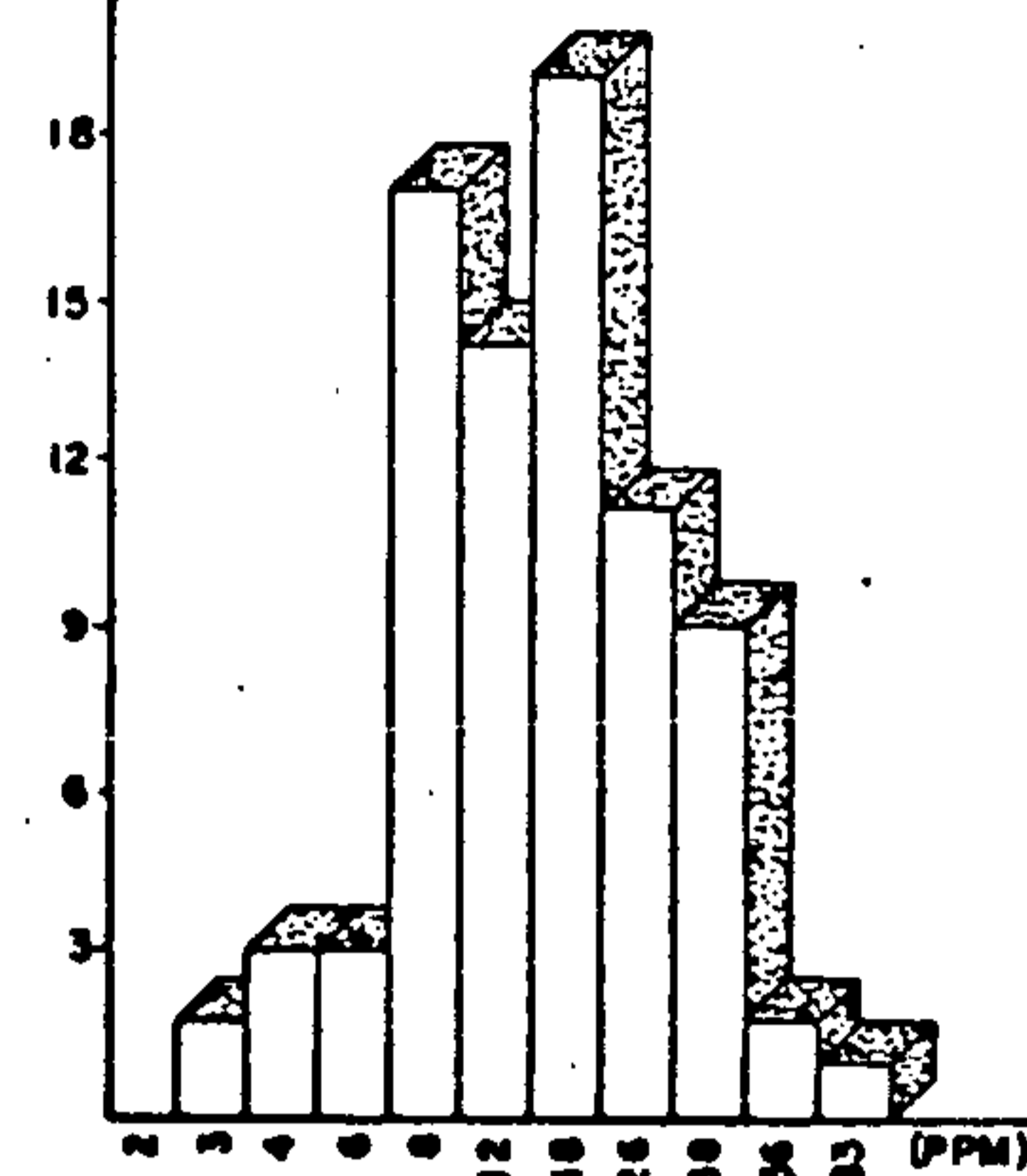
CHUMBO - ABSORÇÃO ATÔMICA

(N) SEQUÊNCIA DO GUARATUBINHA



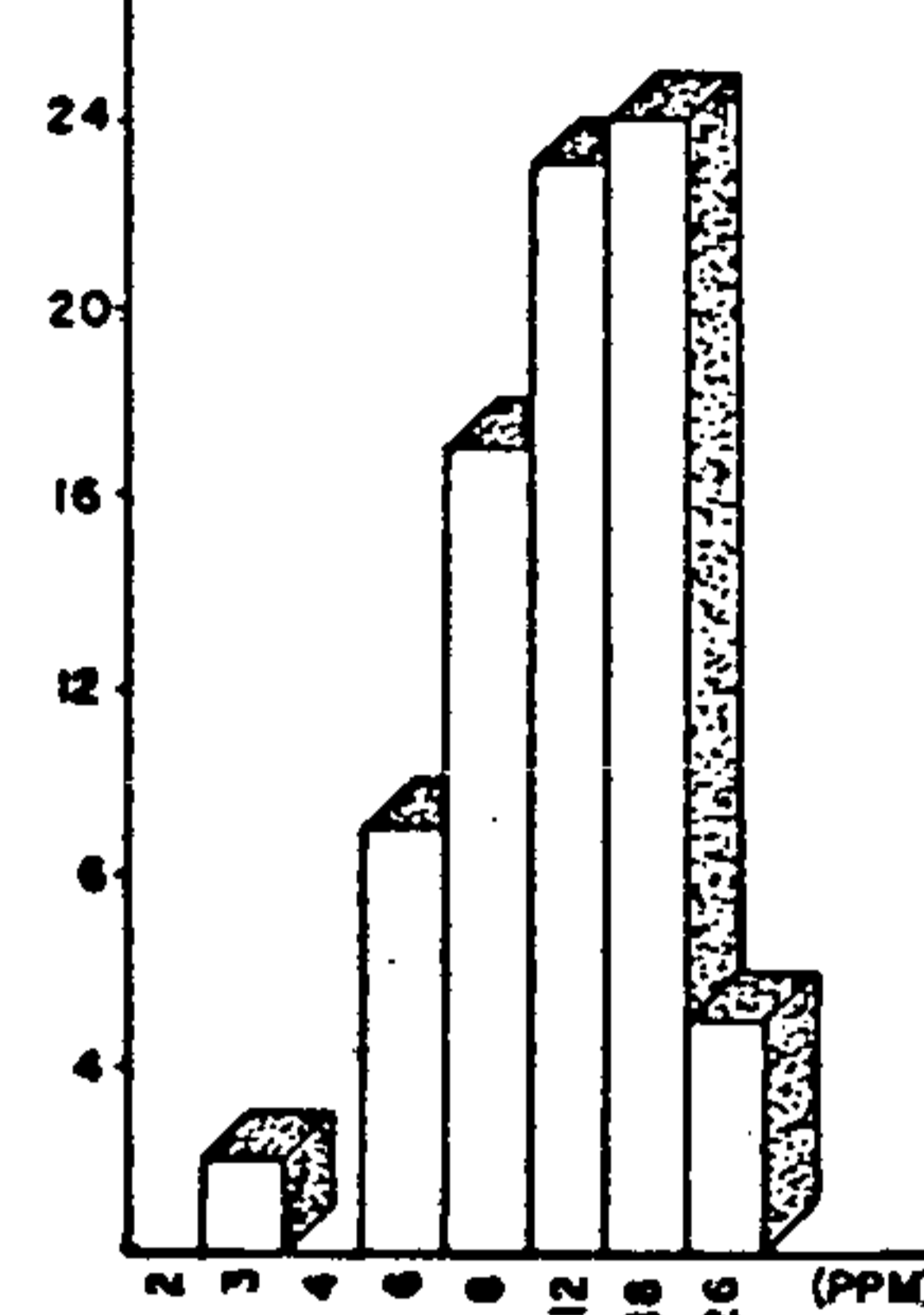
$\bar{x} = 12$        $N = 250$   
 $s = 1,8$

(N) SEQUÊNCIA SEDIMENTAR



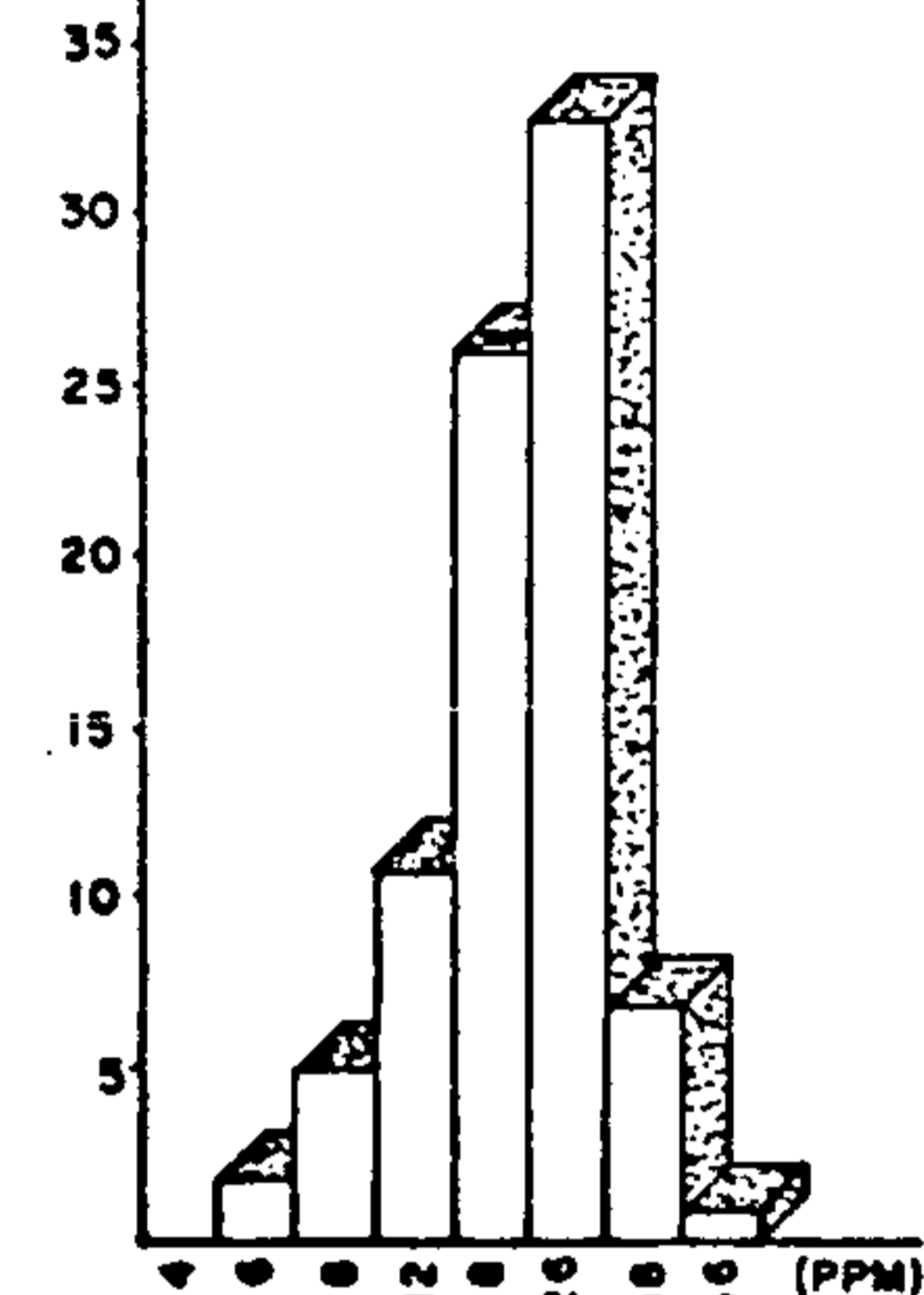
$\bar{x} = 12$        $N = 83$   
 $s = 2,0$

(N) SEQUÊNCIA INTERMEDIÁRIA



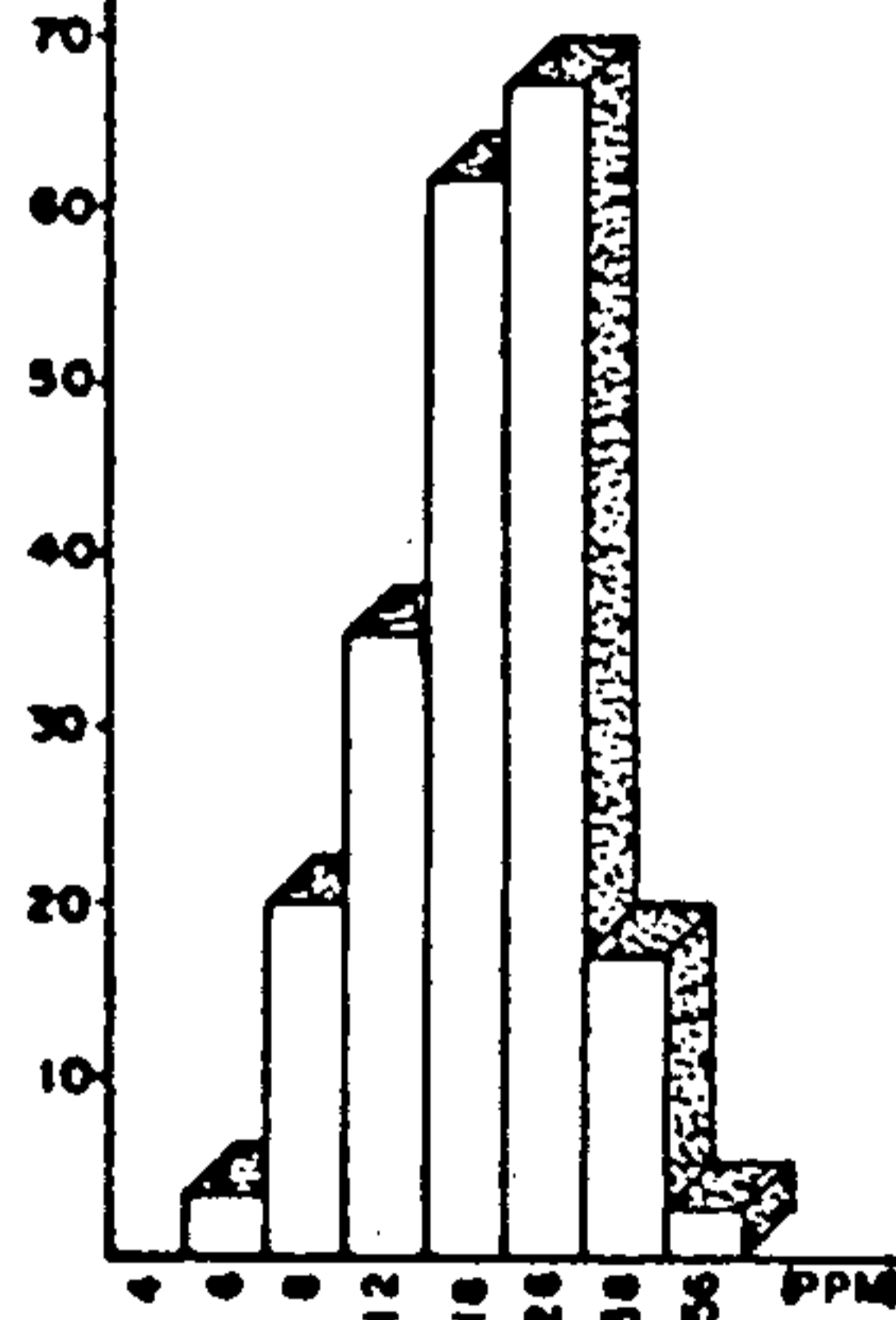
$\bar{x} = 10$        $N = 82$   
 $s = 1,6$

(N) SEQUÊNCIA ÁCIDA



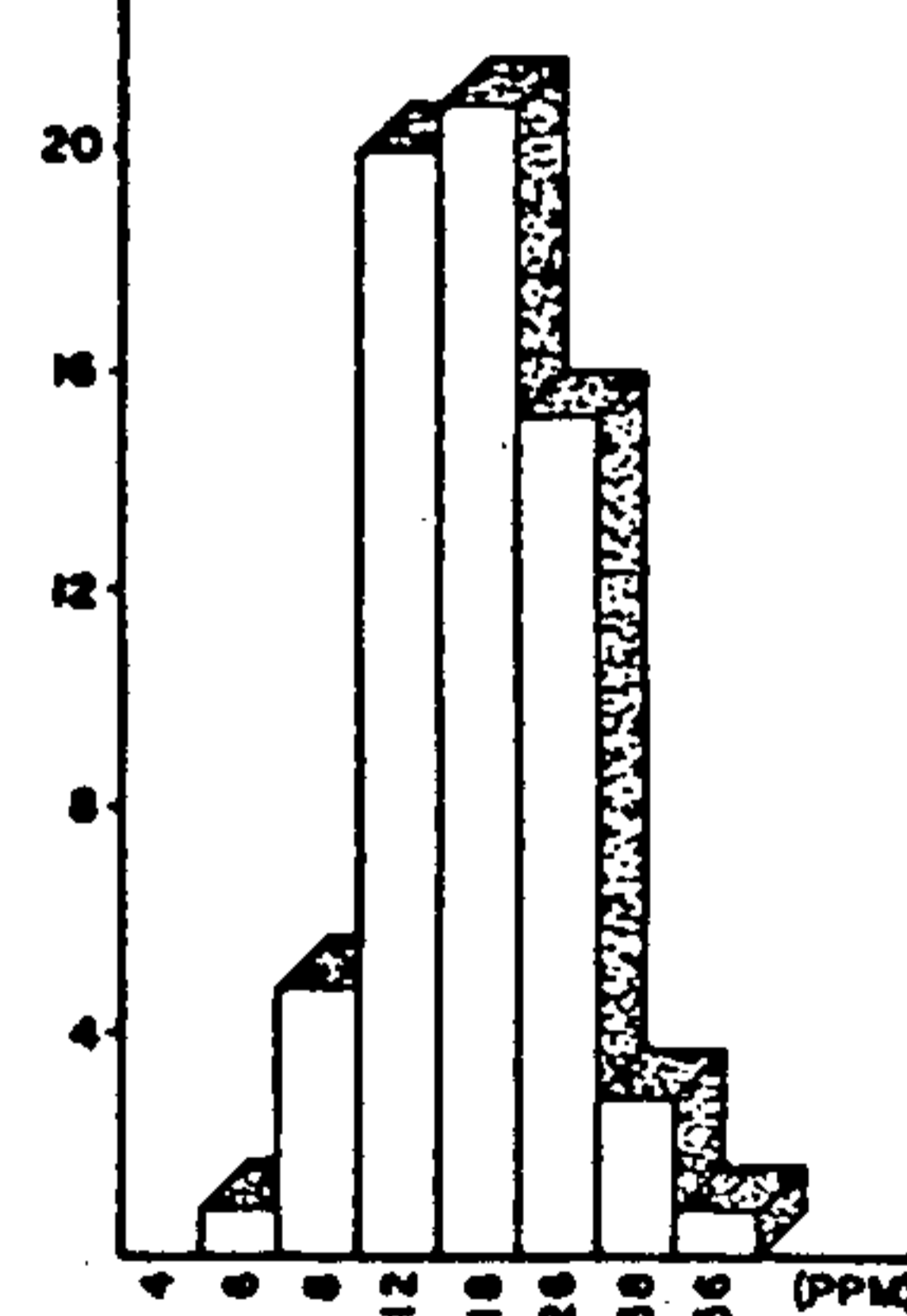
$\bar{x} = 16$        $N = 85$   
 $s = 1,5$

(N) BACIA DE CAMPO ALEGRE



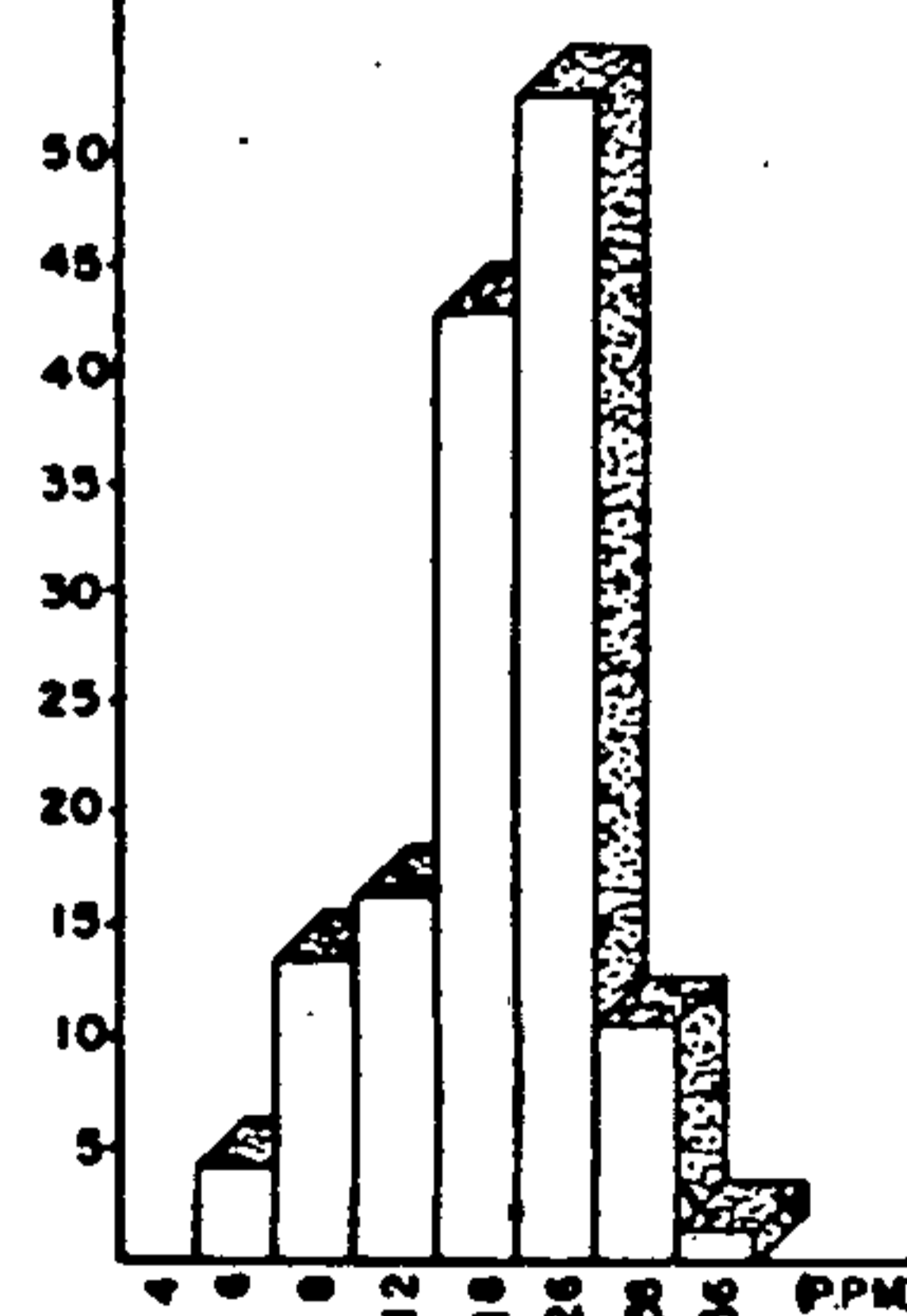
$\bar{x} = 15$        $N = 208$   
 $s = 1,5$

(N) SEQUÊNCIA SEDIMENTAR



$\bar{x} = 14$        $N = 66$   
 $s = 1,5$

(N) SEQUÊNCIA VULCÂNICA



$\bar{x} = 16$        $N = 142$   
 $s = 1,5$

LEGENDA

- (N) - número de amostras.
- ( $\bar{x}$ ) - média geométrica.
- (s) - desvio geométrico.

FIGURA 5 - HISTOGRAMAS DE CHUMBO EM SEDIMENTO DE CORRENTE DA BACIA DE CAMPO ALEGRE E SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR DO GUARATUBINHA.

alto *background*, enquanto que, na sequência intermediária, - mais de 60% dos teores são menores que o *background*, e nenhuma amostra ultrapassou o limiar.

Na bacia de Campo Alegre, os intervalos definidos foram os seguintes:

- 15,0 ppm - valores abaixo do *background*
- 15,0 - 25,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*
- 25,0 - 40,0 ppm - valores compreendidos entre o alto *background* e o limiar
- 40,0 - 70,0 ppm - intervalo de anomalias possíveis
- 70,0 - 100,0 ppm - intervalo de anomalias prováveis

Nesta área, predominam os valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*, com cerca de 65% das amostras.

Entre as sedimentares, 55% dos teores se enquadram nesta mesma faixa, e 40% abaixo do *background*, enquanto que nas vulcânicas, quase 70% se enquadram na faixa de *background* a alto *background*, e 25% abaixo do teor médio.

A baixa dispersão de teores causou um desvio - muito pequeno, fazendo com que nenhuma amostra ultrapassasse o valor do limiar.

É óbvio que, através destes dados, conclua-se que a área do Guaratubinha seja mais promissora para chumbo que Campo Alegre.

#### 7.1.3.3 - Anomalias

Cinco valores anômalos de chumbo foram detectados estatisticamente na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, sendo três no âmbito das rochas sedimentares e dois no domínio das ácidas.

As três anomalias situadas entre as rochas sedimentares estão localizadas na Serra da Fazendinha, folha de Mundo Novo, parcial de Paranaguá.

A DB-213 forneceu 80,0 ppm de chumbo, valor este que a encaixa no intervalo de anomalias prováveis. Porém foi o único elemento desta amostra que ultrapassou um teor acima do limiar. Os demais elementos tiveram valores modestos, dificultando a tentativa de qualquer associação.

O mesmo caso ocorre nas amostras DB-215 e DB-138, a primeira coletada em drenagem oriunda do mesmo interflúvio da DB-213, que também não apresentou qualquer valor - relacionável entre o chumbo e os demais elementos.

À primeira vista, pode-se pensar na existência de falsa anomalia deste elemento neste local, provocada por algum tipo de contaminação, ou por alguma variação ocorrida no ambiente secundário, causando este evento.

Entre as rochas ácidas, a DB-01 e a DB-106 apresentam teores de chumbo bem próximos ao limiar. A primeira está situada próximo à localidade de Morro Redondo, e a segunda em Serra do Salto, em drenagem afluyente do Rio Anta Gorda, ambas na folha de São José dos Pinhais.

Como no caso das anomalias das rochas sedimentares, também estas apresentam uma associação muito baixa com cobre e zinco, fazendo crer que não existe uma paragênese em comum entre estes três elementos.

Levando-se em conta a possibilidade de contaminação na DB-01, pode-se pensar que também possa se tratar de falsa anomalia.

Na bacia de Campo Alegre nenhuma amostra ultrapassou o valor numérico do limiar (40,0 ppm), fazendo com que através dos resultados do presente levantamento, considere-se esta bacia como estéril para chumbo, embora não se tenha a pretensão de se fazer com que tal argumentação se torne definitiva.

#### 7.1.4 - Zinco

#### 7.1.4.1 - Parâmetros estatísticos

A sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha obteve teor médio de 54,0 ppm para zinco, e desvio de 1,9.

O maior valor para o *background* ficou entre as rochas intermediárias da sequência, cujo valor (67,0 ppm) - foi o único que sobrepujou o total da área. Seu desvio foi de 1,7.

A sequência sedimentar determinou valor de 52,0 ppm para a média, e 1,9 para o desvio, enquanto a sequência ácida determinou 45,0 ppm e 1,9 para os mesmos valores, respectivamente.

Os valores de zinco, na distribuição em torno da média, tiveram um comportamento que pode ser considerado como de relativamente boa variabilidade. O valor do coeficiente de variação, para toda a área, foi de 0,691. Entre as rochas, variou de 0,586, nas intermediárias, a 0,712 nas ácidas.

O histograma da distribuição de zinco para a área do Guaratubinha apresenta um modelo que não se aproxima muito da lognormalidade. A média, em intervalo inferior à moda, provoca uma assimetria negativa, tendo, também, caráter leptocúrtico. Os valores numéricos para estes dois aspectos da curva não se encaixam na lognormalidade. O teste de Kolmogorov-Smirnov, porém, aceitou, nos dois níveis de significância utilizados, a hipótese de a curva ser lognormal.

A sequência sedimentar apresentou assimetria negativa, mostrando-se leptocúrtica. Seus valores numéricos fogem aos padrões de lognormalidade. Porém, o teste de Kolmogorov-Smirnov aceita a curva como lognormal.

Nas rochas intermediárias o histograma apresenta valores altos para assimetria e curtose, tornando-se negativa a suposição de lognormalidade da curva. O teste de Kolmogorov-Smirnov, no entanto, aceitou tal suposição, nos dois níveis de significância.

A sequência ácida apresentou dois picos gráficos no histograma. No entanto, foi o único da área do Guaratubinha que aceitou, para assimetria e curtose, e hipótese de a curva ser lognormal. Também o teste de Kolmogorov-Smirnov aceitou esta hipótese.

Na bacia de Campo Alegre, o *background* para zinco atingiu 43,0 ppm, e desvio de 1,7.

A maior média, entre as populações, ficou entre as rochas sedimentares, com teor médio de 47,0 ppm e desvio -e 1,5. Já na sequência vulcânica, o *background* não ultrapassou 41,0 ppm, enquanto o desvio foi igual a 1,8.

Nesta bacia, os teores ficaram bastante aglomerados em torno da média, sendo mínima a dispersão existente. O maior coeficiente de variação ocorreu na sequência vulcânica, justamente o de menor *background* da área.

A curva de distribuição de teores de zinco em Campo Alegre apresentou modelo que pode caracterizá-la como lognormal. No entanto, o valor determinado para assimetria - foi rejeitado para a lognormalidade. O mesmo, porém, não ocorreu para curtose e, também, para o teste de Kolmogorov-Smirnov.

Na sequência sedimentar, os testes de assimetria e curtose foram aceitos. Porém, o teste de Kolmogorov - Smirnov rejeitou a hipótese da lognormalidade para esta curva.

Já na sequência vulcânica, cujo modelo se aproxima bastante da lognormalidade, todos os testes realizados caracterizam a distribuição de teores como lognormal.

Pela comparação dos dados estatísticos das duas sequências, pode-se notar um maior enriquecimento de zinco na área de Guaratubinha. Os maiores teores encontrados, o maior *background*, e a maior dispersão desses teores em relação à média, não deixam qualquer motivo de discussão quanto a este fato.

#### 7.1.4.2 - Distribuição dos teores de zinco na área

Na área da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha foram determinados os seguintes intervalos:

- <50,0 ppm - valores abaixo do *background*
- 50,0 - 90,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto
- 90,0 - 160,0 ppm - valores compreendidos entre o alto *background* e o limiar
- 160,0 - 210,0 ppm - intervalo de anomalias possíveis

Pouco mais de 40% dos teores está localizado na faixa de *background* a alto *background*, enquanto pouco menos de 40% possui valores inferiores ao teor médio de zinco da região. Sem dúvida, as rochas ácidas são as responsáveis por esse acúmulo de teores abaixo do *background*, pois, possuem média bem abaixo do *clark* regional.

Os maiores valores foram encontrados entre as rochas intermediárias, na qual cerca de 30% das amostras tiveram teores acima do alto *background*. A maior frequência de valores, no entanto, ficou na faixa do teor médio da região.

Na sequência sedimentar, cerca de 20% dos valores para zinco ultrapassaram a faixa de alto *background*, mas a maioria absoluta (cerca de 50%) está na faixa de teor médio.

Na distribuição de teores entre as rochas ácidas aparecem duas grandes concentrações: uma na faixa de 38,0 a 56,0 ppm, com cerca de 30% das amostras, e outra na faixa de 18,0 a 26,0 ppm (cerca de 20%). Pode-se acreditar que o baixo teor de zinco nessa população, influenciado pelo maior teor deste elemento nos diques básicos, causou a formação dos dois picos, caracterizando uma mistura de populações.

Na bacia de Campo Alegre, os teores de zinco foram distribuídos nos seguintes intervalos:

- 40,0 ppm - valores abaixo do *background*
- 40,0 - 70,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*

70,0 - 130,0 ppm - valores compreendidos entre o alto *background* e o limiar

Cêrca de 45% dos teores de zinco em Campo Alegre, possuem valores abaixo da média, e apenas 20% ultrapassaram o valor de alto *background*.

Nas rochas sedimentares, cerca de 40% das amostras se encontra em torno do *background*, e 35% acima do alto *background*.

Já entre as vulcânicas, cêrca de 45% das amostras possuem valores abaixo da média, enquanto que apenas cerca de 20% ultrapassam o alto *background*. Estes valores demonstram a maior influência dos termos ácidos destas rochas, na distribuição dos teores.

Outro ponto a notar, em Campo Alegre, é que, apenas do maior teor médio entre as sedimentares, os maiores teores de zinco foram encontrados entre as vulcânicas, nos seus termos básico-intermediários. Obviamente, as maiores dispersões deveriam estar entre essas últimas, o que foi realmente verificado, através do coeficiente de variação.

Os parâmetros estatísticos e os histogramas são apresentados na tabela VIII e na figura nº 6.

Pela distribuição do zinco nas duas áreas do projeto, pode-se concluir que Guaratubinha é mais enriquecida neste elemento, que Campo Alegre.

#### 7.1.4.3 - Anomalias

Quatro valores anômalos para zinco foram determinados estatisticamente na área do Guaratubinha, sendo um no domínio das rochas sedimentares e três entre as rochas intermediárias.

A amostra anômala que ocorre na sequência sedimentar, a DB-113, foi coletada em um pequeno afluente da margem direita do Ribeirão Rancho Grande, próximo à Colônia Santos Andrade, na folha de São José dos Pinhais.

Geologicamente, está localizada próxima ao con



TABELA VIII- TRATAMENTO DE DADOS - ZINCO

DADOS ESTATÍSTICOS							
POPULAÇÃO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GUARATUBINHA	250	7,0	210,0	203,0	54,0	1,9	0,691
SEQ. SEDIMENTAR	83	7,0	210,0	203,0	52,0	1,9	0,691
SEQ. INTERMEDIÁRIA	82	7,0	210,0	203,0	67,0	1,7	0,586
SEQ. ÁCIDA	85	8,0	140,0	132,0	45,0	1,9	0,712
CAMPO ALEGRE	208	11,0	130,0	119,0	43,0	1,7	0,145
SEQ. SEDIMENTAR	66	19,0	100,0	81,0	47,0	1,5	0,100
SEQ. VULCÂNICA	142	11,0	130,0	119,0	41,0	1,8	0,162

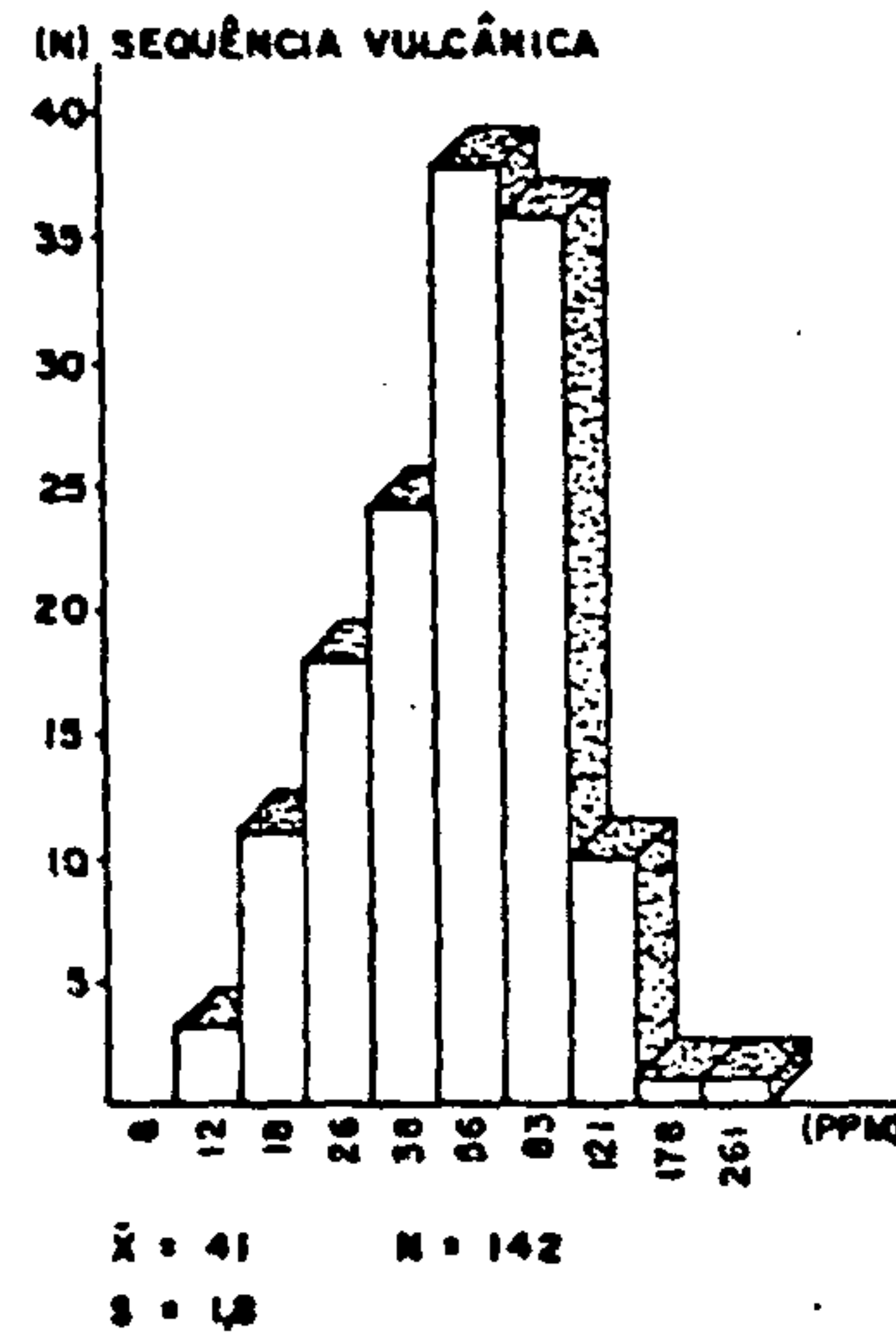
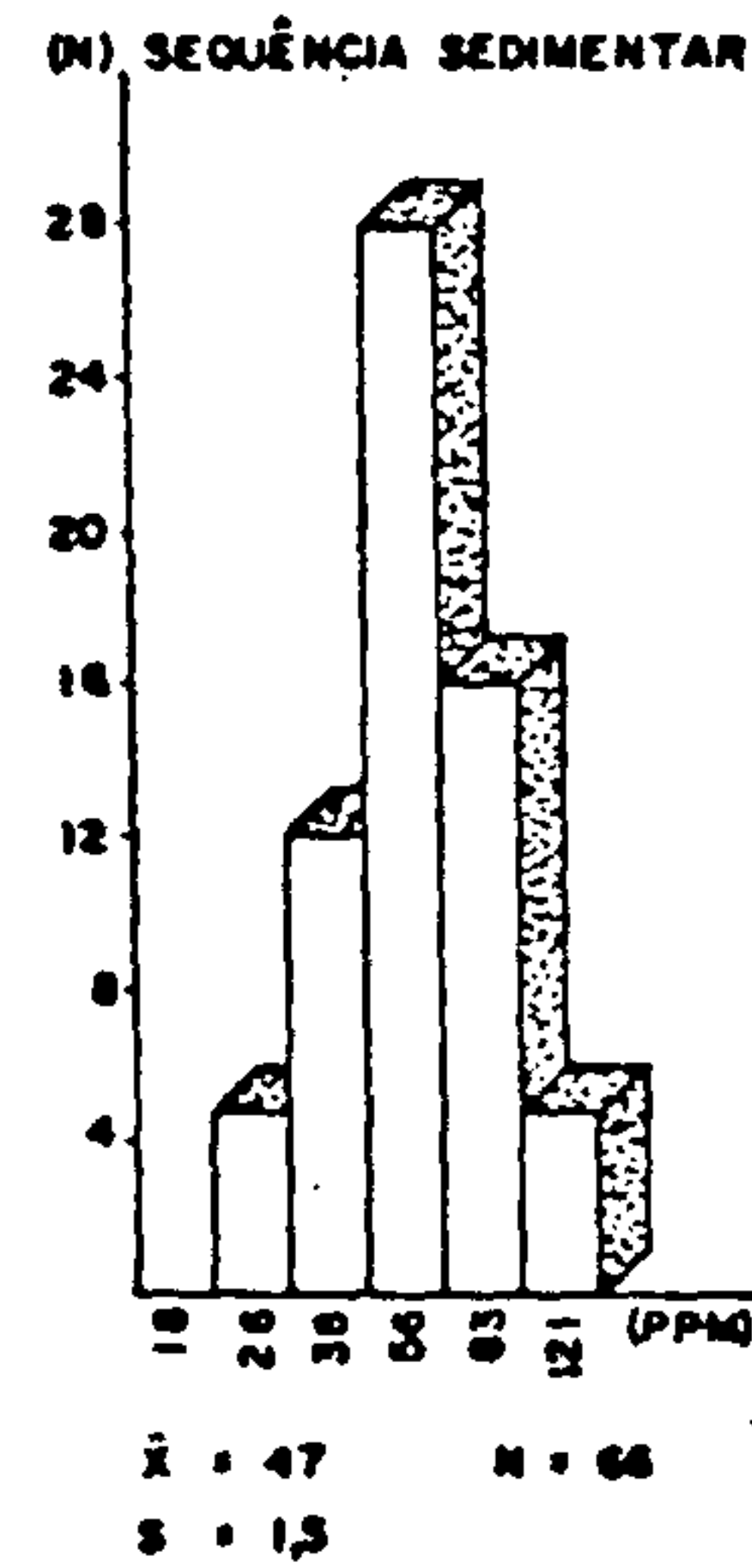
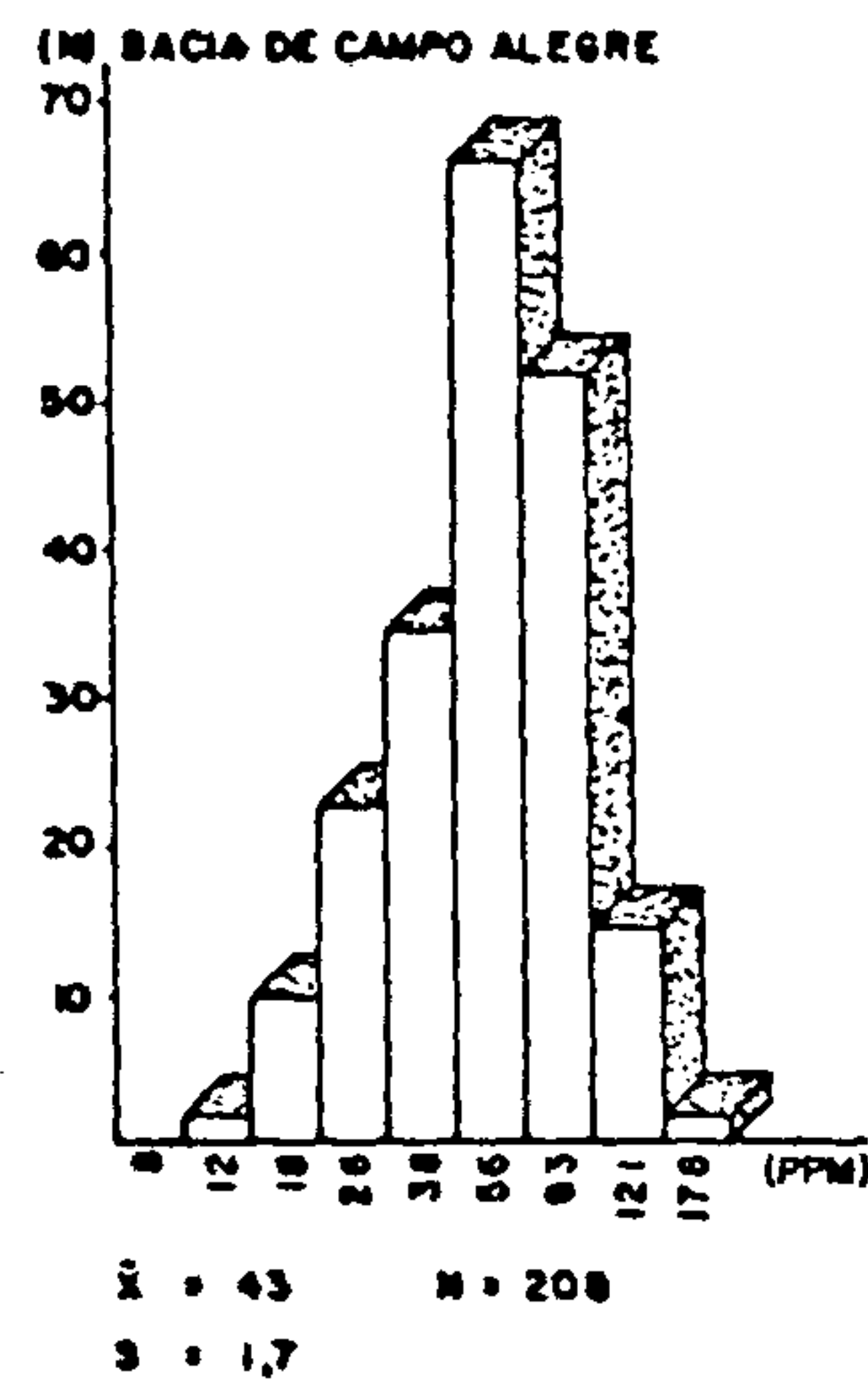
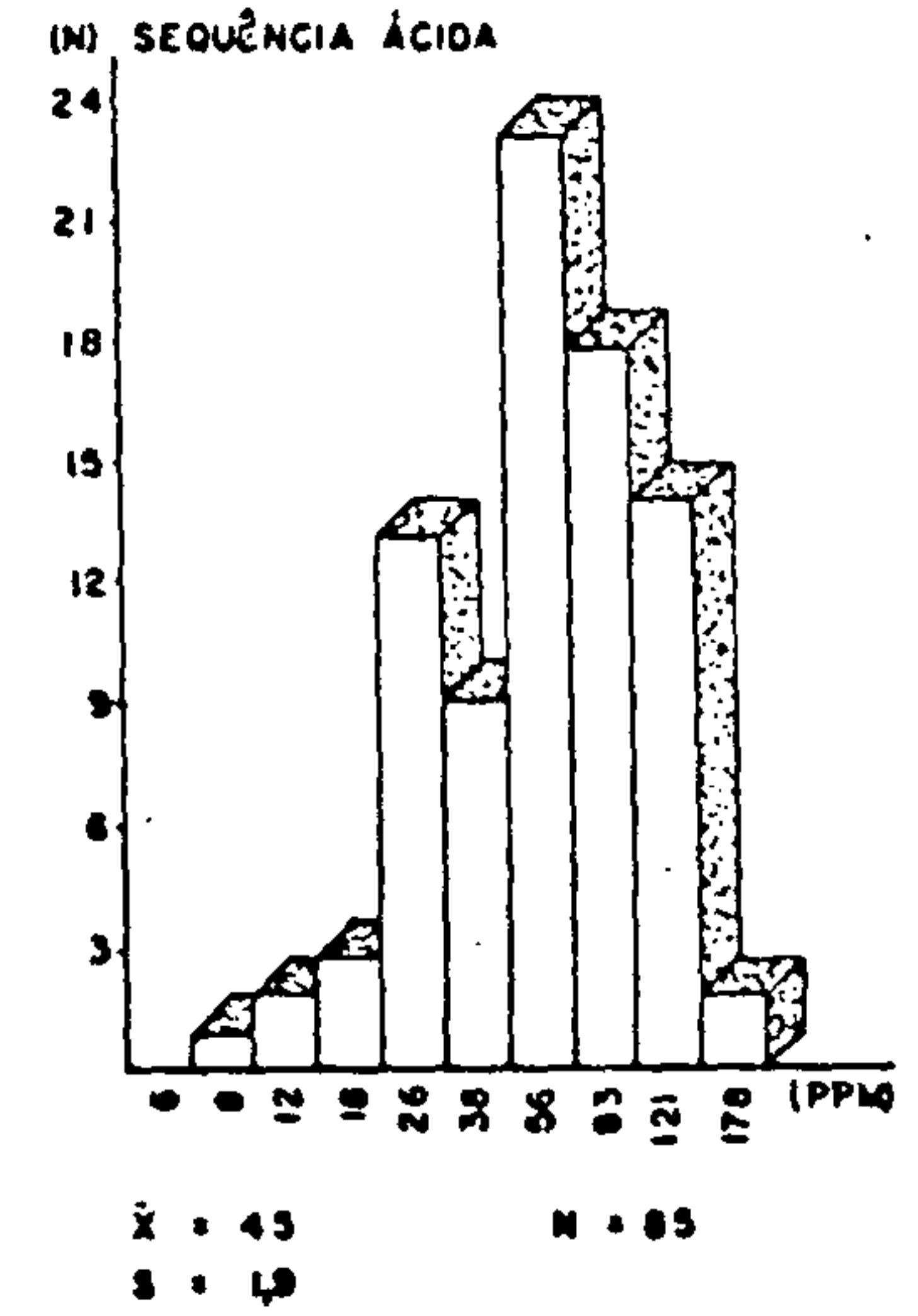
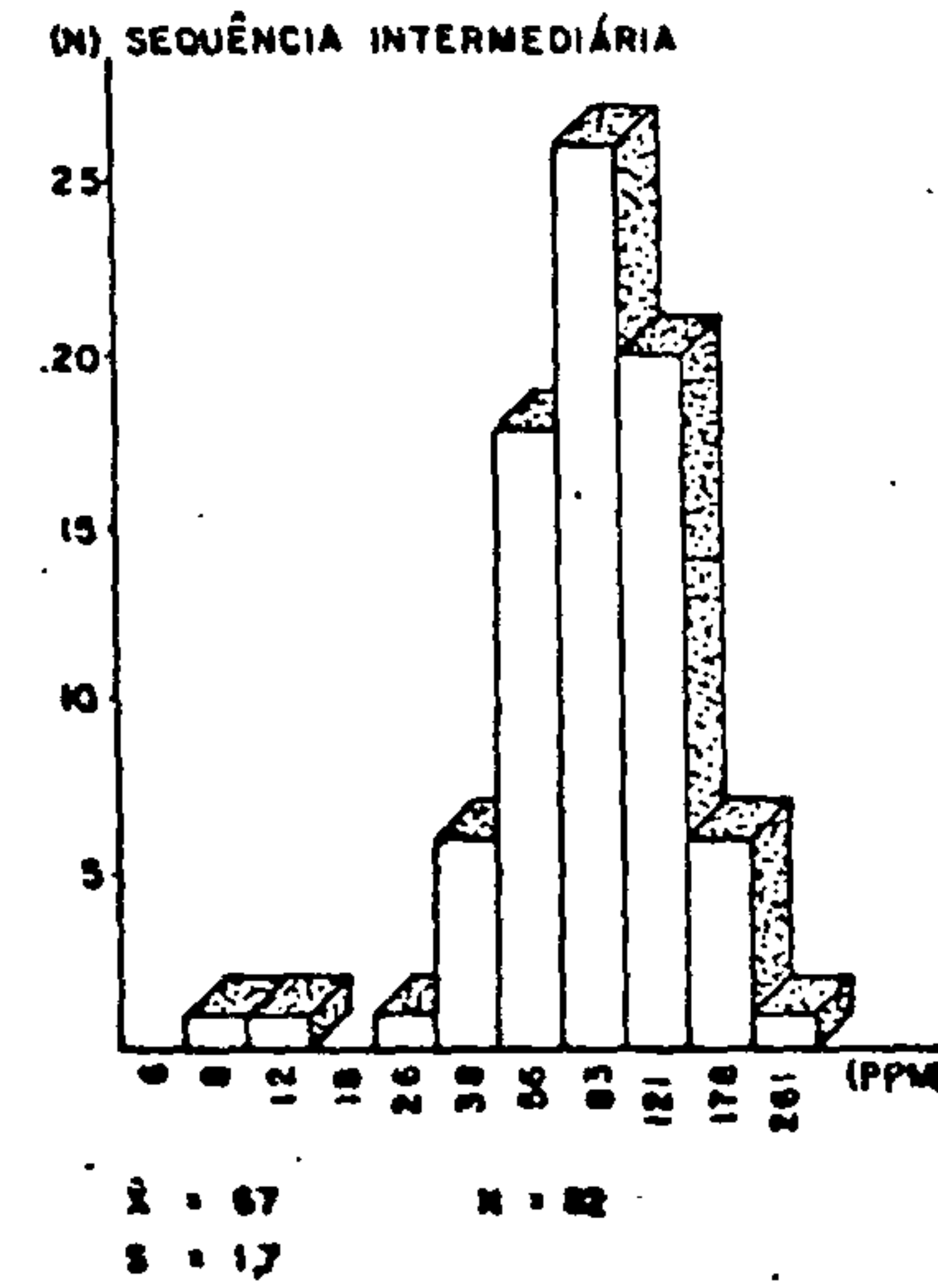
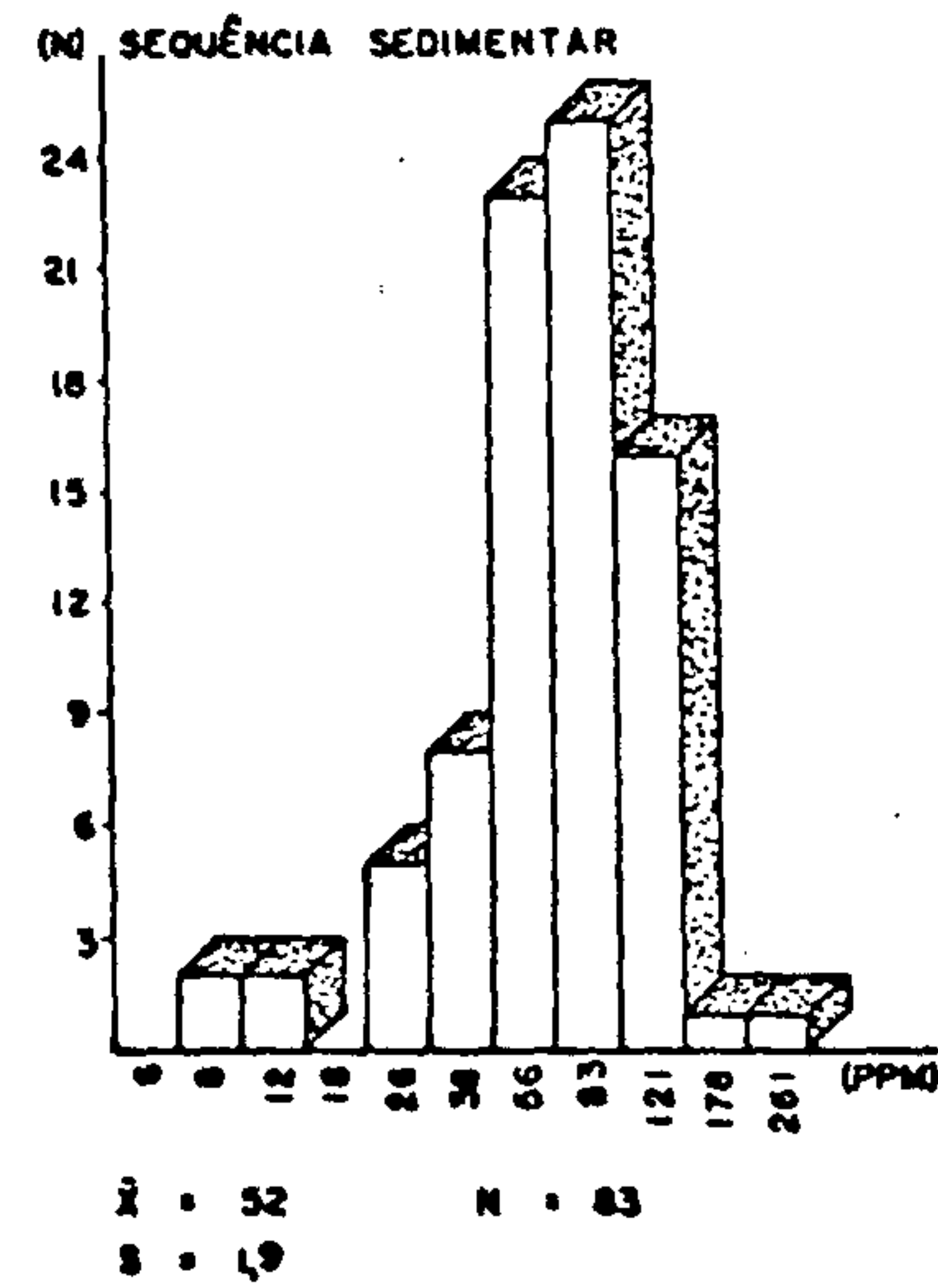
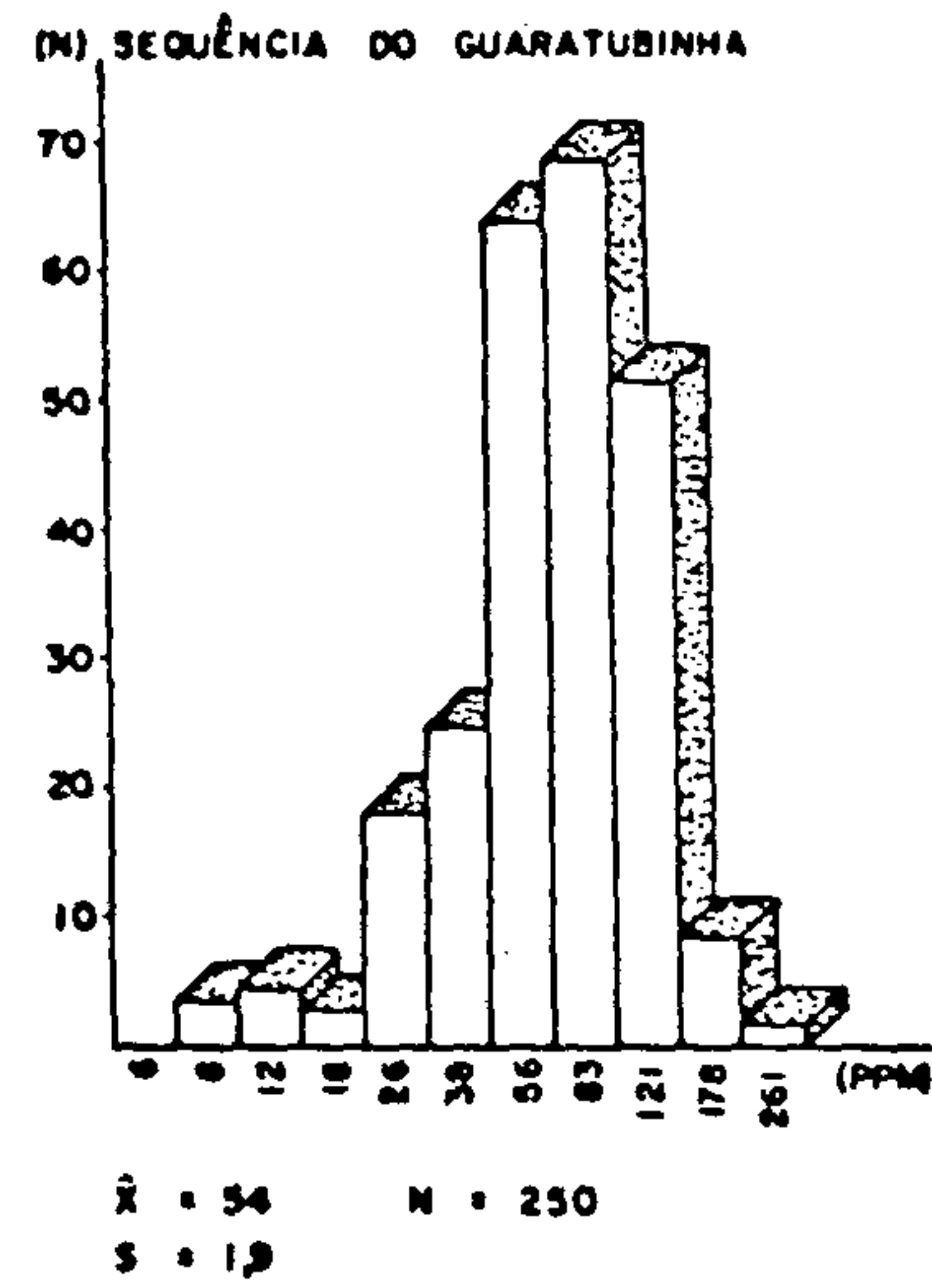
POPULAÇÃO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO						PARÂMETROS DEFINIDOS		
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
GUARATUBINHA	- 0,835	N	3,895	N	S	S	103,0	195,0	370,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 1,068	N	4,536	N	S	S	99,0	188,0	357,0
SEQ. INTERMEDIÁRIA	- 1,109	N	6,134	N	S	S	114,0	194,0	329,0
SEQ. ÁCIDA	- 0,427	S	2,586	S	S	S	86,0	162,0	309,0
CAMPO ALEGRE	- 0,333	N	2,742	S	S	S	73,0	124,0	211,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,193	S	2,527	S	N	N	71,0	106,0	159,0
SEQ. VULCÂNICA	- 0,214	S	2,404	S	S	S	74,0	133,0	239,0

LEGENDA

(S)-HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N)-HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV



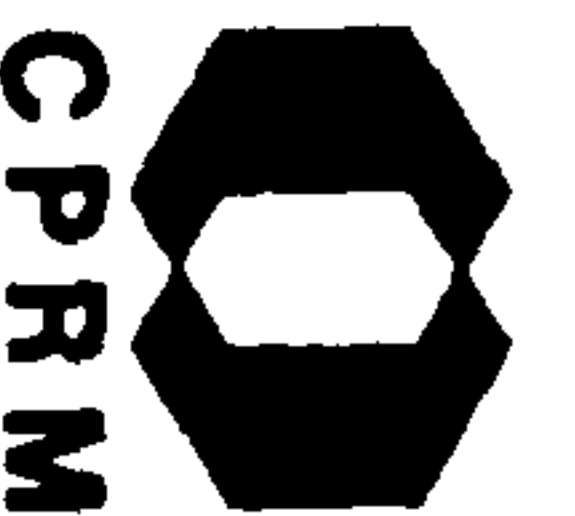
ZINCO - ABSORÇÃO ATÔMICA



LEGENDA

- (N) - número de amostras.
- ( $\bar{x}$ ) - média geométrica.
- (S) - desvio geométrico.

FIGURA 6 - HISTOGRAMAS DE ZINCO EM SEDIMENTO DE CORRENTE DA BACIA DE CAMPO ALEGRE E SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR DO GUARATUBINHA.



tato por falhamento, entre rochas sedimentares e intermediárias. Tal contato localiza-se a jusante do local de coleta.

Está associada a valores de alto *background* de cobalto e níquel, mas é razoável sua associação com cobre e praticamente, inexistente com chumbo, o que, não exclui a possibilidade de uma associação entre calcófilos em depósitos sulfetados.

No entanto, pode-se notar a influência de minerais ferromagnesianos, talvez provenientes de andesitos e dacitos próximos, já que não há indício algum de dique básico no local, o que torna esta anomalia bem interessante, apesar de a área drenada ser muito pequena e as amostras provenientes do mesmo interflúvio não terem apresentado resultados semelhantes, confirmando, no entanto, uma associação de elementos parecidas com a da DB-113.

Entre as anomalias detectadas nas rochas intermediárias, a DB-107, coletada em afluente do Rio da Prata, - próximo à represa Guaricana, acusou 210,0 ppm de zinco. Além da boa associação com cobalto e razoável com cobre, chumbo e níquel, o valor da relação Co/Ni foi pouco maior do que 2,0.

Entretanto, cumpre destacar que a cerca de 20 metros a montante do local da coleta, a drenagem corta um dique de diabásio mesozóico.

A amostra DB-172 e a DB-249 estão situadas, respectivamente, em afluente do rio Osso da Anta, na localidade de Capivari, e em afluente do Rio Guaratubinha, próximo à represa Guaricana.

Ambas possuem teor de zinco próximo ao limiar, e estão relacionadas a valores de alto *background* de cobre e cobalto, mas sem associação significativa com chumbo. O principal fator que as diferencia é no que se refere à associação com níquel, já que a DB-249 está associada à possível anomalia deste elemento, enquanto que a DB-172 relaciona-se a valor de alto *background*.

Deve-se considerar que, nas duas amostras, a

montante dos locais de coleta, ocorrem diques básicos, que podem ter interferido sensivelmente nos resultados analíticos.

Levando-se, então, em conta este aspecto, percebe-se, para a DB-172, uma relação Co/Ni da ordem de 0,9; por outro lado, na DB-249, esta relação não ultrapassa a 0,5. Reforçando o maior interesse pela DB-172, está o fato de as amostras DB-172 e DB-174, em braços do rio Osso da Anta, imediatamente a jusante da amostra anômala, possuírem valores da relação Co/Ni próximos a 1,0.

Porém, na DB-249, a extração por EDTA determinou um teor de 28,0 ppm, enquanto na DB-172 este valor não ultrapassou 14,0 ppm.

Na bacia de Campo Alegre, nenhuma amostra apresentou teor suficiente para ultrapassar o valor numérico calculado do limiar para zinco, fazendo com que se considere, *last but not least*, esta área como não potencial para este elemento.

#### 7.1.5 - Cobalto

##### 7.1.5.1 - Parâmetros estatísticos

Na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, as 250 amostras que sofreram tratamento estatístico, forneceram um teor médio de 9,0 ppm de cobalto, com desvio de 2,2. O valor mínimo foi de 2,0 e o máximo de 50,0 ppm.

Entre as três populações, a maior média foi a da sequência intermediária, com 11,0 ppm, sendo que seu desvio foi da ordem de 2,0.

A sequência sedimentar apresentou *background* de 10,0 ppm e desvio de 2,0; por outro lado, a sequência ácida apresentou o menor teor médio (6,0 ppm) e o maior desvio (2,4).

É muito alta a dispersão de valores de cobalto, nesta área, principalmente no âmbito das rochas ácidas, cujo valor do coeficiente de variação atingiu 1,090.

O histograma de distribuição de teores na área fugiu ao modelo lognormal típico, inclusive apresentando dois picos gráficos de frequências muito próximas. A assimetria e a curtose, apesar disto, tiveram seus valores numéricos aceitos para a hipótese da lognormalidade. O teste de Kolmogorov-Smirnov, porém, rejeitou esta possibilidade, nos dois níveis de significância observados.

O histograma que mais se aproximou, no Guaratubinha, do modelo típico lognormal, foi o da distribuição de teores de cobalto em rochas sedimentares, apesar de observar-se um pequeno pico gráfico no primeiro intervalo. Como no caso do total da sequência, assimetria e curtose foram aceitos, mas Kolmogorov-Smirnov rejeitou a lognormalidade da curva.

Fato idêntico ocorreu com a sequência intermediária, a qual apresenta dois picos gráficos de mesma frequência.

Já a sequência ácida teve a curtose e o teste de Kolmogorov-Smirnov aceitos para a hipótese da lognormalidade da curva, apesar de esta ser a que mais foge ao modelo gráfico padrão, entre as populações desta área.

A bacia de Campo Alegre mostrou um teor médio de 7,0 ppm para cobalto, com desvio de 2,4. O valor mínimo foi 2,0 ppm, enquanto o máximo atingiu 45,0 ppm para as 208 amostras tratadas.

Entre as populações, a sequência sedimentar de terminou um *background* de 10,0 ppm e desvio de 1,8. Já na sequência vulcânica a média foi de apenas 6,0 ppm, e o desvio atingiu 2,6.

É fácil perceber que o *background* da bacia foi bastante influenciado pelo baixo teor das rochas vulcânicas com, praticamente, o dobro de amostras em relação às rochas sedimentares.

Ao contrário da sequência do Guaratubinha, é moderada a variabilidade relativa dos teores na bacia de Cam

po Alegre.

O histograma de distribuição de teores de cobalto mostrou uma feição gráfica muito longe dos padrões lognormais. Mesmo assim, o valor numérico de assimetria foi aceito para esta hipótese, o que não ocorreu com o valor da curtose. Também o teste de Kolmogorov-Smirnov rejeitou qualquer possibilidade de lognormalidade.

Entre as rochas desta bacia, as sedimentares apresentaram dois picos gráficos, caracterizando uma mistura de populações, provavelmente provocada pelos conglomerados - polimíticos desta área. Aqui, como no caso anterior, apenas o valor numérico da assimetria pode ser aceito para os padrões de lognormalidade. Já para curtose e Kolmogorov-Smirnov, esta possibilidade é amplamente rejeitada.

Na sequência vulcânica, três picos aparecem no histograma. Deve ser levado em consideração o fato de, nesta sequência, serem encontradas rochas de caráter ácido e básico-intermediário, o que, no caso de cobalto, pode causar uma heterogeneidade de distribuição, já que este é mais abundante em máficos do que em félsicas. Apesar disto, a distribuição deste elemento nas vulcânicas foi tido como lognormal para o teste de Kolmogorov-Smirnov, embora os valores de assimetria e curtose tenham sido rejeitados para tal hipótese.

Comparando-se as duas grandes áreas, pode-se notar um leve predomínio, em relação a cobalto, na área do Guaratubinha. Este predomínio, porém, torna-se mais importante devido à grande dispersão de valores, nesta sequência, em torno da média, indicando maiores possibilidades de mineralização. No entanto, as dúvidas quanto à lognormalidade da distribuição, limitam, razoavelmente, a consideração de tais dados.

Os mais altos teores médios ficaram entre as rochas intermediárias, no Guaratubinha, e na sequência sedimentar, em Campo Alegre. Isto pode ser explicado pela maior afinidade, de cobalto, pelas rochas com termos básicos, no

caso da primeira sequência, e, provavelmente, pelo grande número de seixos de ultrabásicas, com maior quantidade, ainda, deste elemento, na segunda sequência.

Os parâmetros estatísticos e os histogramas são representados na figura nº 7 e na tabela IX.

#### 7.1.5.2 - Distribuição dos teores de cobalto na área

Foi a seguinte a distribuição de teores de cobalto, em intervalos, na área da sequência do Guaratubinha:

- <10,0 ppm - valores abaixo do *background*
- 10,0 - 20,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*
- 20,0 - 40,0 ppm - valores compreendidos entre alto *background* e limiar
- 40,0 - 50,0 ppm - intervalo de anomalias possíveis

Mais de 45% dos teores de cobalto estão abaixo do *background* regional. Isto ocorre devido ao baixo teor deste elemento na população ácida, com quase 70% de seus valores abaixo de 10,0 ppm.

Os maiores valores ocorrem nas rochas intermediárias, em que aproximadamente 65% das amostras apresentam teores superiores ao teor médio da região e destas, 25% ultrapassam o alto *background*.

Na sequência sedimentar, cerca de 40% das amostras estão em torno do *background*, e 20% ultrapassam o alto *background*. Nesta sequência, quase 10% dos teores são inferiores a 4,0 ppm, formando um segundo pico na distribuição.

Entre as ácidas, como já foi dito, quase 70% dos teores não atingem o *background*. Porém, no intervalo de 18,0 a 26,0 ppm, acumulam-se cerca de 15% dos teores, sugerindo influência de diques de diabásio e/ou termos básicos - nestas rochas.

Na bacia de Campo Alegre, foram determinados os seguintes intervalos:

TABELA IX - TRATAMENTO DE DADOS - COBALTO

DADOS ESTATÍSTICOS							
POPULAÇÃO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GUARATUBINHA	250	2,0	50,0	48,0	9,0	2,2	0,962
SEQ. SEDIMENTAR	83	2,0	45,0	43,0	10,0	2,0	0,811
SEQ. INTERMEDIÁRIA	82	2,0	50,0	48,0	11,0	2,0	0,812
SEQ. ÁCIDA	85	2,0	40,0	38,0	6,0	2,4	1,090
CAMPO ALEGRE	208	2,0	45,0	43,0	7,0	2,4	0,464
SEQ. SEDIMENTAR	66	3,0	28,0	25,0	10,0	1,8	0,263
SEQ. VULCÂNICA	142	2,0	45,0	43,0	6,0	2,6	0,344

POPULAÇÃO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO						PARÂMETROS DEFINIDOS		
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
GUARATUBINHA	- 0,245	S	2,086	S	N	N	20,0	44,0	96,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,544	S	3,033	S	N	N	20,0	40,0	80,0
SEQ. INTERMEDIÁRIA	- 0,459	S	2,576	S	N	N	22,0	44,0	88,0
SEQ. ÁCIDA	0,403	N	1,840	S	S	S	14,0	35,0	83,0
CAMPO ALEGRE	0,030	S	1,751	N	N	N	17,0	40,0	97,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,048	S	1,624	N	N	N	18,0	32,0	58,0
SEQ. VULCÂNICA	0,342	N	1,735	N	S	S	16,0	41,0	105,0

LEGENDA

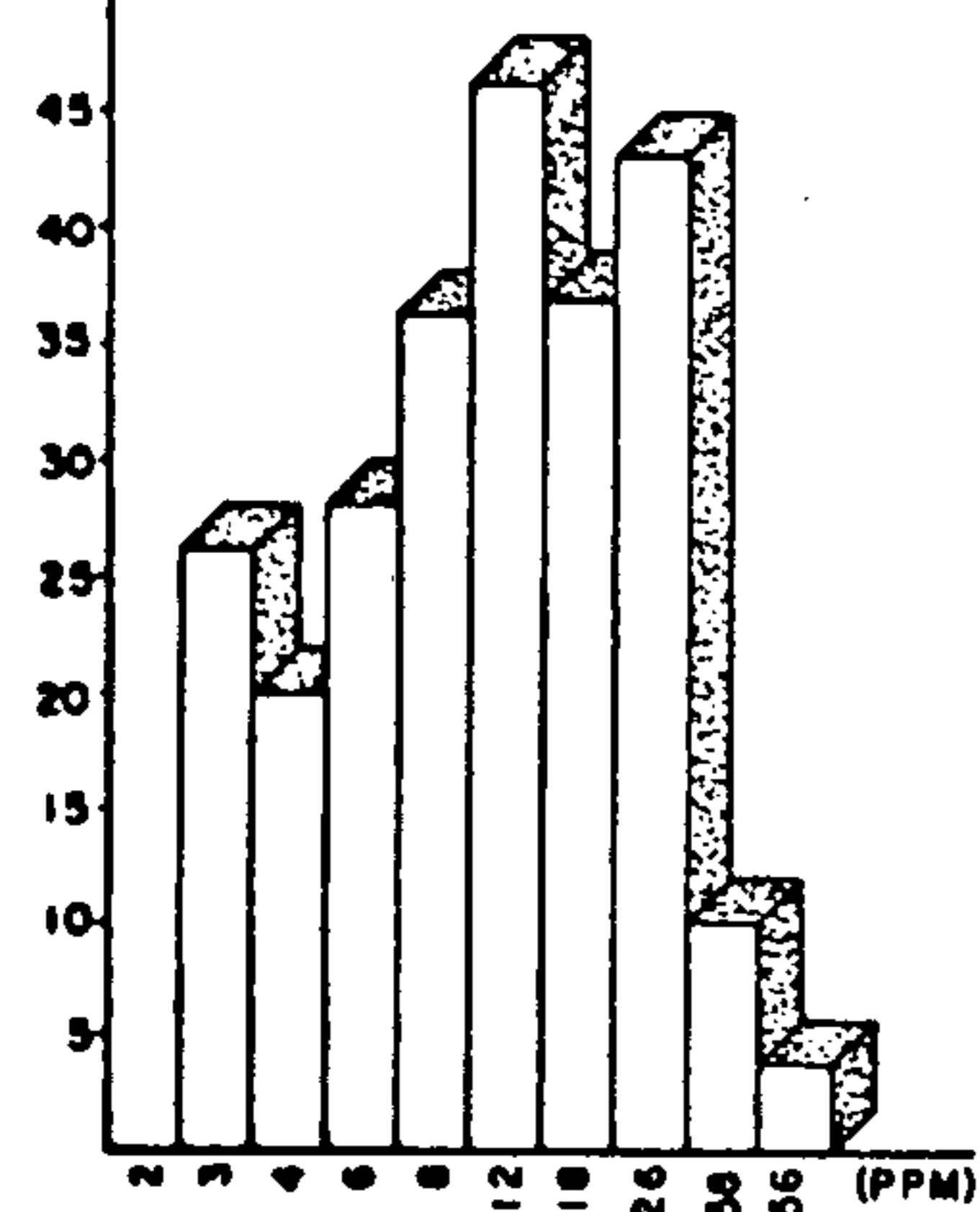
(S)-HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N)-HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV





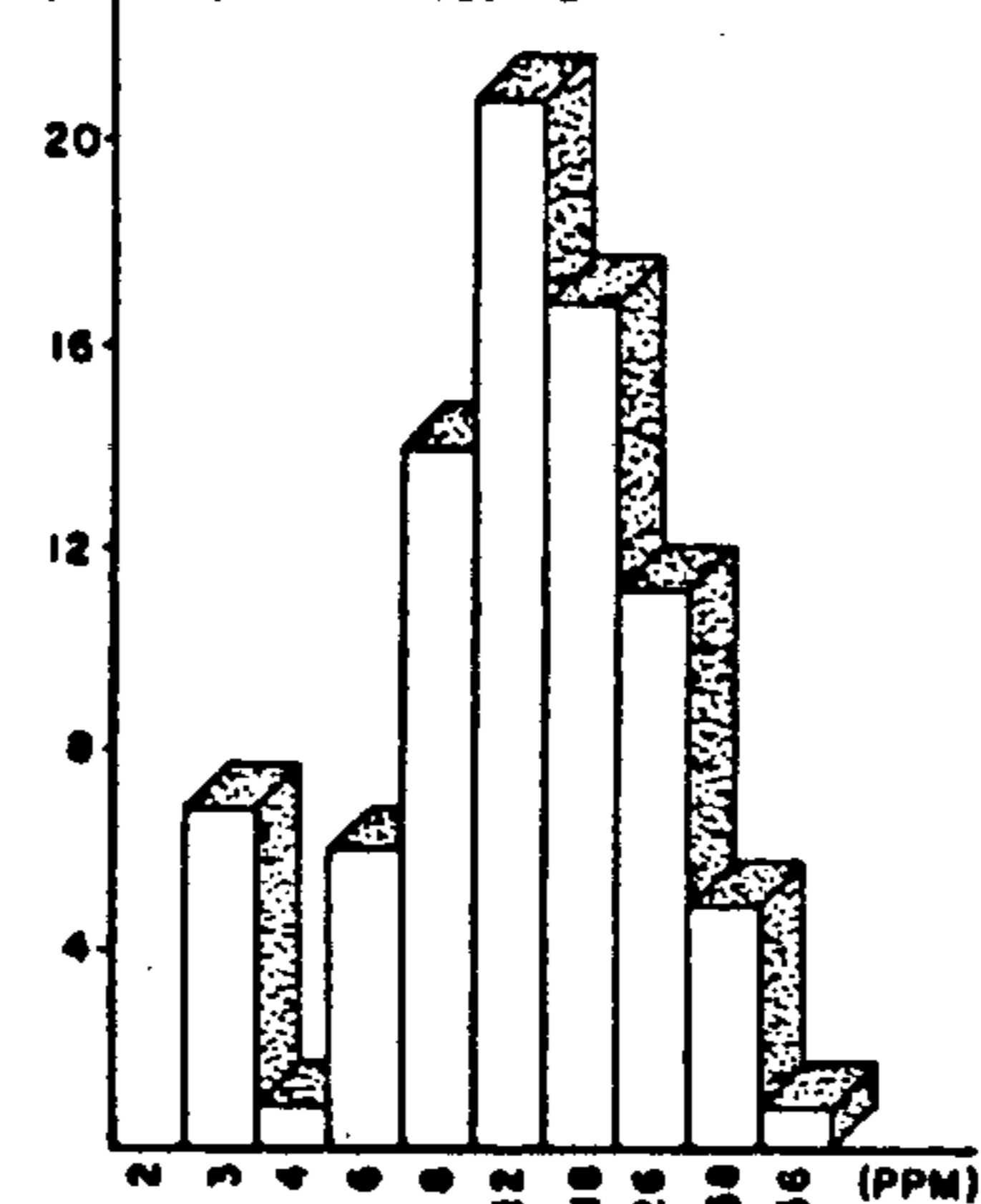
COBALTO - ABSORÇÃO ATÔMICA

(N) SEQUÊNCIA DO GUARATUBINHA



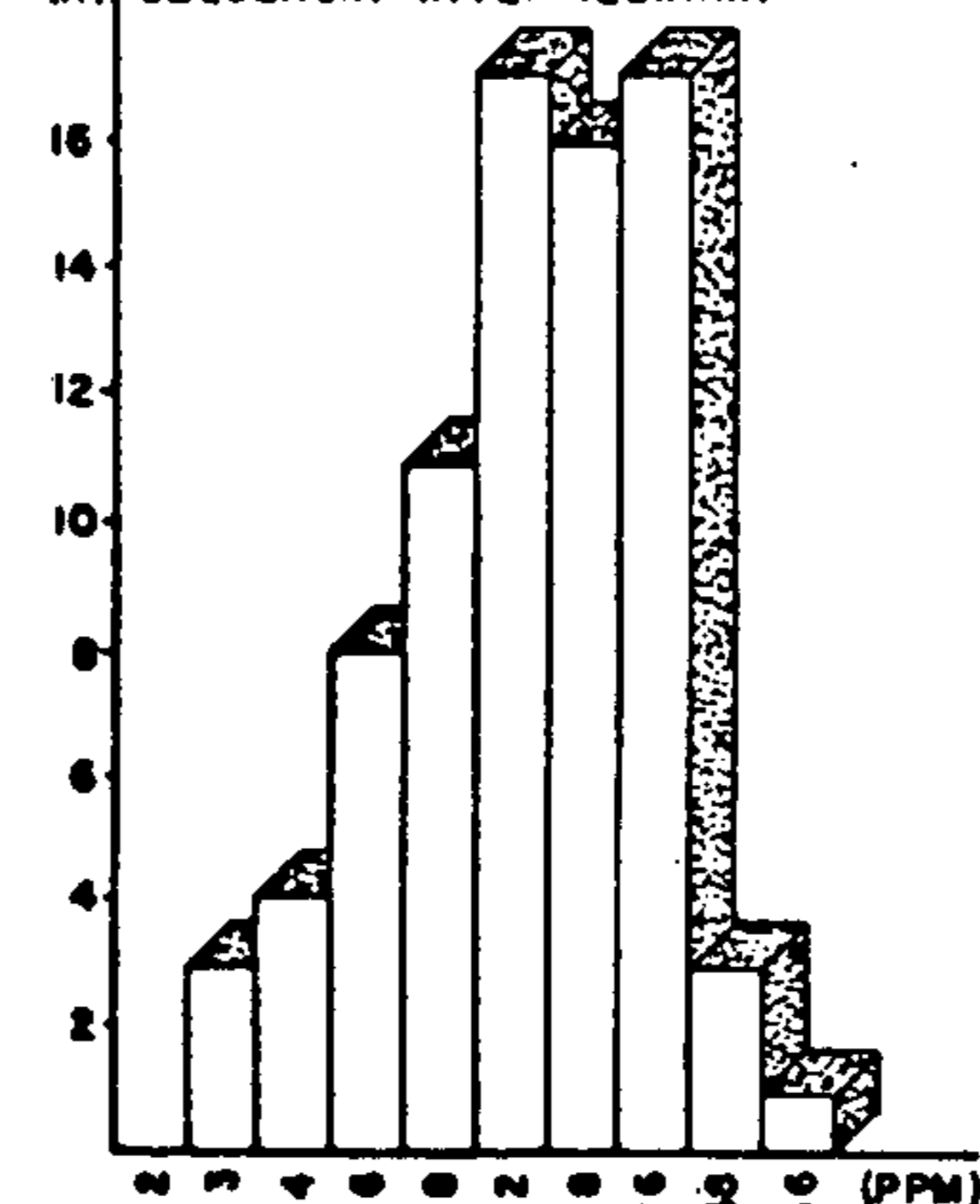
$\bar{x} = 9$        $N = 250$   
 $s = 2,2$

(N) SEQUÊNCIA SEDIMENTAR



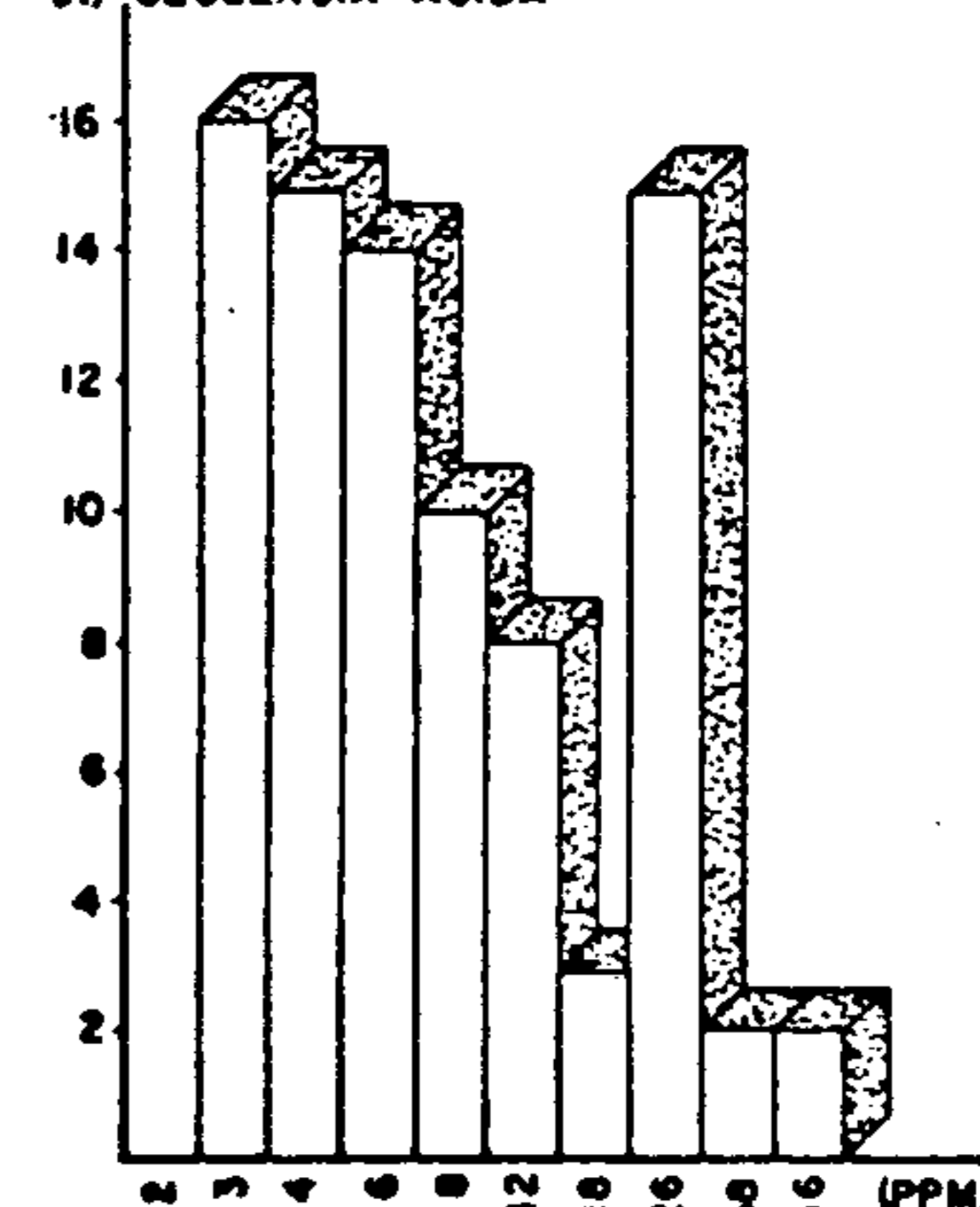
$\bar{x} = 10$        $N = 83$   
 $s = 2,0$

(N) SEQUÊNCIA INTERMEDIÁRIA



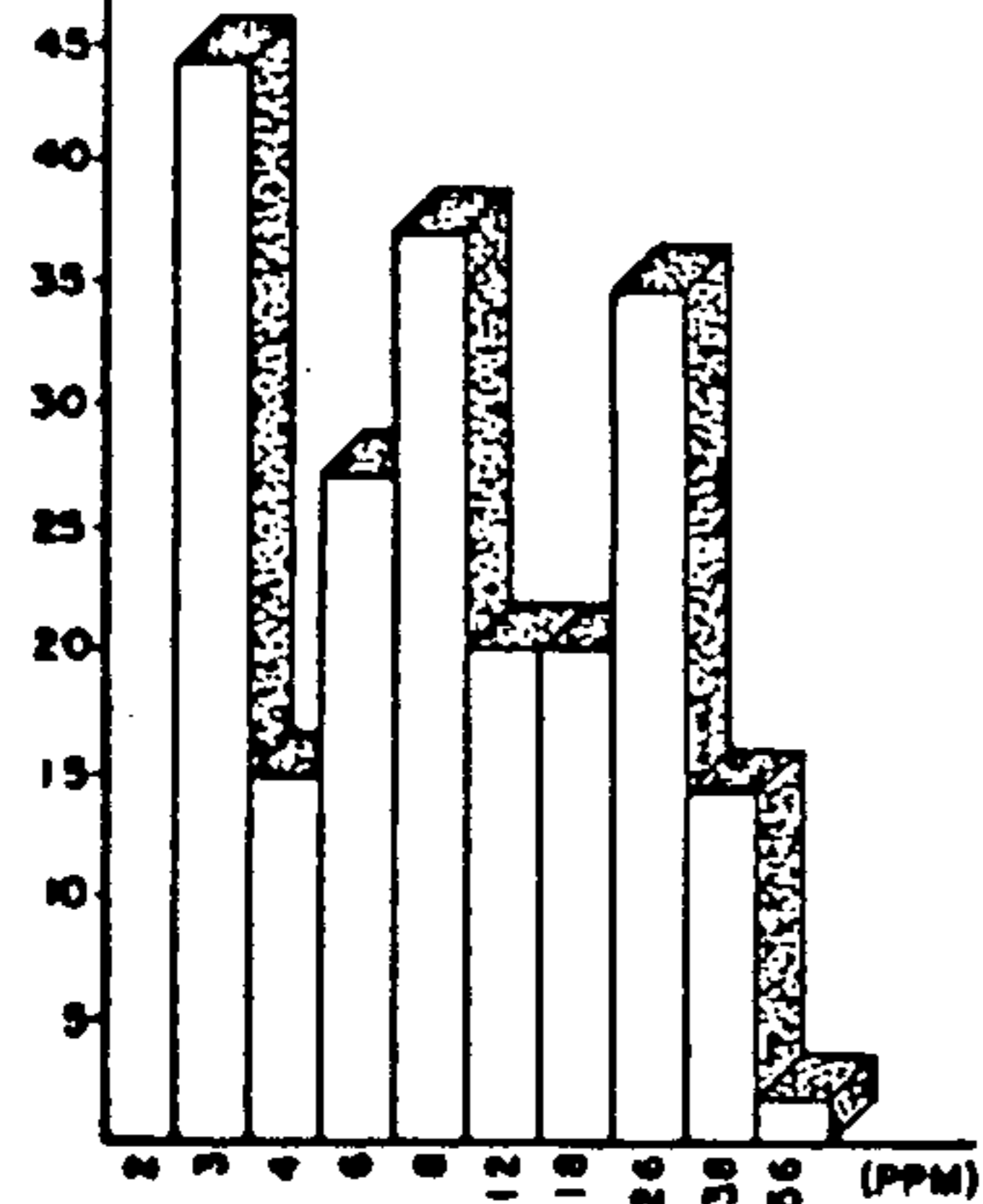
$\bar{x} = 11$        $N = 82$   
 $s = 2,0$

(N) SEQUÊNCIA ÁCIDA



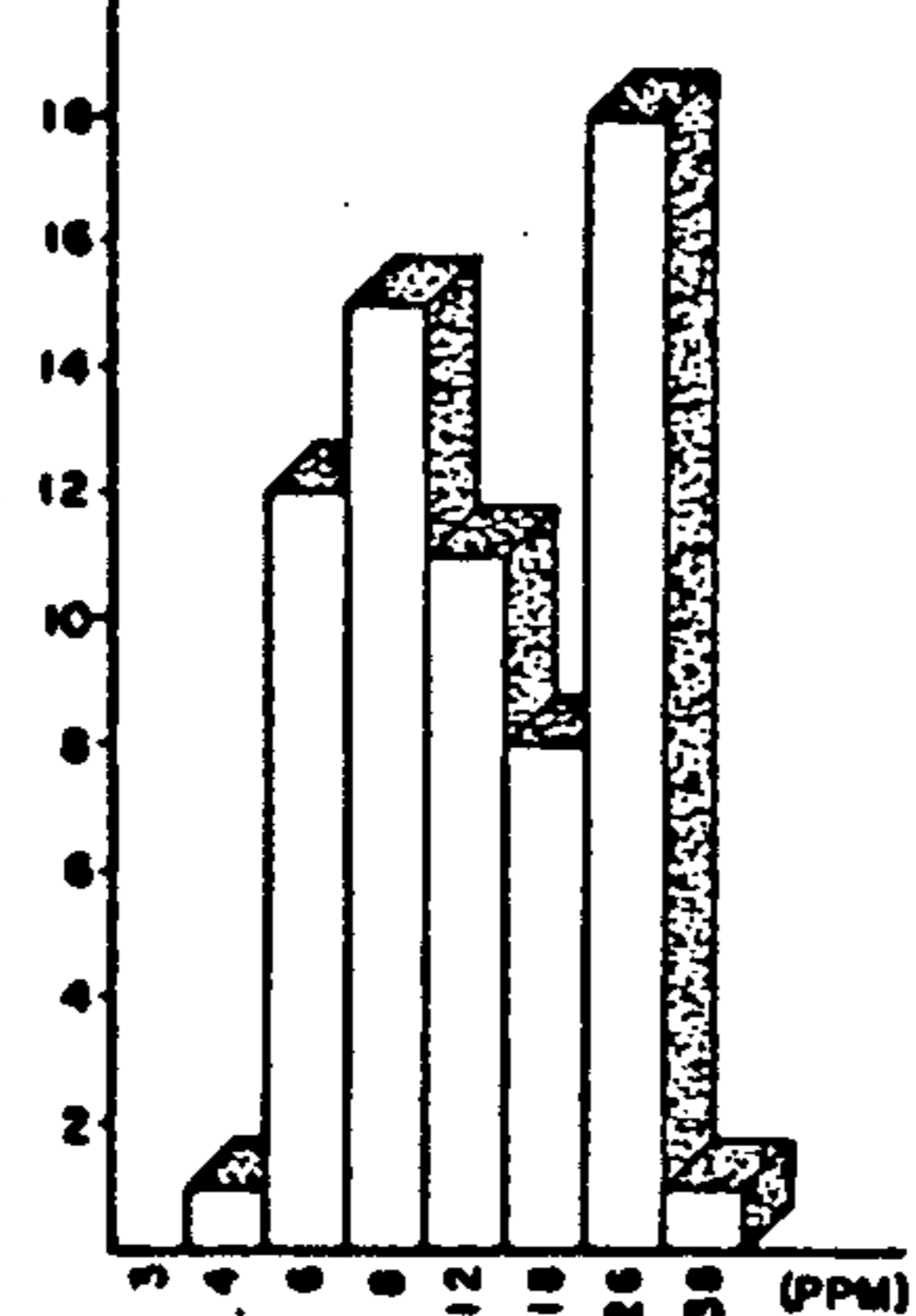
$\bar{x} = 6$        $N = 85$   
 $s = 2,4$

(N) BACIA DE CAMPO ALEGRE



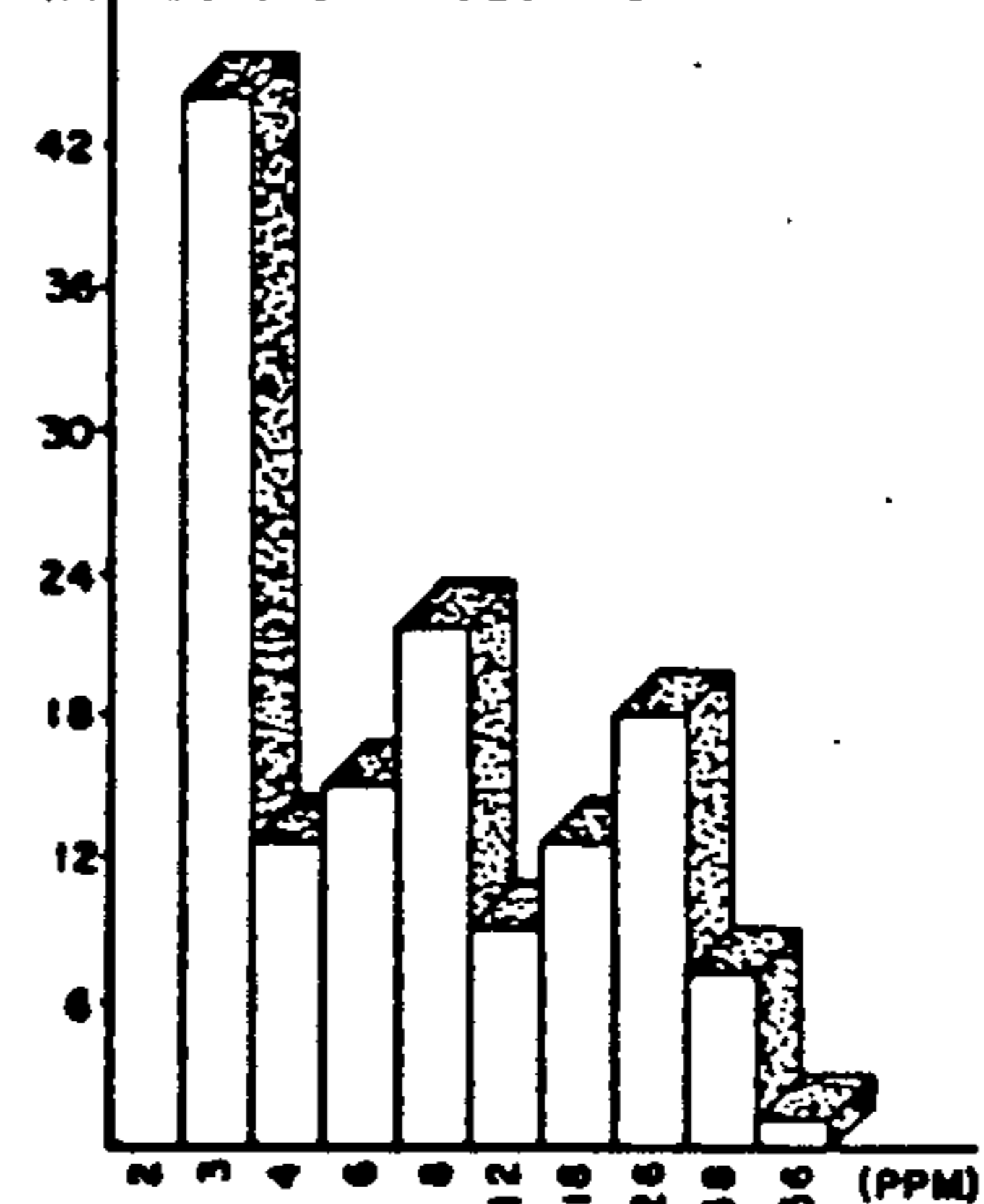
$\bar{x} = 7$        $N = 208$   
 $s = 2,4$

(N) SEQUÊNCIA SEDIMENTAR



$\bar{x} = 10$        $N = 66$   
 $s = 1,8$

(N) SEQUÊNCIA VULCÂNICA

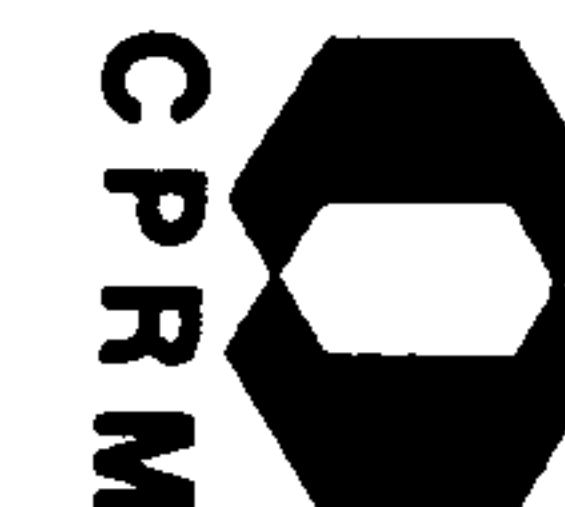


$\bar{x} = 6$        $N = 142$   
 $s = 2,6$

LEGENDA

- (N) - número de amostras.
- ( $\bar{x}$ ) - média geométrica.
- (s) - desvio geométrica.

FIGURA 7 - HISTOGRAMAS DE ZINCO EM SEDIMENTO DE CORRENTE DA BACIA DE CAMPO ALEGRE E SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR DO GUARATUBINHA.



- 10,0 ppm - valores inferiores ao *background*
- 10,0 - 20,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*
- 20,0 - 40,0 ppm - valores compreendidos entre o alto *background* e o limiar
- 40,0 - 80,0 ppm - intervalo de anomalias possíveis

Mais de 50% dos valores de cobalto estão abaixo de 10,0 ppm. Isto se deve às rochas vulcânicas, nas quais mais de 65% não atingem o *background* regional. Nesta população, influiu bastante o fato de as rochas vulcânicas desta região serem das mais diversas origens. Assim, os teores de cobalto se acumularam em duas partes, havendo, portanto, uma mistura de populações.

Já entre as sedimentares, apesar de haver, também, uma mistura de populações, cerca de 60% dos teores ultrapassam o valor do *background* da região.

#### 7.1.5.3 - Anomalias

Três anomalias de cobalto foram detectadas através de dados estatísticos na área da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, sendo uma no domínio das rochas sedimentares, outra no âmbito das intermediárias, e, finalmente, a terceira foi coletada em região de contato entre rochas ácidas e intermediárias.

Em cabeceira de afluente do rio Castelhanos, próximo à colônia Santos Andrade, folha parcial de Paranaguá, foi coletada a amostra DB-22, em área de rochas intermediárias, com 50,0 ppm de cobalto.

Esta amostra relaciona-se a valores de *background* de cobre e alto *background* de zinco, sendo insignificante sua associação com chumbo. Sua melhor associação, porém, é com níquel, pois também aí foi detectada possível anomalia deste elemento.

Não há indício de diques básicos na região, e, apesar do valor da ordem de 0,7 para a relação Co/Ni, pode-se dar certa importância à amostra por dar alguma possibilidade

de associação de sulfetos, embora a área de drenagem seja restrita, e as drenagens provenientes do mesmo interflúvio tenham apresentado, apenas, resultados modestos. Ao que tudo indica, pode tratar-se, apenas de feição local.

Também na amostra DB-103, verificam-se aspectos interessantes. Situada em afluente da margem direita do Rio Anta Gorda, encaixado em zona de falhamento que contacta rochas intermediárias e ácidas, esta amostra apresenta anomalias de cobalto e níquel associadas a valores de alto *background* de cobre e zinco, se bem que, com chumbo, a associação é insignificante.

A relação Co/Ni é da ordem de 0,6; contudo, não aparece dique básico nas proximidades. Possivelmente trata-se de um enriquecimento destes elementos, provocado, talvez pelo deslocamento de soluções causado pela falha contactante. Como complemento, a amostra DB-107, coletada em drenagem de origem próxima à DB-103, apresentou anomalia de zinco associado a valores de alto *background* de cobalto.

A terceira anomalia, apresentando 45,0 ppm, detectada na área desta sequência vulcano-sedimentar, é a DB-157. Encontra-se em riacho que deságua diretamente na represa Guaricana. Foi coletada nas proximidades do contato por falha entre rochas sedimentares, migmatitos e gnaisses.

O cobalto está associado a valores de alto *background* de zinco, e a valores de *background* de chumbo. As suas semelhantes associações, porém, são com níquel e cobre a nível de anomalia provável.

Tais valores sugerem, ao que tudo indica, uma associação de origem básica a ultrabásica, principalmente em função do teor de níquel (240,0 ppm). Pode-se pensar que corpos de anfibolito contidos nos gnaisses, ou mesmo núcleos ultrabásicos dos migmatitos, tenham formado soluções, devido ao falhamento, que, deslocando-se, causaram enriquecimento de cobalto e níquel, nesta região.

Na bacia de Campo Alegre apenas uma anomalia -

foi detectada. Trata-se da PP-222, coletada em afluente do rio Turvo, nas proximidades da localidade de Salto.

Esta amostra não apresenta maior importância, pois a drenagem atravessa *sill* de diabásio. Assim, o teor de cobalto, que ultrapassa o limiar para as rochas da bacia de Campo Alegre, perde completamente o interesse no tipo de rochas drenadas, pois os resultados obtidos são perfeitamente normais para as básicas.

#### 7.1.6 - Níquel

##### 7.1.6.1 - Parâmetros estatísticos

O tratamento estatístico das amostras analisadas para níquel fornecem, na área do Guaratubinha, uma média de 10,0 ppm, e um desvio de 2,9. O valor mínimo foi 2,0 ppm, e o máximo 240,0 ppm.

A sequência sedimentar obteve um *background* de 14,0 ppm, o maior da área, e um desvio de 2,7. As sequências intermediárias e ácida tiveram os valores de 10,0 ppm e 7,0 ppm, e desvios de 2,6 e 3,0, respectivamente.

A variabilidade relativa dos teores em torno da média é muito alta, na área do Guaratubinha. Esta grande dispersão de valores causou um coeficiente de variação da ordem de 1,420. Entre as populações, destaca-se a sequência ácida (1,525), mas as outras possuem, também, valores bem elevados.

Quanto aos histogramas, a sequência do Guaratubinha apresenta dois picos gráficos, mostrando uma mistura de populações. O teste de assimetria mostrou-se positivo, mas para curtose, o teste mostrou-se negativo. O mesmo ocorreu em relação ao teste de Kolmogorov-Smirnov.

As rochas sedimentares apresentaram dois picos gráficos, mas o primeiro aparece no primeiro intervalo. Apesar disto, a assimetria, curtose e Kolmogorov-Smirnov foram aceitos para a hipótese de a distribuição ser lognormal.

Fato exatamente igual ocorreu nas rochas inter

mediárias. Já nas ácidas, a hipótese da lognormalidade das curvas foi amplamente rejeitada.

Na bacia de Campo Alegre, o teor médio estabelecido foi de 8,0 ppm, e o desvio de 2,6. As 208 amostras forneceram um valor mínimo de 2,0 e um máximo de 60,0 ppm.

Dentre as populações, o maior *background* ficou com as rochas sedimentares (12,0 ppm), enquanto que nas vulcânicas, como esperado, atingiu apenas 6,0 ppm. Os desvios foram de 1,7 e 2,9, respectivamente.

Ao contrário do Guaratubinha, os teores de níquel tiveram uma moderada variabilidade relativa. Assim, o coeficiente de variação da bacia foi da ordem de 0,478, demonstrando uma razoavelmente baixa dispersão em torno da média.

O histograma da distribuição de níquel apresenta três picos gráficos. No entanto, apenas o teste de curtose não foi aceito para a hipótese da lognormalidade da curva.

A sequência sedimentar apresenta dois picos gráficos, mas os testes de lognormalidade obtiveram resultados idênticos ao anterior.

Já a sequência vulcânica, com quatro picos gráficos, teve todos os testes rejeitados, com exceção do Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância igual a 1%.

Com base nos parâmetros estatísticos das duas grandes sequências vulcano-sedimentares, conclui-se que a área do Guaratubinha é mais enriquecida em níquel que a de Campo Alegre. Se os teores médios não chegam a causar grande diferença, os valores dos coeficientes de variação destas áreas não deixa dúvida quanto a este fato.

Isto é reforçado quando compara-se o valor do coeficiente para as duas sequências sedimentares, cujas curvas estão enquadradas dentro do padrão de lognormalidade, tornando, assim, os dados estatísticos, perfeitamente válidos.

Todos os dados sobre os parâmetros estatísticos

TABELA X - TRATAMENTO DE DADOS - NÍQUEL

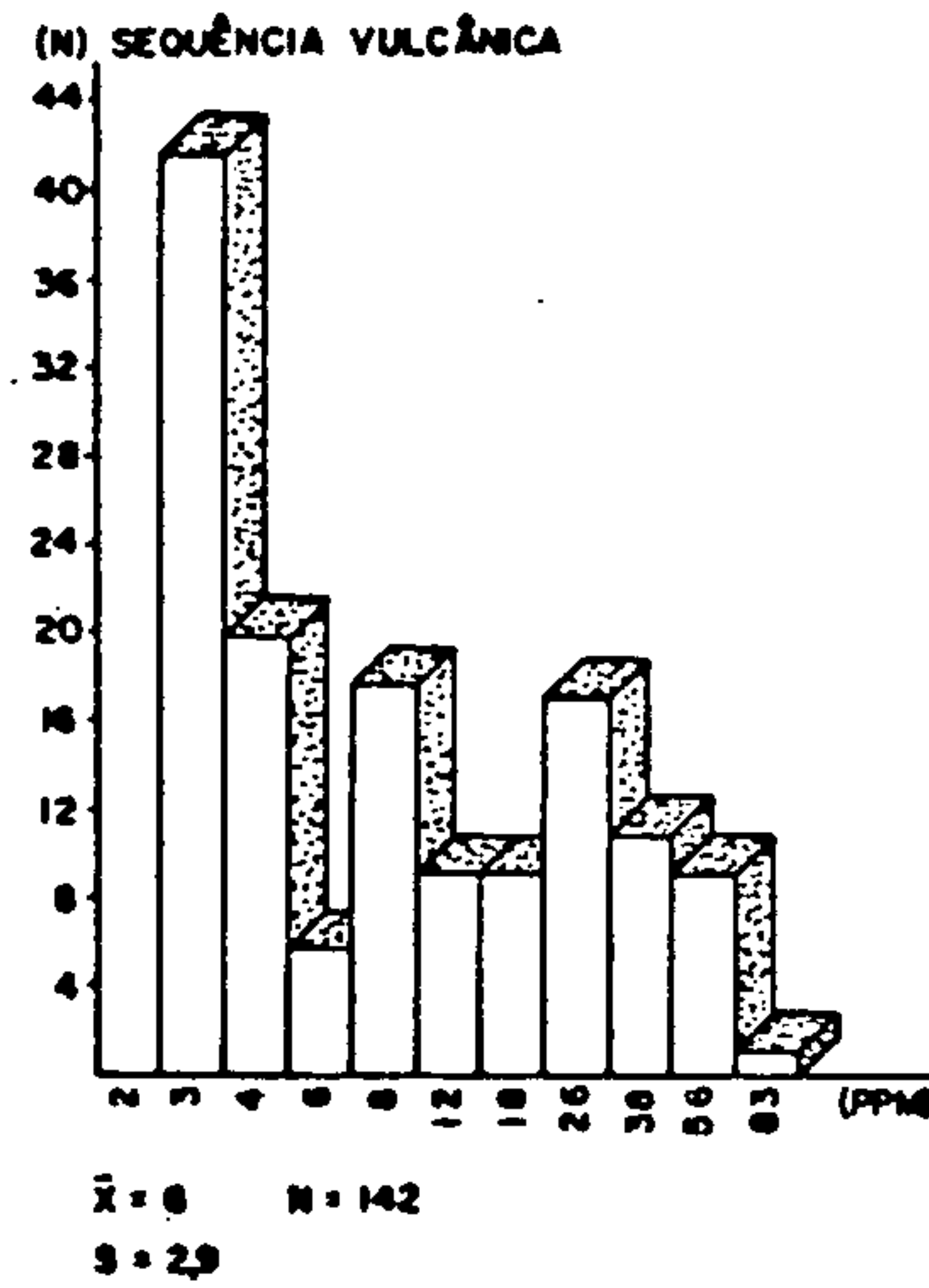
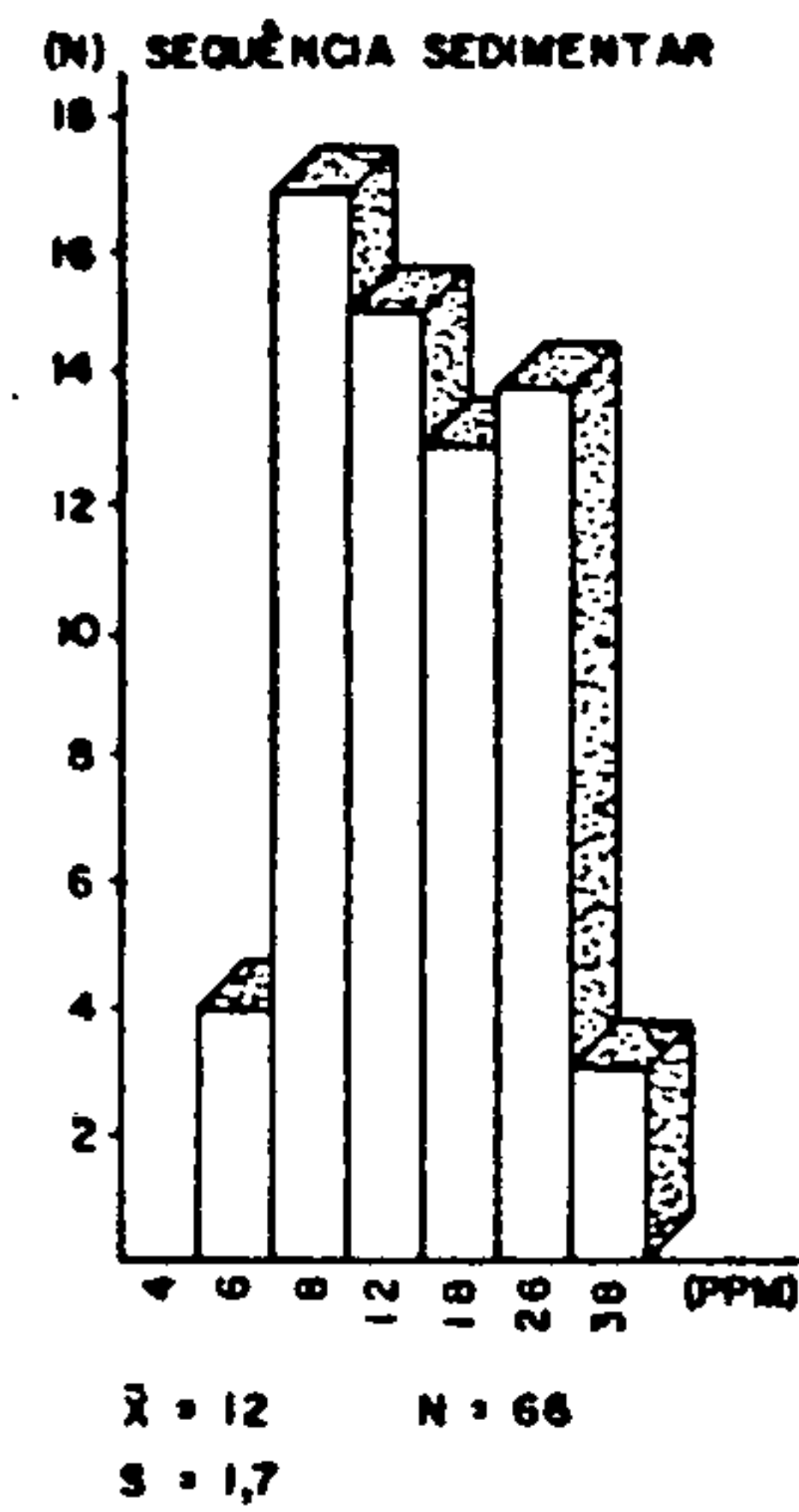
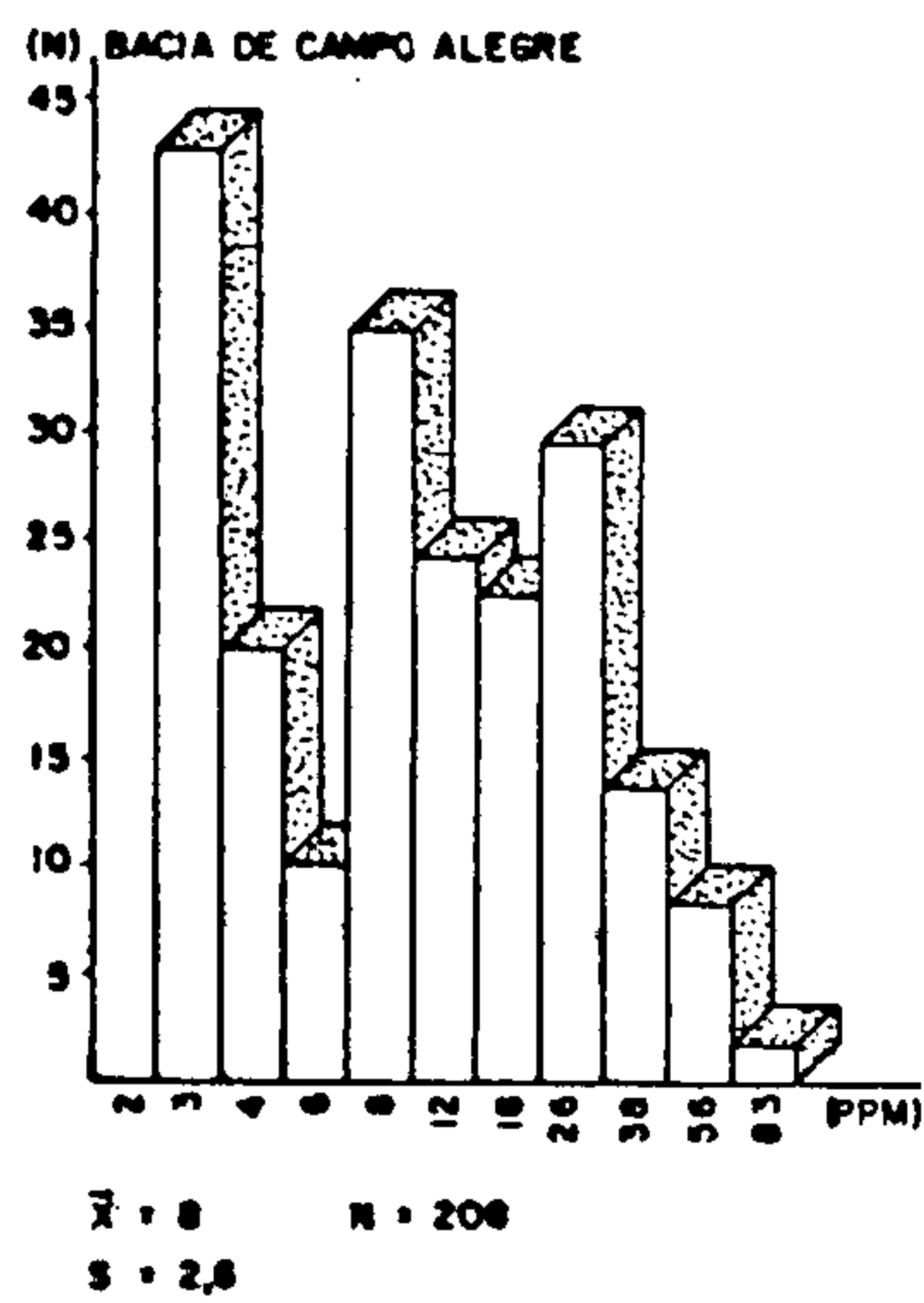
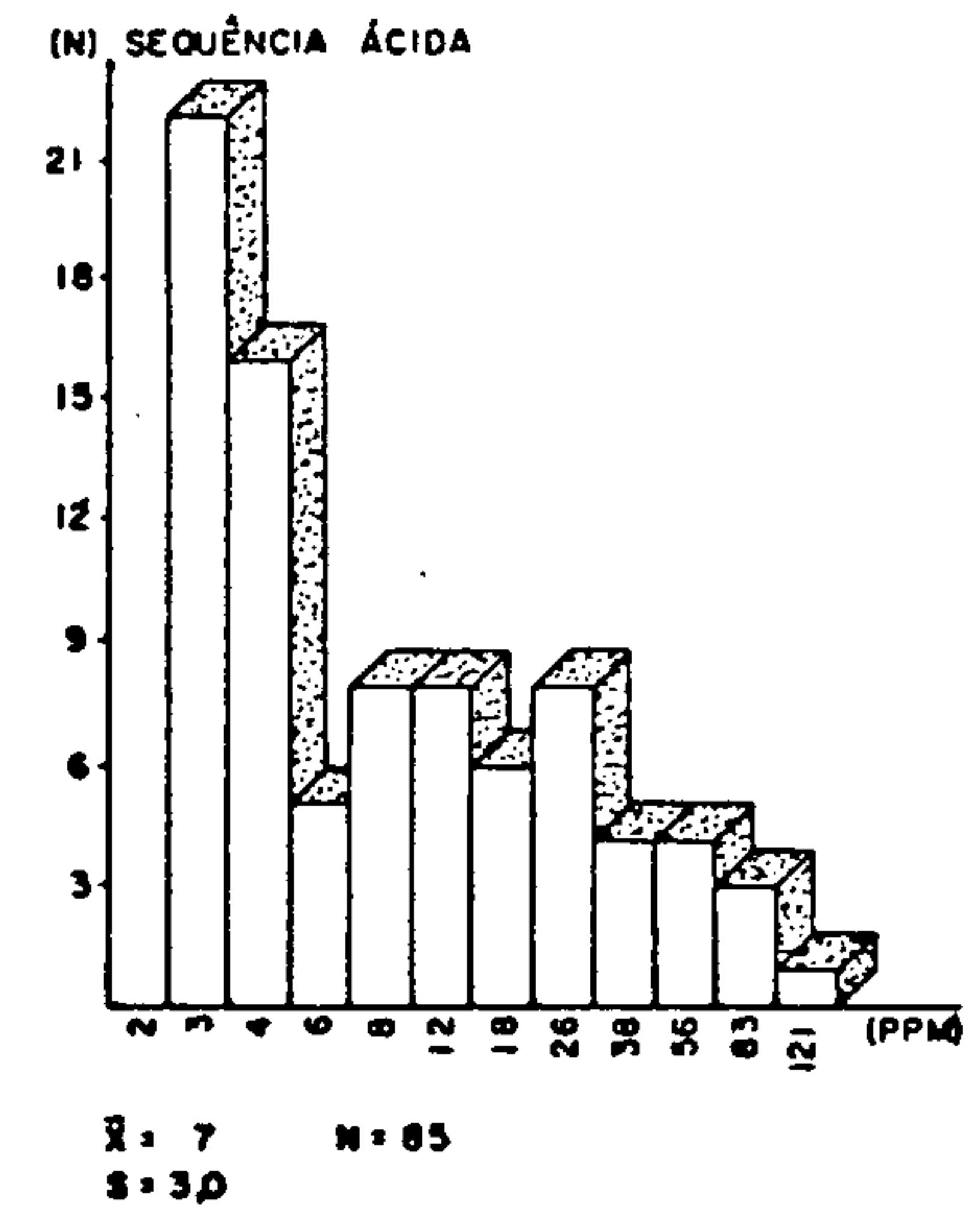
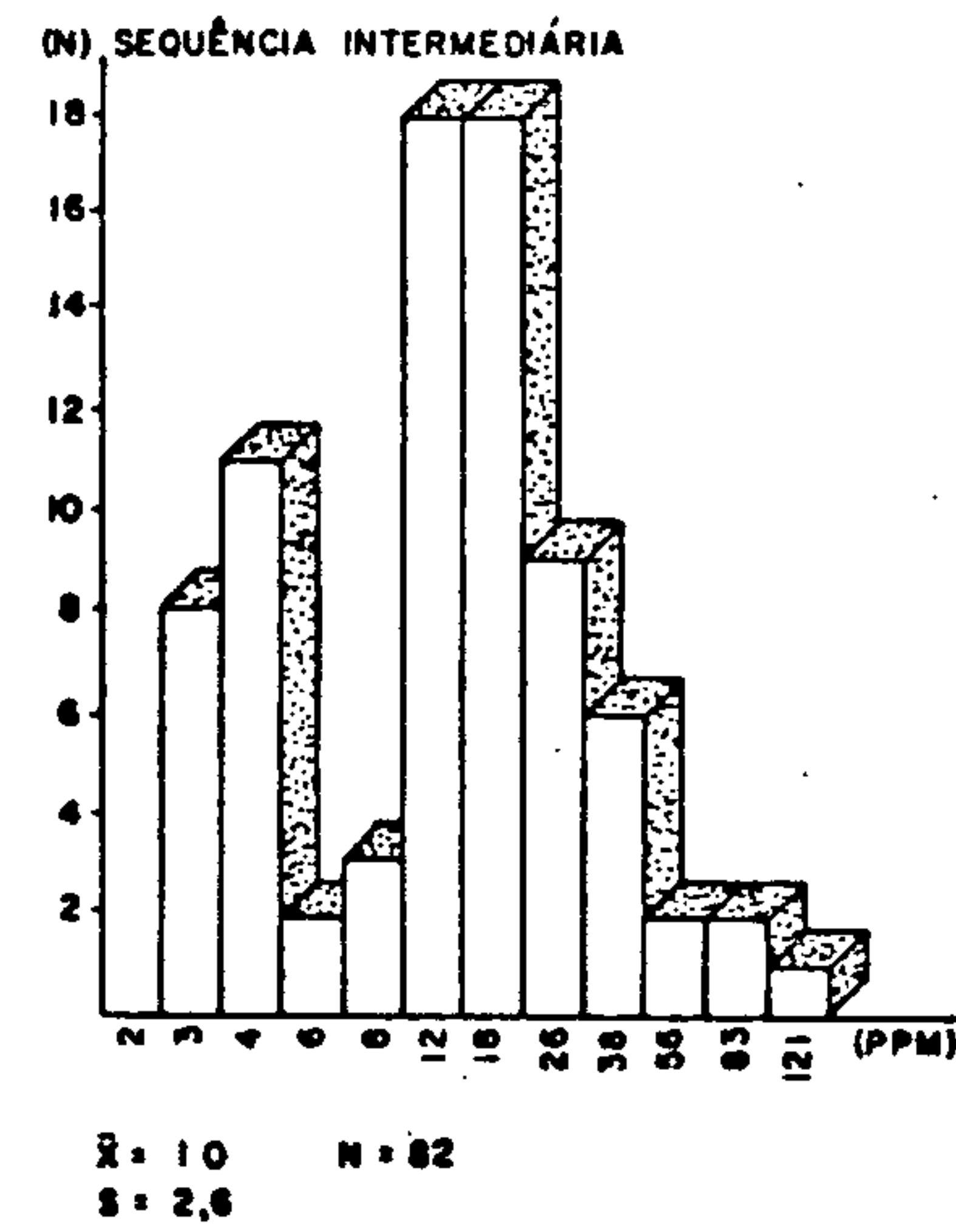
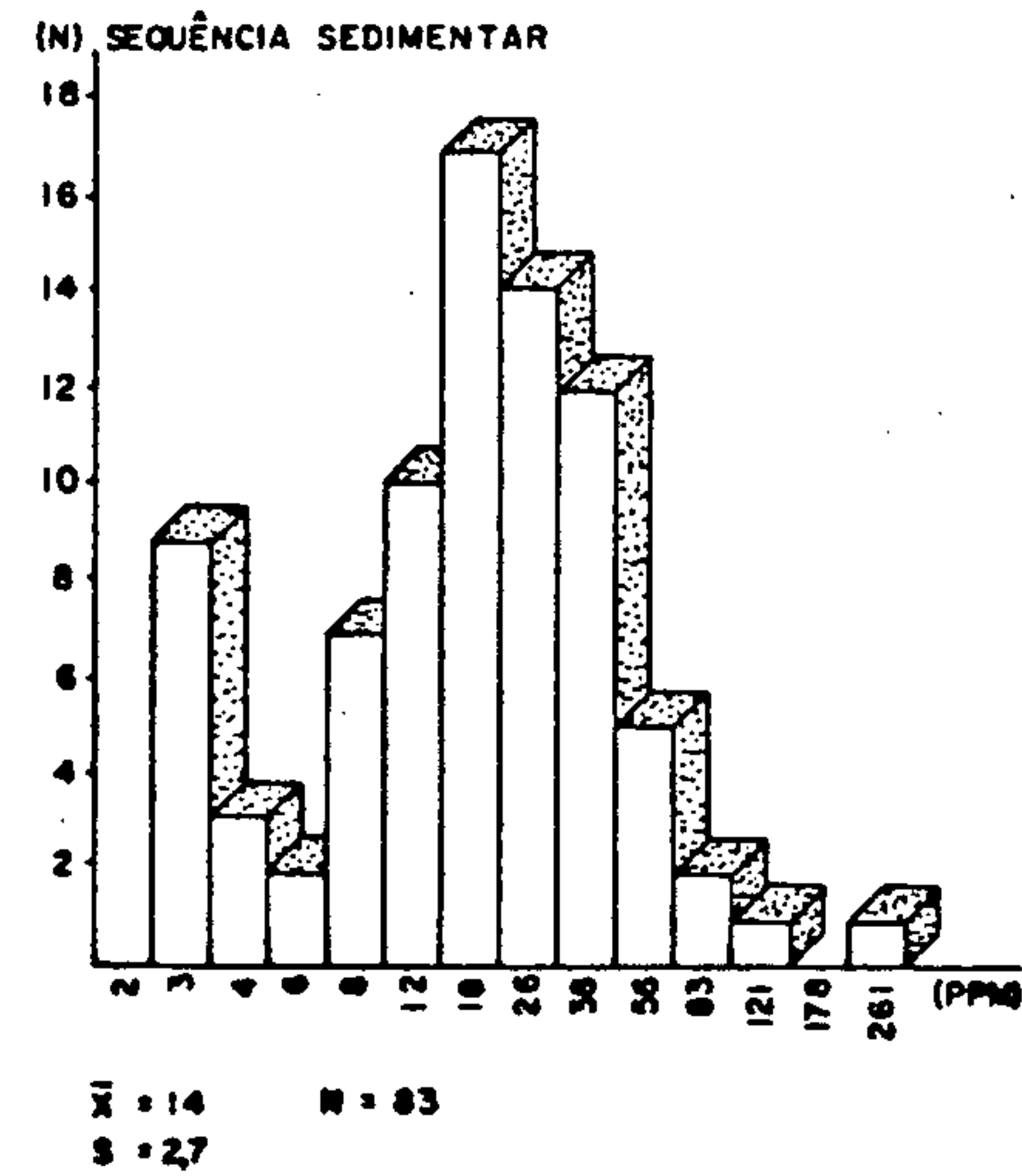
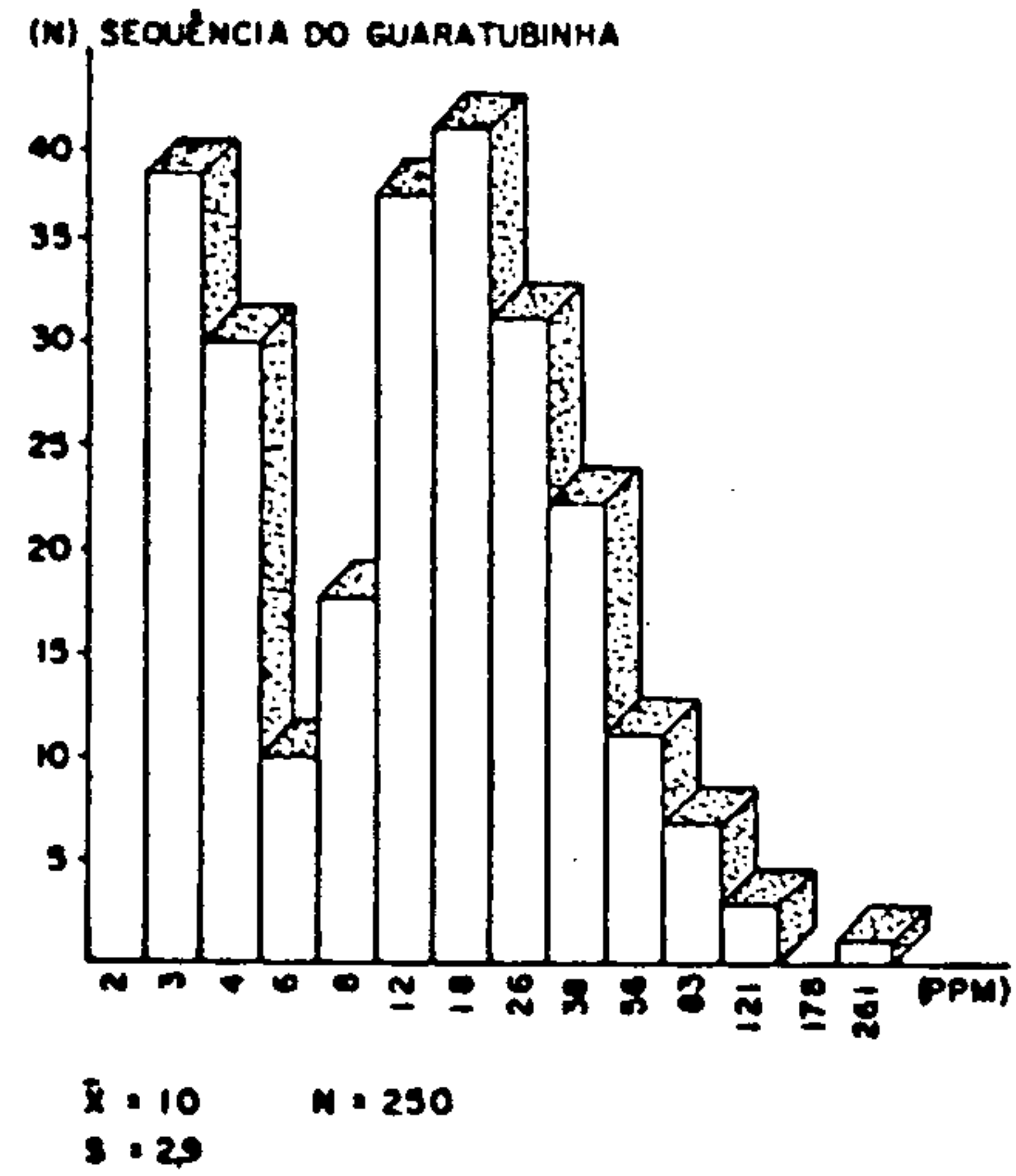
DADOS ESTATÍSTICOS							
POPULAÇÃO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GUARATUBINHA	250	2,0	240,0	238,0	10,0	2,9	1,420
SEQ. SEDIMENTAR	83	2,0	240,0	238,0	14,0	2,7	1,306
SEQ. INTERMEDIÁRIA	82	2,0	90,0	88,0	10,0	2,6	1,197
SEQ. ÁCIDA	85	2,0	85,0	83,0	7,0	3,0	1,525
CAMPO ALEGRE	208	2,0	60,0	58,0	8,0	2,6	0,478
SEQ. SEDIMENTAR	66	5,0	40,0	35,0	12,0	1,7	0,219
SEQ. VULCÂNICA	142	2,0	60,0	58,0	6,0	2,9	0,579

POPULAÇÃO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO				PARÂMETROS DEFINIDOS				
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
GUARATUBINHA	0,044	S	2,170	N	N	N	29,0	84,0	244,0
SEQ. SEDIMENTAR	- 0,243	S	2,950	S	S	S	38,0	102,0	276,0
SEQ. INTERMEDIÁRIA	- 0,153	S	2,310	S	S	S	26,0	68,0	176,0
SEQ. ÁCIDA	0,565	N	2,047	N	N	N	21,0	63,0	189,0
CAMPO ALEGRE	- 0,008	S	1,775	N	S	S	21,0	54,0	141,0
SEQ. SEDIMENTAR	0,087	S	1,820	N	S	S	20,0	35,0	59,0
SEQ. VULCÂNICA	0,364	N	1,683	N	N	S	17,0	50,0	146,0

LEGENDA

(S) - HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N) - HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV

NÍQUEL - ABSORÇÃO ATÔMICA



LEGENDA

- (N) - número de amostras.
- ( $\bar{x}$ ) - média geométrica.
- (S) - desvio geométrica.

FIGURA 8 - HISTOGRAMAS DE NÍQUEL EM SEDIMENTO DE CORRENTE DA BACIA DE CAMPO ALEGRE E SEQUÊNCIA VULCANO-SEDIMENTAR DO GUARATUBINHA.

e os histogramas, podem ser vistos na figura nº 8 e tabela X.

#### 7.1.6.2 - Distribuição dos teores de níquel na área

Na área da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, os seguintes intervalos foram definidos:

- <10,0 ppm - valores abaixo do *background*
- 10,0 - 25,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*
- 25,0 - 60,0 ppm - valores compreendidos entre o alto *background* e o limiar
- 60,0 - 150,0 ppm - intervalo de anomalias possíveis
- 150,0 - 240,0 ppm - intervalo de anomalias prováveis

Cerca de 40% dos teores de níquel estão abaixo do *background*. A maior responsabilidade por esse acúmulo cabe à sequência ácida, já que aproximadamente 50% de suas amostras possuem valores abaixo de 10,0 ppm, média regional.

Os maiores valores foram encontradas, na área da sequência sedimentar. Nestas rochas, mais de 60% dos teores ultrapassaram o *background* regional. No entanto, existe um acúmulo de teores muito pequenos, da ordem de 2,0 ppm, dando a entender que existe uma certa diversificação deste elemento. Porém, como o níquel é um elemento de maior afinidade com rochas ultrabásicas, decrescendo sensivelmente esta afinidade a medida que as rochas se tornam mais ácidas, pode-se considerar que, na sequência sedimentar, com siltitos e argilitos provenientes dos mais diversos tipos de rochas, e conglomerados com grande diversificação de seixos, dois ou mais picos gráficos em um histograma de distribuição, é um fato perfeitamente plausível.

A sequência intermediária apresenta pouco menos de 50% de suas amostras, com valores que ultrapassam o *background*. Na sua distribuição, cerca de 25% dos teores estão situados na faixa de 2,0 a 4,0 ppm, o que também indica uma heterogeneidade, provavelmente provocada por termos mais e menos básicos no âmbito destas rochas.



A sequência ácida possui 45% de seus teores na faixa de 2,0 a 4,0 ppm, e o pequeno pico que aparece, próximo ao alto *background* pode ser justificado pela provável interferência de diques básicos na amostragem dessa população.

Quanto à bacia de Campo Alegre, os intervalos determinados foram os seguintes:

- <10,0 ppm - valores abaixo do *background*
- 10,0 - 25,0 ppm - valores compreendidos entre o *background* e o alto *background*
- 25,0 - 60,0 ppm - valores compreendidos entre o alto *background* e o limiar

Aproximadamente 50% dos exemplares possui valor inferior ao *background*, na amostragem total desta bacia.

Os maiores valores ocorreram na sequência sedimentar, na qual quase 80% dos teores ultrapassaram o *background* e cerca de 30% ultrapassaram o alto *background*.

Já entre as vulcânicas, aproximadamente 60% estão abaixo da média da região, mostrando que as ácidas foram mais influentes na distribuição que as básico-intermediárias.

Pode-se perceber que a área do Guaratubinha encontra-se mais enriquecida em níquel que a de Campo Alegre.

#### 7.1.6.3 - Anomalias

Dez anomalias de níquel foram detectadas, através de dados estatísticos, na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha.

Destas dez, apenas cinco são aqui comentadas, já que as amostras DB-22, DB-103 e DB-157 já tiveram seus aspectos comentados no item 7.1.5.3 (anomalias de cobalto), a DB-249 no item 7.1.4.3 (anomalias de zinco), e a DB-229 no item 7.1.2.3 (anomalias de cobre).

Entre as cinco, três ocorrem em área sedimentar, duas entre as ácidas e uma entre as intermediárias.

As amostras DB-150 e DB-159 foram coletadas em

drenagens próximas, que desaguam na represa Guaricana. Como no caso da DB-157 (item 7.1.5.3), a proximidade do contato - por falha entre as rochas sedimentares e os gnaisses anfibolíticos e/ou núcleos paleossomáticos migmatíticos, parecem ter causado um enriquecimento em níquel nos locais em que ambas se encontram, embora não haja, nestas duas, valores anômalos para cobalto.

A DB-217, coletada em afluente do rio Ipiranga, próximo a localidade de Pilão de Pedra, também parece estar no mesmo caso das duas anteriores.

Na anomalia que ocorre em domínio das rochas intermediárias, a DB-163, coletada em afluente do Rio Guaratubinha, na Serra dos Castelhanos, apresenta teor de 90,0 ppm, de níquel, associando-se a valores de alto *background* de cobre, zinco e cobalto, o que poderia sugerir uma associação - sulfetada. No entanto, a relação Co/Ni (0,4) é muito baixa. Como existem indícios de rocha básica no local, esta associação pode estar ligada a estas, ou ainda, a termos básicos dos dacitos e dioritos, havendo certa concentração de níquel devido a fatores que, de algum modo, alteraram o ambiente secundário.

De qualquer forma, a pequena área de drenagem, e os resultados de outras amostras coletadas em drenagens provenientes do mesmo interflúvio, dão à DB-163 uma importância apenas relativa.

Próximo a localidade de Mundo Novo ocorre uma estreita faixa, de direção nordeste de rochas pertencentes à sequência ácida, encaixada, a noroeste por gnaisses e migmatitos do Complexo Basal, e a sudeste pelo granito Serra da Igreja. Ambas os contatos são por falha. Na região de contato entre as rochas ácidas e o Complexo Basal, foi coletada a amostra DB-143, anômala para níquel (60,0 ppm), que se associa a valores de alto *background* de cobre, chumbo, zinco e cobalto. Apesar do pequeno valor da relação Co/Ni, (0,4), não existem diques básicos no local.

Pode-se pensar, no entanto, em concentração destes elementos por migração de soluções, causada por evento tectônico, o que torna a amostra bastante interessante.

Na bacia de Campo Alegre, nenhum valor anômalo de níquel foi captado através dos métodos estatísticos utilizados.

#### 7.1.7 - Arsênio

##### 7.1.7.1 - Parâmetros estatísticos

Na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, 250 amostras foram analisadas, por colorimetria, para arsênio.

Segundo H.E. Hawkes e I.S. Webb (1962), o teor médio deste elemento não ultrapassa 3,0 ppm em rochas ultramáficas, 2,0 ppm em rochas máficas e 1,5 ppm em félsicas. Sua mobilidade normalmente é baixa, salvo em ambientes pobres em ferro, onde esta pode aumentar consideravelmente.

Deste modo, pode-se esperar, em sedimento de corrente próximo à rochas mais enriquecidas em arsênio, alguma concentração, dependendo, é claro, do ambiente e da topografia. Mas não se pode esperar que este valor ultrapasse, em várias vezes, o teor da rocha que deu origem à esta suposta concentração.

Assim, pode parecer que o limite inferior do método de análise de arsênio, utilizado no LAMIN, parece bastante alto para, através de métodos estatísticos, chegar-se a uma suposição de existência de algum valor anômalo.

Na área em apreço, poucos valores definidos foram determinados pela análise colorimétrica, e, em nenhum destes casos, o teor ultrapassou 10,0 ppm. Todos os valores abaixo do limite inferior do método foram multiplicados por um fator de correção (0,7), resultando, daí, uma enorme quantidade de amostras com teor igual a 7,0 ppm.

Comprovando este fato, foi obtida matematica-

mente para toda esta área, uma média igual a 7,07 ppm, com desvio de 1,06. Tãmanha foi a concentraçãõ em torno da média, que o coeficiente de variaçãõ atingiu, apenas, ao valor de 0,06.

O tratamento estatístico nas rochas sedimentares acusou teor médio de 7,0 ppm, desvio de 1,04 e coeficiente de variaçãõ 0,04; nas ácidas apresentou *background* igual a 7,2 ppm, desvio de 1,09 e coeficiente de variaçãõ de 0,09. Nas intermediárias não houve processamento, pois todos os valores foram absolutamente iguais a 7,0 ppm.

Como pode ser verificado, não houve a mínima condiçãõ de utilizar estes dados para determinaçãõ de anomalias de arsênio, não sãõ pela grande quantidade de dados indefinidos, como, também, pela impossibilidade de, obviamente, considerar-se esta distribuiçãõ como lognormal.

Desta maneira, não se podendo considerar, geoquimicamente, um valor de 10,0 ppm de arsênio em sedimento de corrente como anômalo, e sendo este o máximo teor encontrado pode-se dizer que a existênciã deste elemento não ultrapassa o *background* normal dos tipos de rochas da sequênciã.

Na bacia de Campo Alegre ocorreu fato idêntico ao Guaratubinha, em relaçãõ à anãlise por colorimetria. Apenas cerca de 20% dos valores não foram afetados pelo fator de correçãõ. O que diferencia os resultados desta área, da anterior, é que duas amostras de valores definidos atingiram a 20,0 e 40,0 ppm. O teor médio obtido atravêõ do tratamento estatístico foi 7,4 e o desvio 1,19. O coeficiente de variaçãõ foi de 0,179.

Apesar da média ser aproximadamente, da mesma ordem do Guaratubinha, o desvio e, portanto, o coeficiente de variaçãõ, tiveram valores numéricos superiores, devido aos valores de 20,0 e 40,0 ppm encontrados.

As duas amostras que proporcionaram estes teores, PP-154 e PP-155, estão situadas em drenagens totalmente encaixadas no domínio das rochas vulcânicas básico-intermediárias, provenientes do mesmo interflúvio.

Não estão relacionadas a nenhum valor significativo de outros elementos analisados.

Aliando-se isto ao fato de ambas estarem localizadas em ampla área de reflorestamento da COMFLORESTA, pode-se pensar que se trata de contaminação provocada por inseticidas. Por outro lado, o otimismo em pesquisa mineral é necessário; sendo assim pode-se pensar também em vínculos com mineralizações auríferas. A presença de arsenopirita aurífera e pirita aurífera deve ser suspeitada.

#### 7.1.8 - Molibdênio

##### 7.1.8.1 - Comentários gerais

Nas análises para molibdênio efetuadas pelo LAMIN, apenas seis amostras, coletadas na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, apresentaram resultados definidos, ao contrário da bacia de Campo Alegre, em que todas as análises para este elemento determinaram valores menores que o limite inferior do método analítico utilizado (absorção atômica), isto é, 2,0 ppm.

Com base nesses resultados, considerou-se a área do Guaratubinha mais promissora para molibdênio. Deste modo, foram reanalisadas todas as amostras oriundas desta sequência, análise esta executada pela PURIQUIMA LTDA, Laboratório de Análises, São Paulo, SP, com abertura através de ácido fluorídrico (HF). No LAMIN, a abertura foi feita por ácido clorídrico (HCl) e ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>).

O método adotado na PURIQUIMA tem, como limite inferior de detecção, o valor de 0,5 ppm, e leituras em intervalos de 0,5 em 0,5 ppm.

Deste modo, 257 amostras foram reanalisadas, obtendo-se 233 resultados definidos e 24 que não atingiram a 0,5 ppm, isto é, o limite inferior de detecção.

Para fins de processamento estatístico destes dados, utilizaram-se, a princípio, os 233 resultados defini-

dos. Porém, dois resultados, entre as amostras processadas, destacaram-se das demais: a DB-238, com 15,0 ppm, e a DB-217, que atingiu 27,0 ppm de molibdênio. Os demais resultados variaram entre 0,5 e 3,0 ppm.

Geoquimicamente, 15,0 e 27,0 ppm são, por si sós, fortes anomalias para este elemento, já que normalmente, o limiar obtido em sedimentos de corrente oriundos de rochas vulcanoclásticas é da ordem de 3,0 ppm.

Levando-se em conta este fato, e aliando-o ao intervalo de valores das demais amostras, resolveu-se não processar estes dois resultados, pois, sem dúvida, anulariam qualquer possibilidade de aproximação do caráter lognormal da curva de distribuição, já que são valores isolados totalmente destacados, numericamente, dos outros teores da área.

O processamento foi executado pela SECQUI/SP, utilizando-se calculadora manual TEXAS, modelo TI-58, com módulo de Estatística Aplicada. Os parâmetros fornecidos foram os seguintes:

Média geométrica	:	1,0
Desvio	:	1,39
Assimetria	:	0,22
Curtose	:	2,04

Observa-se, através dos dados numéricos, que, embora leptocúrtica, a curva possui boa assimetria, e se aproxima bastante dos padrões de lognormalidade.

Os parâmetros, porém, estão dentro do esperado, pois o limiar, da ordem de 2,0 ppm, aproxima-se razoavelmente do normal para os sedimentos de corrente provenientes de rochas vulcanoclásticas.

Associando-se o método estatístico ao empírico, determinou-se, para anomalias, os valores iguais e acima de 2,5 ppm.

#### 7.1.8.2 - Anomalias

Cinco valores anômalos foram detectados, todos

em áreas de rochas sedimentares pertencentes à sequência do Guaratubinha.

Das cinco, quatro encontram-se na região do curso superior do Rio Ipiranga, próximo à localidade de Pilão de Pedra, na parte noroeste da folha de Mundo Novo, parcial de Paranaguá.

Nesta área ocorreu o conjunto de valores mais interessantes, dentro do levantamento geoquímico regional.

Geologicamente, esta região é formada por conglomerados e siltitos argilosos, em contato com rochas do Complexo Cristalino Brasileiro. É cortada por duas falhas de direção NE, não paralelas, e dique de diabásio de direção NW.

Duas destas amostras foram coletadas nas cabeceiras do rio Ipiranga nas duas principais drenagens formadoras.

A DB-139, do lado esquerdo, determinou um valor de 2,5 ppm de molibdênio, associado a valor anômalo de cobre (110,0 ppm), próximo ao limiar para chumbo e cobalto, e do *background* de níquel e zinco. Esta amostra já foi comentada no item 7.1.2.3 (anomalias de cobre).

Também em drenagem formadora do Rio Ipiranga, do lado direito, foi coletada a DB-238, com 5,0 ppm de Mo, associada aos valores próximos ao limiar de cobre, chumbo, cobalto e níquel, e na faixa de *background* de zinco. Esta drenagem é proveniente de contato normal entre rochas sedimentares e migmatitos.

A associação aqui encontrada é bastante interessante, pois pode ser proveniente de sulfetos: os minerais sulfetados, em ambientes ricos em sílica e ferro, possuem características próprias quanto à sua mobilidade. Assim, cobre, cobalto e níquel que, normalmente, são bastante móveis, passam a ter menor mobilidade. O zinco permanece altamente móvel, e o chumbo continua com baixa mobilidade. O molibdênio, bastante móvel, passa a ter mobilidade apenas relativa.

Deste modo, pode-se esperar, próximo a rochas sulfetadas em ambiente com sílica e ferro, uma boa associação entre cobre, chumbo, cobalto, níquel, sendo menor a proporção de zinco. E, exatamente isto foi encontrado nesta amostra.

A DB-217, amostra proveniente do mesmo divisor de águas da anterior, e coletada em afluente do Rio Ipiranga, poucos metros adiante do contato por falha entre migmatitos e sedimentares, apresentou teor de 27,0 ppm de molibdênio, e excelente associação com níquel, a nível de anomalia. As demais associações mostraram-se boas com cobre e chumbo, e razoáveis com zinco e cobalto.

A juzante da confluência deste tributário com o Rio Ipiranga, foi coletada a DB-239, que determinou valores anômalos de cobre e molibdênio. Já foi comentada no item 7.1.2.3..

A amostra anômala fora desta área é a DB-211, com 2,5 ppm de Mo, associando-se apenas razoavelmente a Pb e Zn. Esta localizada próxima à fazenda S. José, na Serra Quitéria.

#### 7.1.9 - Complexo gnaissico-migmatítico

##### 7.1.9.1 - Parâmetros estatísticos

Foram coletadas 57 amostras de sedimentos de corrente em áreas onde predominam as rochas do embasamento cristalino. O sumário dos estimadores para os elementos analisados está registrado na tabela XI.

Pode-se observar que a maioria dos elementos analisados por  $\text{HNO}_3$  a quente (Cu, Pb e Ni) possui teor médio bem inferior ao valor máximo, evidenciando, na área um *background* baixo para esses elementos. O mesmo não acontece com o zinco e com o cobalto, pois seus teores máximos são apenas de 2 a 2,5 vezes superior às suas médias. O molibdênio e o arsênio exibem uma pequena amplitude no embasamento. Em am-



TABELA XI - TRATAMENTO DE DADOS - COMPLEXO GNAISSICO-MIGMATÍTICO

DADOS ESTATÍSTICOS							
ELEMENTO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
COBRE	57	3	45	42	12,0	1,6	0,463
CHUMBO	57	2	100	98	10,0	2,1	0,899
ZINCO	57	26	100	74	47,0	1,4	0,337
COBALTO	57	5	30	25	13,0	1,6	0,462
NÍQUEL	57	4	95	91	16,0	2,0	0,773

ELEMENTO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO				PARÂMETROS DEFINIDOS				
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
COBRE	0,067	S	4,107	N	S	S	19,0	31,0	49,0
CHUMBO	0,602	N	3,471	S	S	S	21,0	44,0	93,0
ZINCO	0,107	S	2,150	N	S	S	66,0	92,0	129,0
COBALTO	-0,289	S	2,479	S	S	S	21,0	33,0	53,0
NÍQUEL	0,419	S	2,854	S	S	S	32,0	64,0	128,0

LEGENDA

(S)-HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N)-HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Os elementos, verificam-se teores situados próximos ou abaixo do limite inferior de detecção. Os elementos analisados a frio apresentam, como era esperado, baixa concentração, notando-se que o zinco possui a maior média, o chumbo a maior amplitude e o níquel as menores médias e a menor amplitude de teores.

Observa-se que apenas as determinações de cobre e chumbo apresentam amostras com teores acima do valor  $MG \times DG^3$ . O aumento da concentração de níquel e cobalto em algumas amostras, possivelmente está refletindo níveis mais básicos das rochas que compõem essa população geológica.

Considerando o valor  $MG \times DG^2$  como limiar estatístico, constata-se que a maioria dos elementos apresenta amostras anômalas, a exceção do arsênio e do molibdênio, como já foi mencionado anteriormente. Não foi detectado nenhum valor definido do molibdênio nas amostras coletadas no embasamento cristalino. Com isto, pode-se considerar que não existem amostras anômalas para este elemento. O arsênio só apresenta dois valores definidos, teores estes não enquadrados na faixa anômala.

#### 7.1.9.2 - Anomalias

Com base no limiar estatístico, foram selecionadas as amostras anômalas que serão comentadas abaixo.

O valor mais elevado de cobre (45 ppm) localiza-se na amostra PP-248, próximo do povoado de Felipe Schmidt, onde ocorrem migmatitos diversos e gnaisses de alto grau de metamorfismo. Nota-se, também, nesta amostra, o valor mais acentuado de níquel (95 ppm) reunido a um teor baixo de chumbo (5 ppm). A associação Cu-Ni, com baixa concentração de chumbo, possivelmente está refletindo uma ascendência a partir de uma rocha máfica a ultramáfica, sendo necessário um estudo mais apurado para avaliar o real significado da anomalia.

No tocante ao chumbo, destaca-se a amostra PP-157, localizada próxima ao perímetro urbano da cidade de Co-

rupá. A geologia local compreende rochas migmatíticas em contato com rocha sedimentar da fácies arenítica. O teor de chumbo (100 ppm) evidencia a alta concentração do elemento na amostra. Os teores dos demais elementos (Cu, Zn, Co e Ni) apresentam-se baixos, indicando não existir nenhuma associação geoquímica destes elementos com o chumbo no local de amostragem. Suspeita-se que o teor elevado deste, seja proveniente de contaminação, tendo em vista que a coleta foi realizada nas proximidades da via férrea e da estrada de rodagem que passa por Corupá. Deve ser investigado, com mais detalhe, a procedência dos teores encontrados, para confirmar a hipótese levantada.

Merece destaque a amostra PP-18, com 60 ppm de chumbo, em afluente do rio Tijucano, no contato entre o embasamento e rochas da sequência sedimentar do graben de Corupá. Ressalta-se, também, a amostra DB-142, com 55 ppm de chumbo, localizada em afluente do rio Pinto, próximo da rodovia BR-277. A geologia aflorante corresponde às rochas do embasamento gnaíssico-migmatítico ao contato com intrusiva granítica, que compõe a serra das Canavieiras. Em princípio, supõe-se que os teores destas duas amostras não estejam refletindo uma zona mineralizada. Constata-se que não existe uma associação geoquímica entre o chumbo e os outros elementos analisados, principalmente na última amostra, que justifique uma zona anômala. Tal argumento carece de uma comprovação para descartar as áreas.

Quanto ao elemento zinco, observa-se que somente uma amostra apresenta valor analítico acima do limiar calculado, que é a DB-265, com teor de 100 ppm. A geologia subjacente refere-se às intrusivas graníticas nas proximidades do contato com as rochas vulcânicas básico-intermediárias. Observa-se que os demais elementos nestas amostras apresentam teores dentro da faixa do *background*.

Convém mencionar, do mesmo modo, a amostra PP-159, com 85 ppm de níquel, localizada perto do povoado denominado Funil, em rocha migmatítica e gnaisses de alto grau metamórfico.

Uma análise generalizada das amostras anômalas provenientes das rochas do embasamento cristalino não apresentou, à primeira vista, grandes perspectivas de conter mineralizações de metais básicos. A maioria dos locais de amostragem exibe apenas um elemento anômalo; os teores dos demais elementos estão baixos, evidenciando a falta de associação geoquímica. A associação geoquímica de dois, três ou mais elementos paragenéticos em uma amostra pode ser o sintoma da existência de uma área potencialmente prospectiva. Para dirimir dúvidas, esses locais devem ser reanalisados, com execução de uma amostragem mais densa que permita melhor definir o real potencial dos sítios anômalos.

#### 7.1.10- Complexo básico-ultrabásico de Pien

##### 7.1.10.1 - Paraâmetros estatísticos

Na área do complexo máfico-ultramáfico de Pien foram coletadas 37 amostras de sedimentos de corrente. Os resultados estatísticos dessa população geológica estão registrados na tabela XII.

A análise da tabela revela que o elemento níquel apresenta a maior amplitude de teores, enquanto o chumbo apresenta a menor amplitude. O comportamento geoquímico desses elementos está coerente com o substrato geológico, haja visto serem as rochas máficas-ultramáficas enriquecidas em Ni, e empobrecidas em Pb. O níquel foi o que exibiu o maior desvio geométrico e coeficiente de variação dentre os elementos analisados. Este fato vem apenas ratificar a elevada dispersão do níquel no complexo fato que é considerado normal, já que este elemento se concentra, preferencialmente, nas rochas provenientes das primeiras fases de cristalização do magma.

Quanto ao valor  $MG \times DG^2$ , considerado como o limiar estatístico, as análises de zinco e chumbo não revelaram nenhuma amostra com teor acima deste parâmetro. O molibdênio e o arsênio não tiveram nenhuma amostra com teor acima

TABELA XII - TRATAMENTO DE DADOS - COMPLEXO BÁSICO-ULTRABÁSICO DE PIEN

DADOS ESTATÍSTICOS							
ELEMENTO	Nº DE AMOSTRAS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	AMPLITUDE	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOMÉTRICO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
COBRE	37	3,0	40,0	37,0	10,0	1,7	0,571
CHUMBO	37	2,0	30,0	28,0	8,0	2,0	0,750
ZINCO	37	19,0	70,0	51,0	41,0	1,4	0,327
COBALTO	37	5,0	60,0	55,0	14,0	1,7	0,551
NÍQUEL	37	3,0	380,0	377,0	25,0	2,7	1,294

ELEMENTO	TESTE DE DISTRIBUIÇÃO					PARÂMETROS DEFINIDOS			
	ASSIMETRIA		CURTOSE		KOLMOGOROV-SMIRNOV		MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
	VALOR	TESTE	VALOR	TESTE	5%	1%			
COBRE	0,067	S	2,858	S	S	S	17,0	29,0	49,0
CHUMBO	-0,334	S	2,774	S	S	S	16,0	32,0	64,0
ZINCO	-0,510	S	2,373	S	S	S	57,0	80,0	112,0
COBALTO	0,453	S	3,038	S	S	S	24,0	40,0	69,0
NÍQUEL	0,354	S	3,162	S	S	S	68,0	182,0	492,0

LEGENDA

(S)-HIPÓTESE LOGNORMAL ACEITA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV  
 (N)-HIPÓTESE LOGNORMAL REJEITADA PELO TESTE KOLMOGOROV-SMIRNOV

de seus limites inferiores de detecção, impossibilitando qualquer tratamento estatístico.

De uma maneira geral não foram detectadas muitas anomalias, sendo, as principais, relacionadas aos elementos níquel e ao cobalto.

#### 7.1.10.2 - Anomalias

Baseado no limiar calculado para cada elemento, foram selecionados os sítios considerados anômalos, que serão comentados a seguir.

O primeiro sítio está situado a norte do lugar denominado Papanduvras. No local, foi registrado o teor mais elevado de níquel, (380 ppm), na amostra PP-45. Em amostra de drenagem contígua, foram detectados 40 ppm de cobre e o maior teor em Co (60 ppm) na amostra PP-134. Um fato interessante é a presença do maior teor de chumbo (30 ppm) na amostra situada a jusante das amostras PP-45 e PP-134. Apesar de não ser um teor elevado em valores absolutos, este valor de chumbo está bem acima das concentrações normais do elemento nos sedimentos de corrente das rochas ultramáficas do Complexo de Pien.

Analisando-se a geologia local, verifica-se que o corpo da rocha ultramáfica está envolvido pela intrusão do granito Agudos. Provavelmente, o sedimento, no local da amostragem, sofreu aporte de material proveniente do corpo granítico, elevando o teor de chumbo. Deve ser investigada, em maior detalhe, a fonte do valor anômalo em níquel, cobre e cobalto, assim como a presença do teor de chumbo a jusante das anomalias dos primeiros elementos.

O segundo local acha-se localizado na Campina dos Maias, onde é assinalada a presença de 150 ppm de níquel e 30 ppm de cobalto na amostra PP-67. Verifica-se que a drenagem está encaixada numa falha com direção quase norte. A oeste tem-se a amostra PP-127, com 40 ppm de cobre, e os maiores valores de cobalto (60 ppm).

Em linhas gerais, os dois locais são merecedores de estudos subsequentes, principalmente devido às condições geológicas favoráveis. Os teores de Ni e Co, anômalos em sedimentos de corrente drenando rochas ultramáficas, são indicativos de depósitos de cromo em algumas áreas.

## 7.2 - Concentrado de bateia

### 7.2.1 - Comentários gerais

O levantamento regional utilizando concentrado de bateia foi realizado concomitantemente à coleta de sedimentos de corrente. Coletou-se 52 amostras que foram submetidas a análise por emissão espectrográfica semiquantitativa para 30 elementos. Adicionalmente, foram realizadas análises mineralógicas quantitativas, análise para ouro e prata por absorção atômica e arsênio por colorimetria. Estes três últimos elementos, por apresentarem baixo grau de detecção, não foram tratados estatisticamente, e serão apenas comentados no texto, nas amostras que se revelaram anômalas para os elementos citados. A prata não apresentou nenhum valor definido.

É de amplo conhecimento que as anomalias no ambiente secundário são, principalmente, derivados por processos hidromórficos e/ou mecânicos, os quais fornecem diferentes respostas geoquímicas. As anomalias provenientes da análise dos minerais pesados dispersados mecanicamente são, de modo geral, menos uniformemente distribuídas do que as anomalias produzidas por processos hidromórficos, além de serem usualmente localizadas em uma menor distância em relação à fonte. Por outro lado, a detecção de um padrão de dispersão anômalo formado por processo mecânico fornecerá uma indicação mais segura da locação do corpo mineralizado, bem como evidenciará, através da análise mineralógica, a forma em que se encontram os metais na fração pesada do sedimento.

Tendo em vista que foi coletado um pequeno número de amostras, a avaliação dos dados se limita a fornecer um subsídio adicional à interpretação dos resultados obtidos

pelo levantamento por sedimento de corrente. Desse modo, descreve-se, de forma sucinta, os parâmetros estatísticos dos elementos e a distribuição dos minerais econômicos detectados nas análises do concentrado de bateia. Com a finalidade de melhor avaliar a influência do substrato geológico, as amostras foram agrupadas em três grupos: Área Total, Sequência Vulcano-Sedimentar do Guaratubinha e Bacia de Campo Alegre.

### 7.2.2 - Área total

Na tabela XIII, está apresentado o Sumário Estatístico dos elementos analisados, considerando a Área total amostrada. Os testes de distribuição aplicados rejeitaram a lognormalidade, em todos os níveis de significância, para os elementos cobre, chumbo, estanho, zinco e zircônio. Para o restante dos elementos verificou-se a aceitação da hipótese de distribuição lognormal, em pelo menos um nível de significância, para os dois testes aplicados. No tocante ao Sumário dos Estimadores, observa-se que os elementos ferro, cobalto, cromo, lantânio, níquel, escândio, vanádio, itrio e zircônio apresentam limiar estatístico superior ao maior valor encontrado ( $MG \times DG = \text{Valor Máximo}$ ).

Em linhas gerais, observa-se que alguns elementos apresentam teores bem realçados na análise do concentrado de bateia. Destaca-se, entre outros, o elemento cromo, que exibe seis amostras com valores acima do limite de detecção (5000 ppm), além de amostras com teores variando entre 2000 e 5000 ppm. Nota-se, outrossim, que estas amostras estão localizadas na zona de influência do Complexo Básico-Ultrabásico de Pien. Este fato vem ratificar a potencialidade desse Complexo conter ocorrências de cromita. No tocante ao níquel, elemento que comumente acompanha o cromo em rochas ultrabásicas, não se observam teores tão elevados quanto o cromo pois, em razão do seu comportamento geoquímico, tende a se concentrar em frações leves. Exibe, entretanto, variações de 5 a 150 ppm. Mesmo assim, os valores mais elevados do níquel cor



TABELA XIII - CONCENTRADO DE BATEIA - SUMÁRIO ESTATÍSTICO - ÁREA TOTAL

Elementos	Número de amostras	Valor mínimo	Valor máximo	Média geométrica (MG)	Desvio geométrico (DG)	Coefficiente de variação	Grau de detecção	MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
Fe	49	3,000	26,000	13,002	1,617	0,510	49:52	21,02	34,00	54,97
Mg	49	0,014	1,000	0,091	2,732	1,322	49:52	0,25	0,68	1,86
Mn	49	500,000	6499,996	1621,803	1,803	0,644	49:52	2924,11	5272,17	9505,73
Ba	49	10,000	500,000	46,858	3,149	1,652	49:52	147,56	464,65	1463,19
Co	49	5,000	100,000	26,823	2,135	0,881	49:52	57,27	122,27	261,04
Cr	49	100,000	6499,996	847,123	3,160	1,661	49:52	2676,91	8459,03	26730,54
Cu	49	2,500	30,000	5,472	1,832	0,665	49:52	10,02	18,37	33,65
La	49	10,000	1299,999	110,632	4,169	2,583	49:52	461,11	1921,92	8010,58
Nb	49	5,000	200,000	19,949	2,505	1,151	49:52	49,97	125,18	313,58
Ni	49	5,000	150,000	24,841	2,546	1,181	49:52	63,25	161,02	409,96
Pb	49	7,000	1000,000	33,670	3,749	2,176	49:52	126,23	473,23	1774,15
Sc	49	2,500	50,000	12,875	2,423	1,090	49:52	31,20	75,59	183,15
Sn	49	5,000	1299,999	16,101	4,584	3,026	49:52	73,81	338,33	1550,91
V	49	70,000	1000,000	296,375	2,164	0,903	49:52	641,36	1387,89	3003,40
Y	49	10,000	500,000	62,843	2,902	1,453	49:52	182,37	529,24	1535,85
Zn	49	100,000	500,000	128,044	1,666	0,545	49:52	213,32	355,59	592,09
Zr	49	200,000	1299,999	1112,664	1,453	0,387	49:52	1616,70	2349,07	3413,19

respondem aos teores realçados para o cromo, indicando a boa correlação entre estes elementos nos teores mais elevados.

Observa-se, também, realçados teores dos elementos lantânio, nióbio, estanho e ítrio, o que pode estar caracterizando uma associação paragenética relacionada ao ambiente das rochas vulcânicas pertencentes às Sequências Vulcano-sedimentar do Guaratubinha e Bacia de Campo Alegre. Destaca-se, ainda, o valor de 1000 ppm de chumbo em amostra correspondente à Bacia de Campo Alegre.

Um fato interessante notado, é que os valores de cobre, no concentrado de bateia, apresentam-se baixos, variando de 1 a 30 ppm, com média de 5,2 ppm. O limiar estatístico (18,40 ppm) encontra-se ainda abaixo do maior valor encontrado. Pode-se inferir, *a priori*, pelos resultados apresentados, que não foi detectado nenhum valor significativamente anômalo para este elemento na análise da fração pesada do sedimento.

### 7.2.3 - Sequência Vulcano-Sedimentar do Guaratubinha

O comportamento estatístico dos elementos analisados nesta suíte de rochas está registrado na tabela XIV. Os testes de distribuição evidenciaram, para todos os elementos, que a hipótese lognormal foi aceita em, pelo menos, um nível de significância.

Comparando as médias, desvio e limiar dos elementos analisados nesta sequência, com os mesmos parâmetros apresentados pela Área Total, verifica-se os elementos cromo, níquel e cobalto, indicativos de paragênese máfica/ultramáfica, apresentam-se mais elevados no último grupo de rochas. Por outro lado, nota-se maior média e limiar para os elementos estanho, nióbio, ítrio e bário, o que ressalta a maior potencialidade desta sequência vulcânica sedimentar no tocante à paragênese de rochas ácidas.

O valor mais significativo para o elemento estanho, em concentrado de bateia (acima de 1000 ppm), localiza-se na amostra DB-48, no rio Guaratubinha, que drena a se-

TABELA XIV- CONCENTRADO DE BATEIA - SUMÁRIO ESTATÍSTICO - GUARATUBINHA

Elementos	Número de amostras	Valor mínimo	Valor máximo	Média geométrica (MG)	Desvio geométrico (DG)	Coefficiente de variação	Grau de detecção	MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
Fe	17	7,0	26,0	16,285	1,469	0,399	17:17	23,92	35,14	51,62
Mg	17	0,014	0,300	0,116	2,154	0,896	17:17	0,25	0,53	1,16
Mn	17	500,0	5000,00	1300,280	1,890	0,707	17:17	2457,52	4644,73	8778,54
Ba	17	10,00	500,00	104,537	3,358	1,827	17:17	351,03	1178,77	3958,33
Co	17	5,00	70,00	25,015	2,040	0,814	17:17	51,03	104,10	212,36
Cr	17	200,00	2000,00	712,267	2,082	0,844	17:17	1482,48	3087,48	6428,13
Cu	17	3,50	20,00	8,669	1,646	0,531	17:17	14,26	23,48	38,65
La	17	10,00	1300,00	91,463	3,769	2,195	17:17	344,72	1299,26	4896,92
Nb	17	7,00	100,00	39,017	2,240	0,957	17:17	87,39	105,77	438,52
Ni	17	5,00	100,00	20,469	2,071	0,836	17:17	42,39	87,79	181,81
Pb	17	10,00	300,00	67,165	3,246	1,732	17:17	218,01	707,68	2297,14
Sc	17	10,00	30,00	22,848	1,441	0,378	17:17	32,92	47,44	68,36
Sn	17	5,00	1300,00	54,258	6,088	5,012	17:17	330,93	2014,71	12265,56
V	17	200,00	1000,00	516,226	1,509	0,429	17:17	778,98	1175,48	1773,81
Y	17	20,00	300,00	89,998	2,423	1,090	17:17	218,06	528,37	1280,24
Zn	17	100,00	500,00	173,888	1,891	0,707	17:17	328,82	621,80	1175,82
Zr	17	200,00	1300,00	988,069	1,700	0,570	17:17	1679,71	2855,51	4854,38

quência sedimentar, principalmente, e a parte da sequência vulcânica ácida. Detectou-se, também, teores de 200 ppm de chumbo, e 300 ppm de ítrio. Na análise mineralógica não se observou, entretanto, a presença de cassiterita. Destacam-se, ainda com 700 ppm de estanho, as amostras DB-175, no rio Capivari, drenando a sequência intermediária, e a DB-41, rio da Prata, em zona de influência da sequência sedimentar. Na primeira amostra estão registrados 200 ppm de chumbo e ítrio, 300 ppm de lantânio e pequena quantidade de cassiterita. Na outra amostra, além de conter 200 ppm de ítrio e chumbo e 150 ppm de lantânio, notou-se, também, a presença de cassiterita na análise mineralógica.

As amostras DB-182, Ribeirão Vermelho, em domínio da sequência vulcânica intermediária e, DB-207, rio Anta Gorda, em rochas da sequência sedimentar, apesar de não apresentarem teores ressaltados de estanho e elementos paragenéticos, revelaram, no entanto, presença de cassiterita e turmalina como minerais de interesse geológico e econômico. A última amostra apresenta, inclusive, 0,05 ppm de ouro e 300 ppm de chumbo, que é o maior valor detectado na Formação Guaratubinha.

Merecem menção as amostras DB-99, na localidade de Campina dos Crispins, em sequência vulcânica ácida e intermediária, e a DB-207, no rio Rancho Grande, drenando rocha vulcânica intermediária, que apresentam, respectivamente, os teores de 1,0 a 0,4 ppm de ouro e, 150 e 500 ppm de zinco. A amostra DB-123, no rio Cunhai, em rocha vulcânica básica e intermediária, revelou o teor de 500 ppm de zinco e vanádio, e 5000 ppm de manganês.

No tocante ao cobre, como já foi comentado anteriormente na Área Total, observa-se que sofreu uma discreta variação de valores (1 a 20 ppm), tendo o limiar estatístico (23,48 ppm) sido superior ao maior valor encontrado.

#### 7.2.4 - Bacia de Campo Alegre

Na tabela XV estão sumarizados os dados para as

TABELA XV CONCENTRADO DE BATEIA - SUMÁRIO ESTATÍSTICO - CAMPO ALEGRE

Elementos	Número de amostras	Valor mínimo	Valor máximo	Média Geométrica (MG)	Desvio geométrico (DG)	Coefficiente de variação	Grau de detecção	MG x DG	MG x DG <sup>2</sup>	MG x DG <sup>3</sup>
Fe	12	5,00	26,00	12,546	1,611	0,505	12:14	20,21	32,56	52,46
Mg	12	0,030	1,000	0,142	2,701	1,298	12:14	0,38	1,04	2,80
Mn	12	500,000	5000,000	1454,968	1,777	0,626	12:14	2585,48	4594,39	8164,24
Ba	12	20,000	500,000	54,644	2,367	1,049	12:14	129,34	306,15	724,66
Co	12	20,000	100,000	43,048	1,813	0,652	12:14	78,05	141,50	256,53
Cr	12	20,000	3000,000	688,469	2,573	1,201	12:14	1771,43	4557,89	11727,45
Cu	12	3,500	30,000	5,483	1,956	0,754	12:14	10,72	20,98	41,03
La	12	20,000	1299,999	229,934	4,117	2,531	12:14	946,64	3897,31	16045,22
Nb	12	5,000	200,000	16,515	2,852	1,414	12:14	47,10	134,33	383,11
Ni	12	5,000	150,000	45,103	2,701	1,298	12:14	121,82	329,04	888,75
Pb	12	7,000	1000,000	38,900	3,758	2,184	12:14	146,19	549,37	2064,52
Sc	12	5,000	50,000	18,031	2,445	1,106	12:14	44,09	107,79	263,55
Sn	12	5,000	200,000	14,205	2,960	1,499	12:14	42,05	124,46	368,40
V	12	100,000	1000,000	405,367	2,052	0,823	12:14	831,81	1706,88	3502,52
Y	12	20,000	500,000	91,838	2,976	1,512	12:14	273,31	813,37	2420,59
Zn	12	100,000	500,000	125,316	1,713	0,580	12:14	214,67	214,67	629,91
Zr	12	500,000	1299,000	1149,136	1,324	0,287	12:14	1521,46	2014,46	2667,08

11 amostras de concentrado de bateia coletadas no domínio da Formação Campo Alegre. Os testes estatísticos realizados verificaram que, à exceção do elemento zinco, todos os outros elementos aceitaram a lognormalidade em pelo menos um nível de significância do teste de Kolmogorov-Smirnov. No que diz respeito ao Sumário das Estatísticas, observa-se que as médias e desvios dos elementos analisados nesta Formação, quando comparados com os resultados dos mesmos parâmetros da Sequência Vulcano-Sedimentar do Guaratubinha, não apresentam grandes diferenças para a maioria dos elementos. Por seu turno, alguns elementos apresentam-se com os parâmetros estatísticos mais elevados, tanto em Campo Alegre quanto no Guaratubinha. A primeira apresentou, por exemplo, média e desvio mais elevados para os elementos magnésio, manganês, cobalto, níquel, lantânio, ítrio, zircônio e chumbo. Verifica-se, outrossim, que os elementos estanho e nióbio apresentam médias e desvios mais elevados no Guaratubinha, o que, aparentemente, reflete o caráter mais ácido da sua suíte litológica.

O limiar estatístico calculado para os elementos bário, manganês, cobre, nióbio, chumbo, estanho e zinco, na bacia de Campo Alegre, apresenta-se abaixo do maior valor encontrado para cada elemento. Isto significa que, pelo menos para estes elementos, existem amostras estatisticamente anômalas.

Vale a pena ressaltar que algumas amostras apresentam resultados interessantes. Destacam-se, entre outras, a amostra PP-110, localizada no rio da Lagoa, em sequência vulcânica. A análise revelou os teores de 1000 ppm de chumbo e 200 ppm de estanho, 160 ppm de arsênio e o único valor definido de molibdênio (5 ppm), nas análises de concentrado. Do mesmo modo, a amostra PP-91, rio Pedra de Amolar, registrou os teores de 3000 ppm para cromo, 1000 ppm para vanádio e lantânio e 20 ppm para arsênio. Finalmente, as amostras PP-090, no rio Turvo e PP-106, no rio Fumaça, ambas em domínio de rocha vulcânica, revelaram, respectivamente, o teor de 500 e 300 ppm de zinco.

#### 7.2.5 - Discussão dos resultados

Os resultados obtidos pela análise geoquímica e mineralógica do concentrado de bateia demonstraram a eficácia deste método de prospecção na pesquisa mineral no âmbito do Projeto.

A integração dos resultados da análise espectrográfica, método colorimétrico e análise mineralógica, correlacionado ao ambiente geológico, possibilitou a discriminação de algumas amostras consideradas anômalas, e passíveis de um estudo de maior detalhe.

Neste contexto, foi verificado que o elemento cromo apresentou valores elevados, com algumas amostras com teores acima do limite de detecção, em áreas de influência do Complexo Máfico Ultramáfico de Pien. Estes valores anômalos ratificam o grande potencial deste Complexo conter concentrações econômicas de cromita.

Na área da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, o estanho e elementos paragenéticos evidenciaram teores considerados elevados, tornando viável um detalhamento nas bacias de captação anômala. Em algumas amostras, inclusive, foi detectado a presença de cassiterita na análise mineralógica e ouro na análise por absorção atômica. As rochas da suíte vulcano-sedimentar são susceptíveis, portanto, de conter concentrações de cassiterita e ouro. BOYLE(1974) revela, contudo, que até a presente data existem poucas concentrações econômicas de cassiterita disseminadas e em *stock-works* em fluxo de rocha riolíticas e em ignimbritos. No tocante ao ouro, são conhecidas (BOYLE, op. cit. pág. 7) concentrações econômicas associadas a fluxo de rochas vulcânicas e rochas vulcanoclásticas e em camadas sedimentares. Tudo indica, assim, salvo as ressalvas já mencionadas, que esta sequência pode conter concentrações econômicas de estanho e ouro. Deve ser salientado, sobretudo, as drenagens que apresentam teores realçados de chumbo, variando entre 200 a 300 ppm e que merecem um estudo de maior detalhe para confirmar os teo

res anômalos. A bacia de Campo Alegre apresenta um número menor de amostras consideradas anômalas quando comparada com a sequência do Guaratubinha. A amostra mais promissora apresentou alto valor de chumbo, arsênio, estanho e o único valor de molibdênio (5 ppm) detectado na análise de emissão espectrográfica. É de conhecimento mundial (MORRIS H.T. et alii, 1973) depósitos produtivos de chumbo em corpos lenticulares e sulfetos maciços conformáveis ou semiconformáveis em rochas vulcano-sedimentares. Sendo assim, essas drenagens anômalas em chumbo merecem um estudo de detalhe para confirmar os resultados positivos.

De um modo geral, não ficou evidenciado nenhum valor elevado de cobre na área do Projeto que pudesse supor a existência de concentração econômica deste elemento. Devido ao fato dos minerais de cobre serem mais susceptíveis de intemperização comparativamente a outros minerais de minério e, também ao fato de a análise geoquímica do concentrado evidenciar, principalmente, os elementos que sofreram dispersão clástica, pode-se, a princípio, explicar os baixos valores encontrados de cobre. Se houver concentração econômica será melhor refletido nas análises de sedimentos de corrente.



## 8 - GEOQUÍMICA DE SEMI-DETALHE - INTERPRETAÇÃO

### 8.1 - Considerações iniciais

A etapa de Geoquímica Regional permitiu que fossem obtidas informações generalizadas sobre o potencial em bens minerais não ferrosos na região estudada.

Diante disso, fêz-se necessária uma segunda etapa, na qual algumas áreas foram reamostradas com maior detalhe, objetivando uma definição de sua potencialidade para a finalidade proposta.

A metodologia empregada para a coleta de amostras foi idêntica à utilizada no levantamento regional (capítulo 4). O mesmo ocorreu em relação à preparação das amostras coletadas, e à técnica analítica utilizada.

### 8.2 - Critérios de seleção

Para a segunda fase de amostragem foram selecionadas 37 áreas, sendo 18 na sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, quatro na bacia de Campo Alegre, sete nas proximidades do contato da sequência do Guaratubinha com suas encaixantes, cinco nas proximidades do contato da bacia de Campo Alegre com as encaixantes, e três no âmbito dos granitos e migmatitos.

Considerando os próprios objetivos do projeto, isto é, o levantamento geoquímico das duas sequências vulcano-sedimentares, foi dada especial atenção às áreas - destas regiões que apresentaram amostras com valores anômalos, detectados estatisticamente. Devido ao relativamente pequeno número de amostras nestas condições, não foi utilizado nenhum critério de prioridade para selecioná-las.

Assim, apenas cinco amostras anômalas destas sequências não foram incluídas em nenhuma área, por não apresentarem condições geológico-geoquímicas de modo a merecer maior atenção.

Todas as amostras com valores anômalos de cobre foram incluídos em áreas reamostradas, devido à estratégica importância deste elemento, na atualidade.

Duas amostras com resultados anômalos para chumbo foram excluídas: a DB-01, por apresentar possibilidade de contaminação, além de não possuir nenhuma associação razoável com outros elementos, e a DB-138, que também não apresenta qualquer afinidade paragenética. Além do mais, constituem anomalias isoladas, tornando-se geoquimicamente desinteressantes.

A DB-107, anomalia de zinco, está sob forte influência de dique básico, o mesmo ocorrendo com a PP-222, na bacia de Campo Alegre, sendo, portanto, excluídas das áreas de semi-detalhamento.

Por fim, a DB-211, com 2,5 ppm de molibdênio, que não apresenta associação com nenhum outro elemento, encontra-se no mesmo caso.

Além das áreas com amostras anômalas, foram reamostradas algumas áreas sem anomalias, não só por suas drenagens serem provenientes do mesmo interflúvio de drenagens anômalas, como, também, por apresentarem condicionamento geológico de algum interesse.

Nestes casos, foram detectados durante o semi-detalhamento, quatro novas áreas anômalas.

Outras áreas reamostradas, embora não fosse objetivo primordial do projeto, encontram-se no domínio de rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico e corpos graníticos intrusivos. Não estão neste caso as anomalias do Complexo Máfico-Ultramáfico de Pien, já que, nesta região, foi realizado um levantamento geoquímico de solo, cujos resultados são amplamente divulgados e discutidos nos volumes II e III deste relatório.

### 8.3 - Interpretação dos resultados

Os dados analíticos e de campo obtidos nesta

etapa foram enfocados de modo diferente daqueles obtidos na fase de geoquímica regional. Esta diferença de enfoque é devido ao fato de se trabalhar em áreas mais confinadas e, portanto, com mais detalhes informativos.

Levando-se em conta que as áreas de anomalias podem ser regiões onde águas subterrâneas, ricas em metais, introduzem-se num sistema de drenagem, ou, ainda, onde a corrente corta a mineralização, procurou-se, sempre que possível, delinear regiões mais promissoras. Foram excluídas, entretanto, as áreas em que os valores anômalos não puderam ser devidamente explicadas, por falta de condições geológicas ou geoquímicas, não justificando qualquer indício de mineralização metálica.

#### 8.4 - Apresentação gráfica

As análises interpretativas das bacias de drenagem, detalhadas durante esta etapa de prospecção, estão contidas no item 8.5, sempre acompanhadas de ilustrações em que aparece a rede de drenagem da área estudada, com a respectiva escala e a localização de cada amostra coletada, tanto na fase regional, como na de semi-detalhamento.

Não existe nenhuma diferenciação gráfica para distinguir as amostras destas fases, já que o objetivo é analisar a região como um todo, procurando, deste modo, estudar o comportamento geoquímico de cada área.

Cada figura é acompanhada de uma tabela com todos os resultados analíticos obtidos para cada amostra de sedimento de corrente, cujos resultados referem-se à análise por absorção atômica, com abertura por  $\text{HNO}_3$  à quente. Excetuam-se os resultados para arsênio, obtidos através de análise colorimétrica.

O objetivo desta tabela é facilitar a interpretação do elemento anômalo não apenas por si só, mas também pela sua associação com os demais, facilitando, deste modo, a utilização de critérios geoquímicos para definir o

grau de interesse da área.

Foram descritos 37 áreas, sendo que, com a finalidade de permitir uma observação global de distribuição geográfica, são apresentados mapas topográficos integrados com a geologia, onde foram delineadas as situações destas regiões. Deste modo, as áreas de I a XXVIII estão locadas no volume V, anexo XV, e as áreas de XXIX a XXXVII no mesmo volume, anexo XVI.

As primeiras referem-se à região da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha e adjacências, e as outras à bacia de Campo Alegre.

#### 8.5 - Descrição das áreas

Neste item são comentados os resultados analíticos obtidos pelo semi-detalhamento, aliando-os à geologia local, buscando definir o potencial da área em bens minerais metálicos não ferrosos.

##### 8.5.1 - Área I

A área I está localizada próximo à localidade de Pilão de Pedra, na folha topográfica de Mundo Novo (1:50.000).

É formada pelas drenagens que formam o Rio Ipiranga, e também por este, em seu alto curso.

Geologicamente está contida no domínio de conglomerados, siltitos e argilitos da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha.

Nas porções NE e NW da área aparecem rochas do Complexo Gnaíssico-Migmatítico, que possui contato normal com as rochas da sequência. Dois diques básicos mesozóicos, de direção SE-NW, cortam a área, o mesmo ocorrendo com dois falhamentos, ambos de direção SW-NE, porém não paralelos.

Os resultados analíticos das amostras coleta

das nesta área demonstraram uma grande possibilidade de ocorrer mineralização, pois inúmeros foram os teores anômalos, obtidos estatisticamente, para cobre, chumbo e molibdênio.

Para facilitar a visualização dos dados, tomemos a sub-área formadora do Rio Ipiranga, situada a SW da área I. Nela foram coletadas as amostras WA-9, WA-10, WA-11, WA-12, WA-13, RZ-12, RZ-13, RZ-14 e DB-139.

Pode-se notar que apenas as amostras da drenagem principal apresentam valores anômalos para cobre, enquanto que nos braços, exceção feita àquele em que foi coletada a RZ-12, nenhum valor significativo deste elemento chega a aparecer. Observa-se, também, que os teores de cobre caem à medida que se desce a drenagem, comprovado que a origem está situada nas cabeceiras do rio, próximo à RB-277, que liga Curitiba a Paranaguá.

Cumpramos ressaltar, nesta sub-área, que apenas na DB-139 o cobre encontra-se associado a outro elemento, no caso, molibdênio. As demais amostras anômalas não apresentam qualquer associação de importância.

Deve-se considerar, então, a hipótese da influência de dique básico ocorrente nas cabeceiras, aumentando sensivelmente o teor médio de cobre. No entanto, o alto valor da relação Co/Ni e sua associação com molibdênio na DB-139, podem contrariar esta idéia, apesar do baixo teor na abertura por EDTA mostrar que grande parte do cobre está ligado a estrutura silicatada.

Outra sub-área com grande número de valores anômalos pode ser constatada na parte SE da área. Neste local foram coletadas as amostras WA-1, WA-2, WA-3, WA-4, WA-5, WA-7, DB-238 e RZ-15.

Percebe-se, na maioria destas amostras, valores anômalos para chumbo, sendo importante notar a excelente associação com molibdênio, em boa parte delas. Ressalte-se a DB-238, com 15 ppm de molibdênio associado a valores

de alto *background* de cobre e chumbo.

As amostras WA-4, WA-5 e WA-7, coletadas na mesma drenagem, apresentam excelente associação Pb-Mo, caindo o teor de chumbo à medida que se desce o rio, mas permanecendo o teor de molibdênio.

Pode-se pensar na hipótese de um depósito sulfetado, bem próximo aos locais da coleta, já que a mobilidade destes elementos, neste tipo de depósito, em ambiente silicoso, mostra a grande estabilidade do chumbo e a grande mobilidade do molibdênio. Tal fato está perfeitamente condizente com o que ocorre nesta drenagem.

São de grande importância, também, as amostras RZ-15, com 6 ppm de molibdênio e 60 ppm de chumbo, e a WA-6, em drenagem confluyente desta sub-área, com 4 ppm de molibdênio associado a valor anômalo de chumbo.

Através destes dados, pode-se perceber a importância desta região para um prosseguimento de estudos, visando a definição da sua potencialidade mineral.

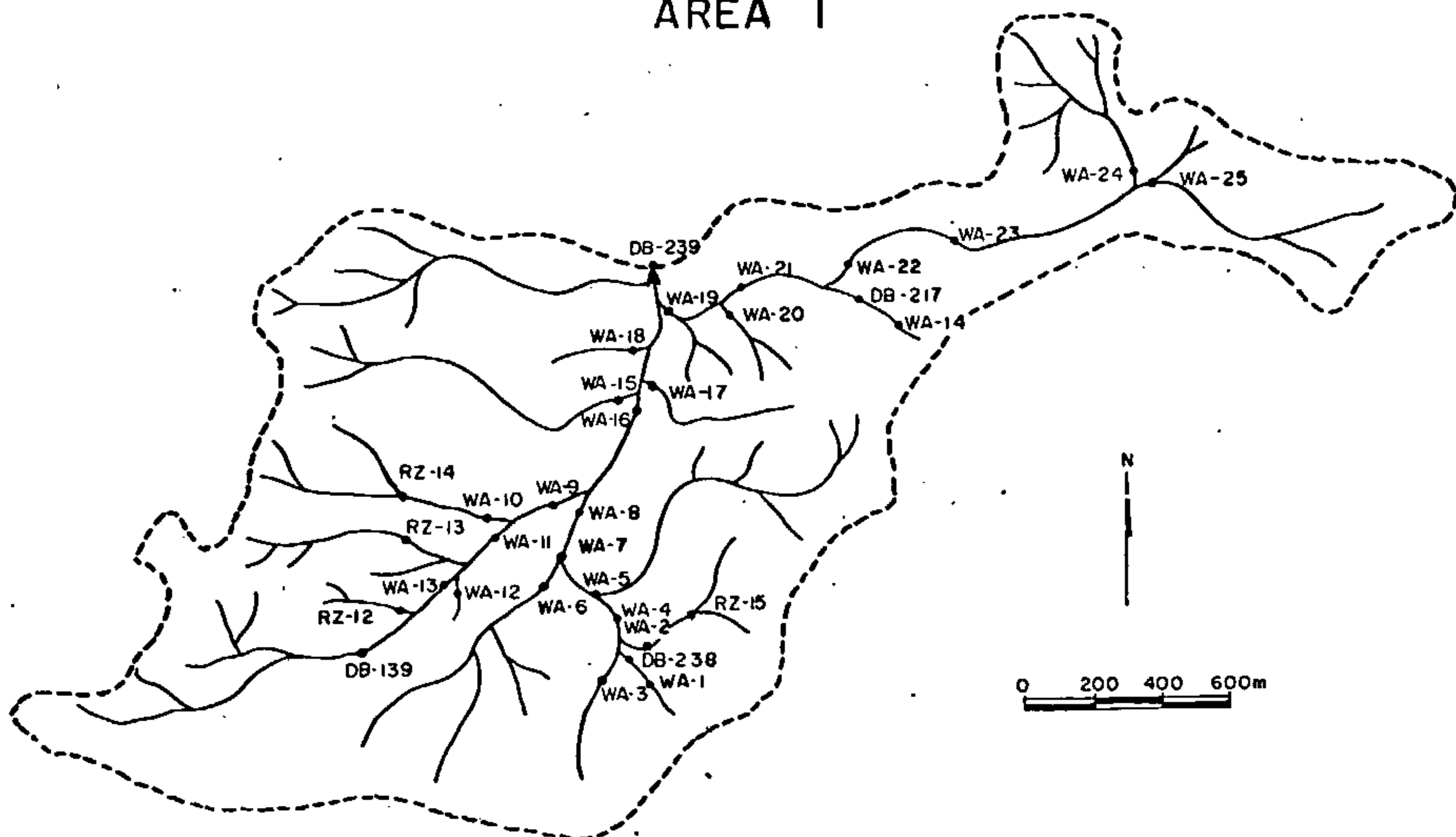
O mesmo ocorre à sub-área localizada a NE da área I, em que foram coletadas as amostras WA-14, WA-19, WA-20, WA-21, WA-22, WA-23, WA-24, WA-25 e DB-217.

Em todas as amostras foram constatados valores anômalos para chumbo, algumas vezes associados a anomalias de molibdênio.

Destacam-se a DB-217, com 27 ppm de Mo associado a anomalia de níquel, confirmada, a montante, pela WA-14, com associação Pb-Mo, este com 6 ppm, e a WA-21, com excelente associação Cu-Pb-Mo.

Fora destas três sub-áreas, aparecem, com valores anômalos, a WA-16, com alto teor de cobre, provavelmente proveniente da sub-área a SW, e a DB-239, com valores anômalos de cobre e molibdênio.

# ÁREA I



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mo
DB-139	110	28	70	27	17	2,5
DB-217	30	22	60	17	70	27
DB-238	35	30	85	23	45	15
DB-239	55	22	60	16	24	3
RZ-12	95	20	60	22	14	1
RZ-13	19	24	40	7	6	0,5
RZ-14	12	18	35	6	11	0,5
RZ-15	20	60	70	20	40	6
WA-1	26	22	24	-	-	2
WA-2	17	13	34	-	-	2,5
WA-3	22	50	26	-	-	1,5
WA-4	28	48	30	-	-	2,5
WA-5	23	39	37	-	-	2,5
WA-6	21	45	32	-	-	40
WA-7	26	36	35	-	-	2,5
WA-8	23	33	48	-	-	20
WA-9	42	14	29	-	-	1
WA-10	1	8	13	-	-	<0,5
WA-11	50	14	32	-	-	0,5
WA-12	29	17	40	-	-	1
WA-13	88	14	21	-	-	0,5
WA-14	18	76	50	-	-	6
WA-15	14	31	33	-	-	1
WA-16	66	31	57	-	-	1,5
WA-17	24	30	78	-	-	10
WA-18	10	26	36	-	-	0,5
WA-19	26	48	95	-	-	1
WA-20	27	50	60	-	-	2,5
WA-21	54	48	79	-	-	2,5
WA-22	14	39	43	-	-	0,5
WA-23	10	54	36	-	-	2
WA-24	21	97	67	-	-	5
WA-25	5	56	19	-	-	2

ILUSTRAÇÃO 1

### 8.5.2 - Área II

A área II está situada na porção SW da folha topográfica (1:50.000) de Mundo Novo, próximo ao limite desta com a folha de São José dos Pinhais. Sua principal drenagem deságua diretamente na Represa Guaricana.

Está situada na zona de contato normal entre as rochas sedimentares da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha e as do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Aparece, ainda, dique básico de direção SE-NW, havendo, também, indícios de falhamentos.

A amostra que apresentou resultados mais interessante, nesta área, foi a DB-157, com excelente associação entre cobre, cobalto e níquel, todos com teores anômalos.

As demais amostras, porém, não apresentaram a mesma associação, confirmando, apenas para níquel, valores anômalos em todas elas.

Pode-se supor que o enriquecimento de níquel nesta área seja a partir de substituição de ferro e magnésio por níquel, em olivinas e piroxênios em prováveis termos ultrabásicos do dique mesozóico. Deste modo, a laterização poderia formar camadas de silicato de níquel, que estaria enriquecendo a área, neste elemento.

Pode-se, ainda, supor a existência de rochas ultrabásicas sobrepostas pelas sedimentares.

Outra hipótese seria a existência de sulfetos, principalmente na área de influência da RZ-03 e do braço imediatamente a juzante de DB-157, não devendo ser descartada a área de influência da RZ-04.

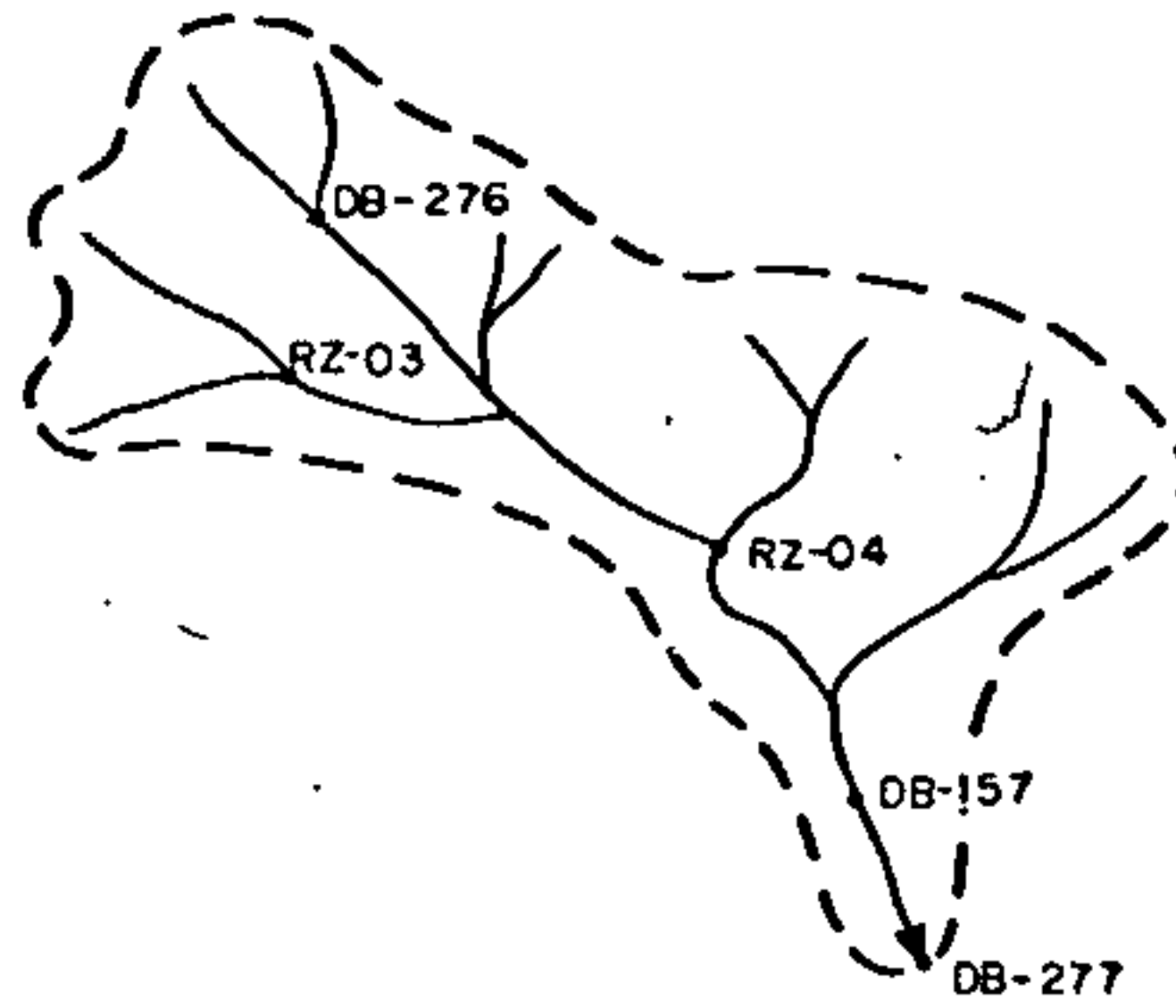
Em depósitos sulfetados ricos em níquel existe uma boa associação entre este, cobre e cobalto. Tal fato é comprovado em DB-157, e é razoável nas demais amostras.

Um maior detalhamento de amostragem, aliado a



análises petrográficas, principalmente do dique mesozóico, seriam de grande validade para um melhor esclarecimento do potencial da área.

# ÁREA II



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mo
DB-157	40	15	120	45	240	0,5
DB-276	26	8	75	23	120	1
DB-277	24	8	80	24	110	1
RZ-03	29	8	80	30	230	1
RZ-04	35	10	95	30	180	1



ILUSTRAÇÃO 2

### 8.5.3 - Área III

A área III está situada na folha topográfica de Mundo Novo (1:50.000), próximo à localidade de Candonga.

Sua geologia, basicamente, é constituída por rochas ácidas da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, situadas na parte central da área. A NW, aparecem rochas do granito intrusivo Serra da Igreja, enquanto que a SW, SE e NE as rochas ácidas estão encaixadas no Complexo Gnaíssico-Migmatítico.

Um dique básico corta a área na direção SE-NW, enquanto duas falhas, de direção SW-NE, fazem contato entre as ácidas da sequência e os migmatitos do Complexo.

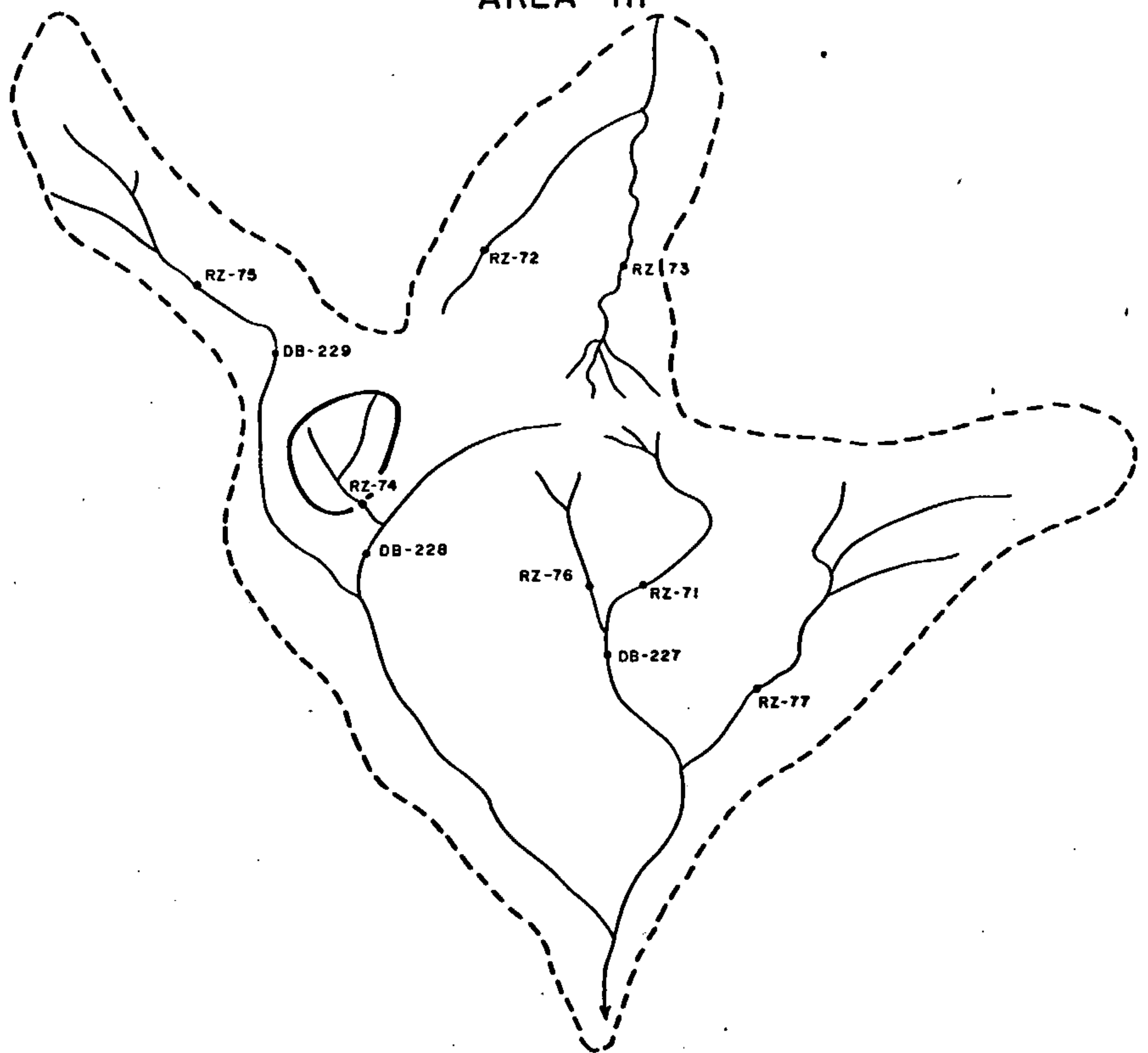
Três sub-áreas apresentaram resultados anômalos.

Na primeira, situada na parte central da região, foram coletadas três amostras em drenagens provenientes da sequência ácida (DB-227, RZ-71 e RZ-76), que mostraram teores para cobre acima do limiar definido estatisticamente. No entanto, a fraca associação deste com os demais elementos parecem indicar a forte influência do dique mesozóico que corta esta sub-área.

O mesmo ocorre em relação àquela formada pelas drenagens em que foram coletadas as amostras DB-229 e RZ-75. Apesar da boa associação Cu-Co-Ni na primeira, apenas o cobalto manteve o teor na RZ-75, caindo os demais elementos. Pode-se supor, portanto, forte influência do dique básico.

Finalmente, a terceira sub-área, onde foram coletadas as amostras DB-228 e RZ-74, apresentou, nesta última, uma boa associação Co-Ni, ligada a valores de alto *background* de cobre e zinco. Embora sua área de drenagem seja pequena, um estudo mais detalhado seria importante para melhor elucidação, mesmo parecendo, a primeira vista, sofrer influência do dique mesozóico que corta a área.

# ÁREA III



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB - 227	45	13	95	27	35
DB - 228	24	15	75	18	40
DB - 229	50	12	80	40	85
RZ - 71	45	17	100	25	27
RZ - 72	22	11	40	17	35
RZ - 73	20	18	70	17	27
RZ - 74	35	16	120	40	130
RZ - 75	30	12	50	40	45
RZ - 76	40	14	90	19	20
RZ - 77	30	10	50	16	29

N



ILUSTRAÇÃO 3

#### 8.5.4 - Área IV

A área IV situa-se na Serra da Fazendinha, próxima à BR-277, na folha topográfica de Mundo Novo(1:50.000).

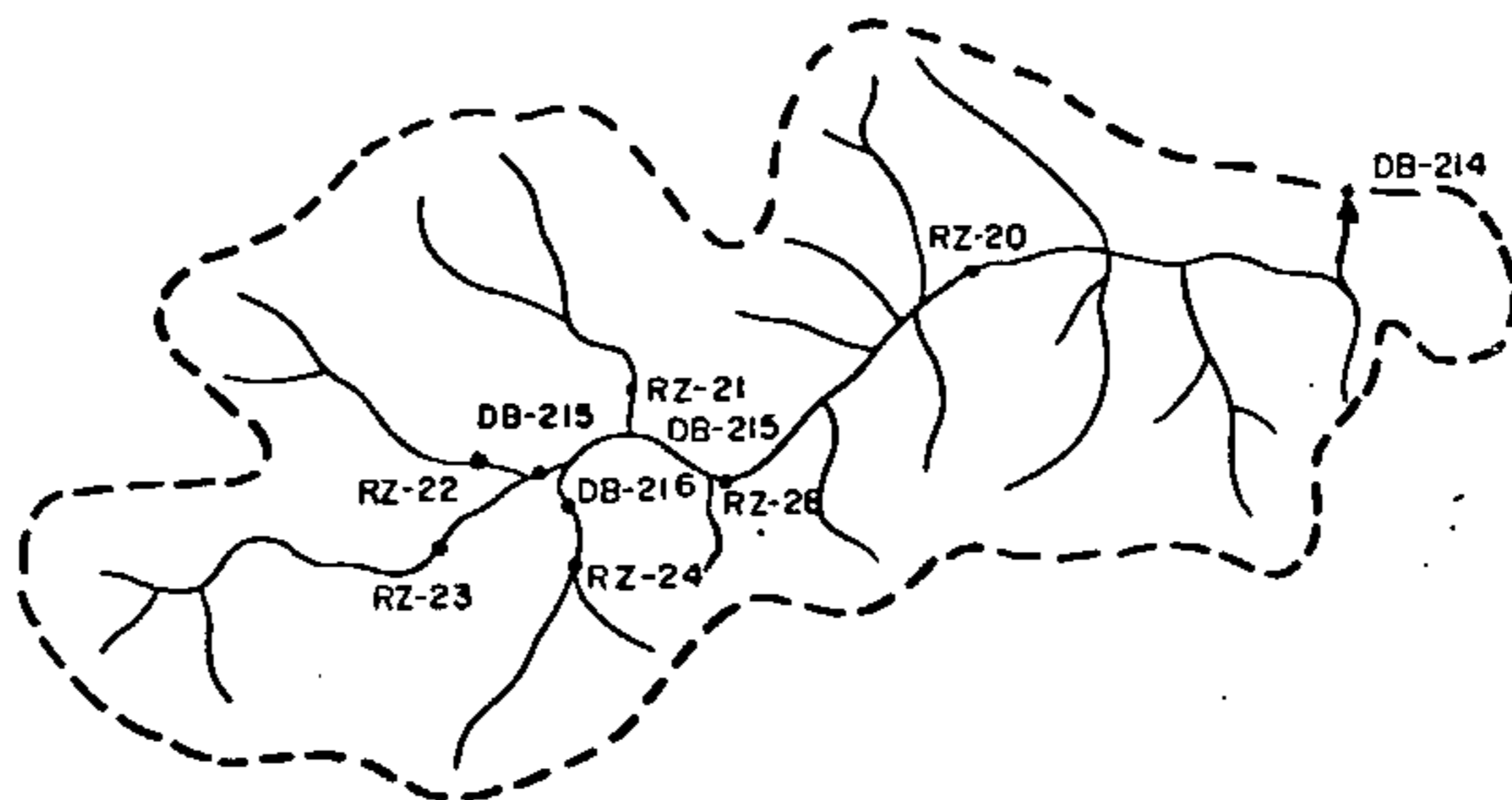
Geologicamente, está contida, por completo, no domínio das rochas sedimentares da sequência do Guaratubinha. Dois diques básicos, aproximadamente paralelos, cortam a área na direção SE-NW. Também aparece uma falha na mesma direção, porém tendendo mais para N-S.

Nove amostras foram coletadas no alto Rio Salão e em suas cabeceiras.

Destas, apenas duas anomalias foram detectadas. A RZ-28 apresentou teor anômalo para cobre. Ao que parece, a drenagem responsável pelo aumento desse teor é o tributário do Rio Salão, na confluência do qual foi realizada a coleta. A amostra RZ-24, proveniente do mesmo interflúvio, apresentou teor insignificante deste elemento. Deste modo, torna-se isolada a área que, possivelmente, gerou esta anomalia, já que a bacia de drenagem é muito pequena. Aliando-se este fato à total falta de associação sequer razoável com qualquer outro elemento, pode-se considerar este valor apenas como consequência de qualquer modificação insignificante no ambiente secundário, tirando qualquer importância que poderia ser dada a esta amostra.

O mesmo ocorre na DB-215, com valor anômalo para chumbo. Em nenhuma amostra, coletada em braços a jusante desta, foi confirmada a anomalia. Mesmo nela, nenhuma associação de elementos foi verificada. Deste modo, pode-se pensar em contaminação ou, idem ao caso anterior, qualquer transformação local do ambiente secundário.

# ÁREA IV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-214	22	15	27	7	7
DB-215	22	40	85	8	6
DB-216	5	30	100	5	3
RZ-20	5	23	28	3	3
RZ-21	3	23	10	<3	*
RZ-22	4	28	23	3	<3
RZ-23	<3	30	30	<3	<3
RZ-24	4	20	35	4	6
RZ-28	40	12	35	8	7

\* não determinado



0 200 400 600m

ILUSTRAÇÃO 4

#### 8.5.5 - Área V.

A área V está situada a SW da área IV, e está, assim como esta, totalmente situada no âmbito das rochas se dimentares. É cortada por linha de falha de direção SW-NE.

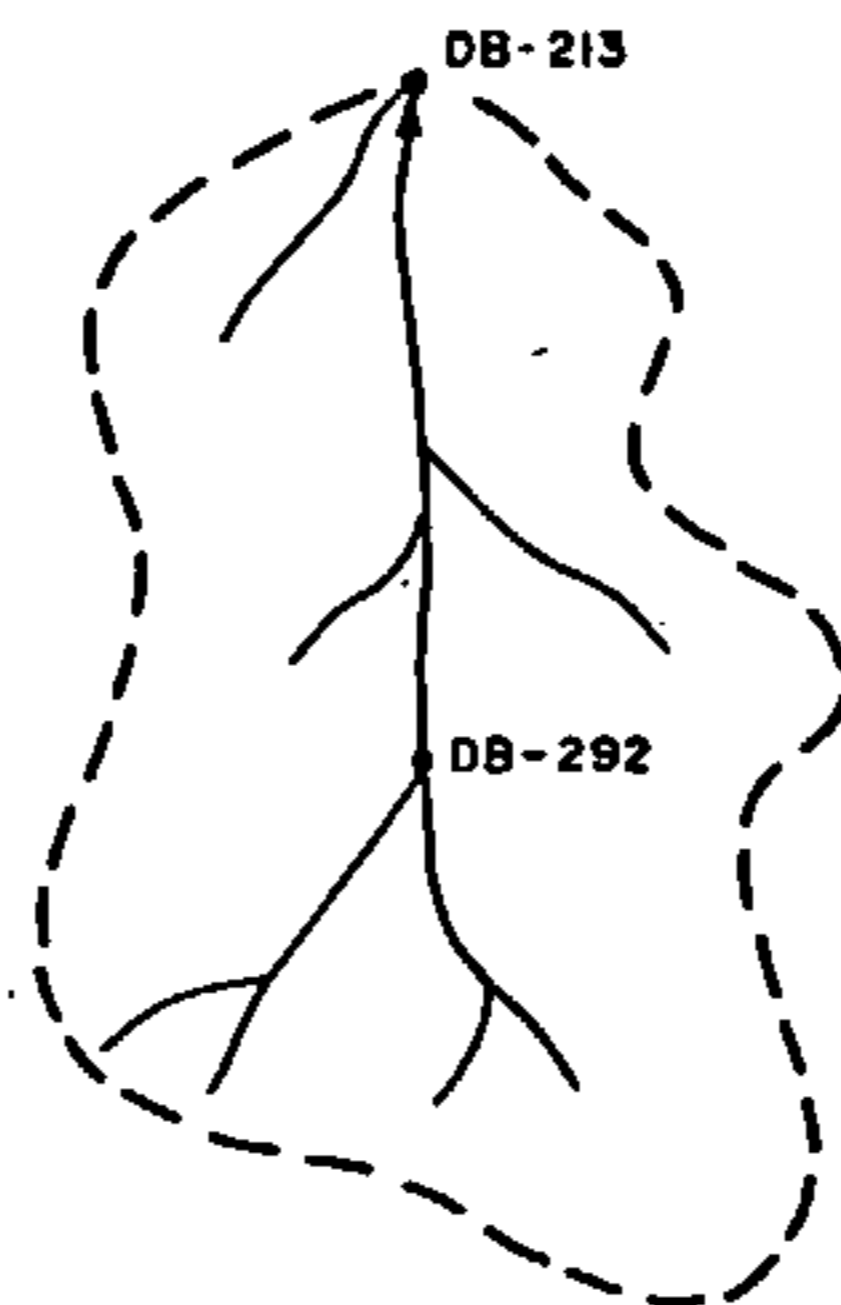
Apenas duas amostras foram coletadas. A DB-213 apresentou excelente valor para chumbo, mas sem qualquer as sociação interessante com outro elemento.

Considerando-se, no entanto, a baixa mobilidade de deste, e o fato de a drenagem onde foi coletada ser proveniente de zona de falha, coletou-se uma amostra, a DB-292, entre a falha e a DB-213.

Esta amostra apresentou, assim como a primeira, valor anômalo para chumbo, embora o teor tenha caído - consideravelmente. Supõe-se, então, que a anomalia não tenha sido originada na zona de falha.

A insignificância das associações, os baixos teores de outros elementos, e a possibilidade de contaminação, dão, a esta área, um interesse prospectivo bastante pe queno.

# ÁREA V



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-213	3	80	20	2	2
DB-292	6	40	45	3	*

\* não determinado



ILUSTRAÇÃO 5



#### 8.5.6 - Área VI

A área VI situa-se na localidade de Serra do Salto, na folha topográfica de São José dos Pinhais(1:50.000).

Está inteiramente contida no domínio das rochas ácidas da sequência vulcanoclástica do Guaratubinha.

A amostragem foi executada no alto rio Anta Gorda, em cujas cabeceiras passa uma linha de falha de direção SW-NE. Não há indício de diques básicos mesozóico na região.

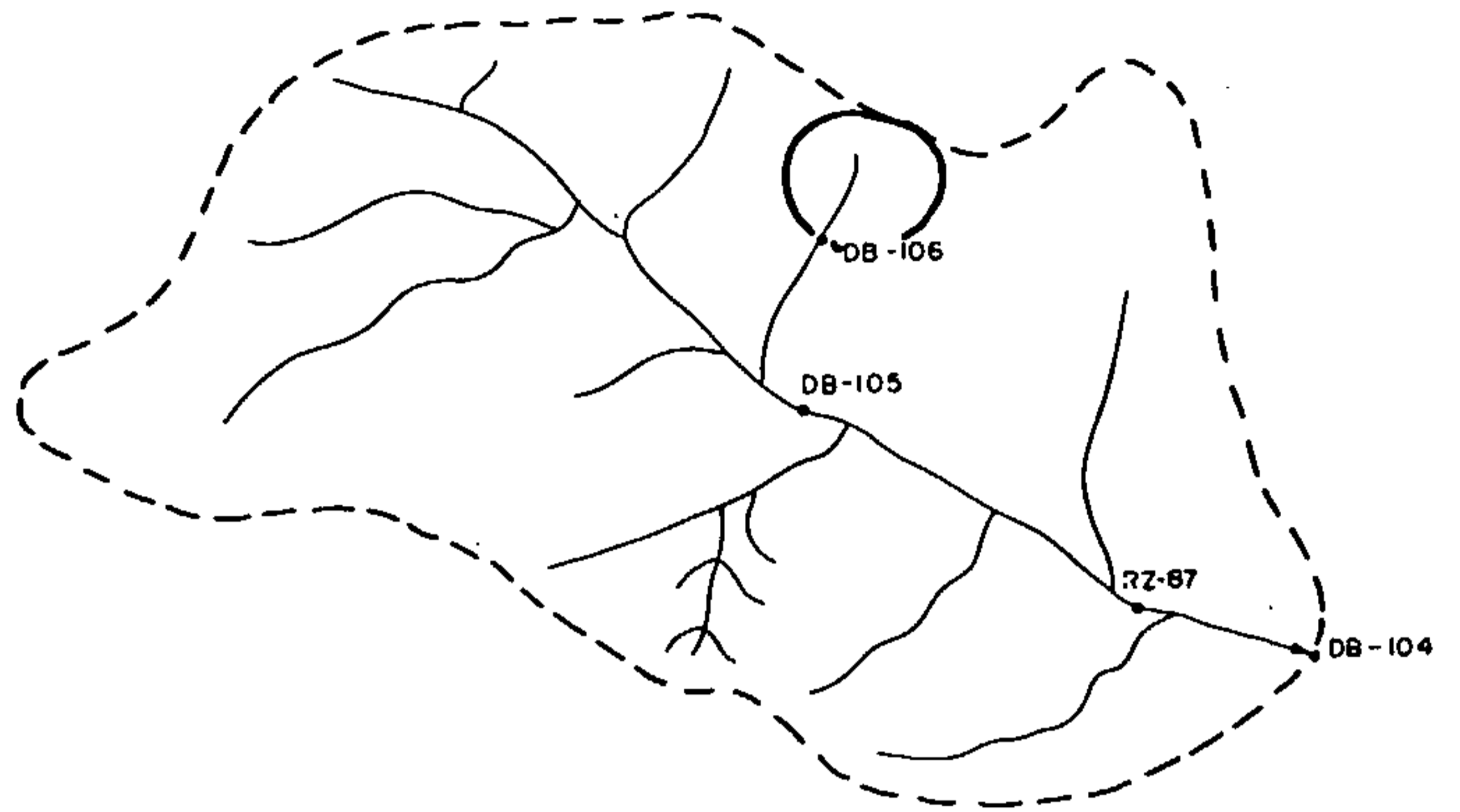
A única amostra coletada nesta área que apresentou resultado anômalo foi a DB-106, coletada em tributário da margem esquerda do Rio Anta Gorda, com teor anômalo para chumbo.

Este valor, no entanto, não foi confirmado em DB-105.

Considerando-se, porém, a grande imobilidade do chumbo, pode-se supor um relativo enriquecimento deste elemento a partir de depósito sulfetado, próximo à DB-106. Apesar da fraca associação com os outros elementos, o chumbo pode ocorrer associação a antimônio. Sabe-se que, em depósitos plumbíferos com antimônio, é fraca a presença de cobre e zinco.

Para melhor definir este valor, é interessante que seja feita análise para antimônio, que inclusive pode ocorrer com complexos de prata e ouro, nestes tipos de depósito.

# ÁREA VI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-104	10	22	50	5	6
DB-105	8	21	40	4	5
DB-106	22	35	75	7	8
RZ-87	11	18	45	5	5



ILUSTRAÇÃO 6

#### 8.6.7 - Área VII

A área VII está situada próximo à localidade de Osso da Anta, na quadrícula 1:50.000 de Tijucas do Sul.

Na bacia amostrada, aparecem rochas sedimentares, que fazem parte da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha.

As três amostras foram coletadas em afluente do Ribeirão Rancho Grande, e apresentaram valores anômalos para zinco.

Pode-se notar que os teores dos elementos analisados são relativamente mantidos. Podem ser destacados os valores de cobalto e níquel, ambos na faixa de alto *background*, e cobre, na faixa de *background*.

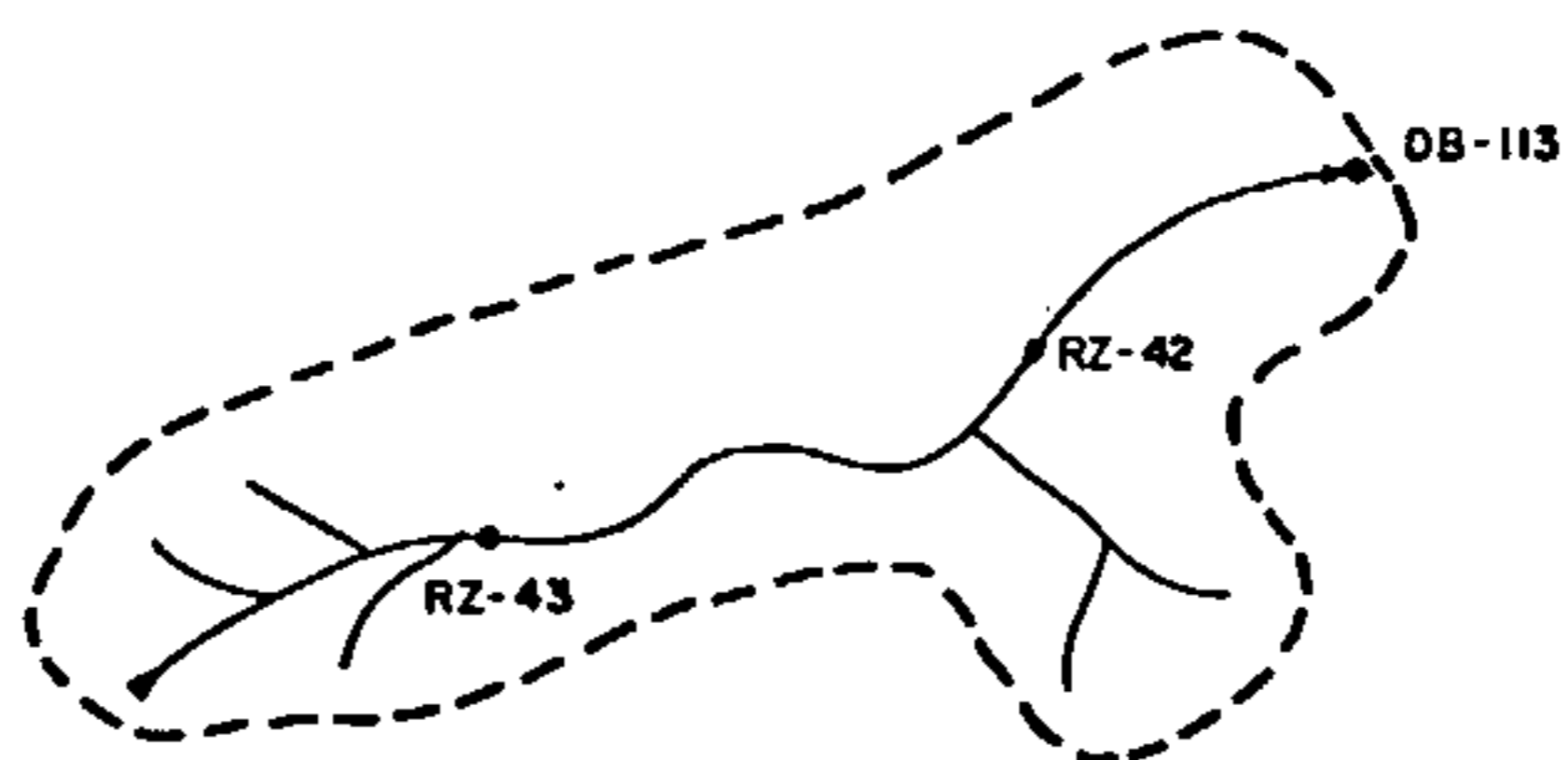
A associação com cobalto e níquel leva a crer em origem, para o zinco, a partir de rochas com razoável quantidade de minerais ferromagnesianos.

No entanto, como o cobre não tem o mesmo procedimento, é difícil existir uma origem de zinco a partir de silicatos.

O mais provável é este elemento ser proveniente de camadas sedimentares de origem marinha, nas quais o zinco estaria ligado a minerais argilosos. Os teores de cobalto e níquel estariam relacionados ao tipo de rocha que gerou esses sedimentos.

Deste modo, é importante um estudo mais detalhado desta área, visando elucidar a existência de camadas sedimentares enriquecidas em zinco.

# ÁREA VII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-113	18	11	210	35	40
RZ-42	22	12	200	35	35
RZ-43	18	12	210	30	30

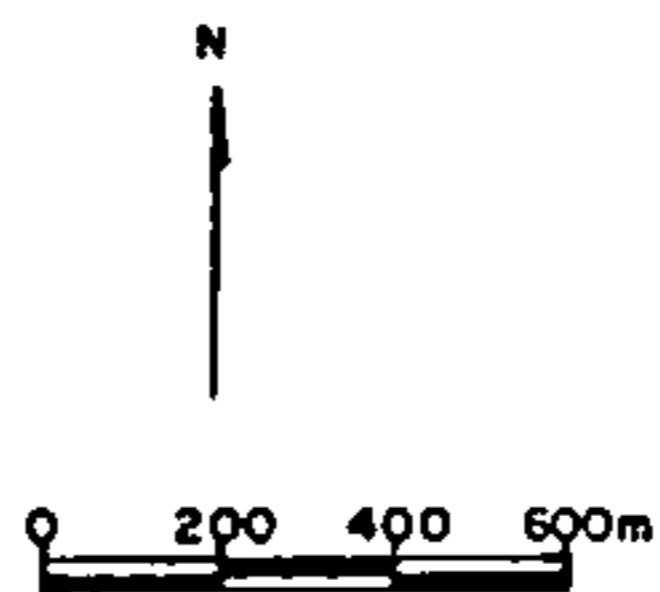


ILUSTRAÇÃO 7

#### 8.5.8 - Área VIII

A área VII situa-se próximo à localidade de Capivari, folha topográfica de Tijucas do Sul, em escala - 1:50.000.

Está inteiramente contida no âmbito de andesitos e dioritos da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, sendo cortada por dois diques de diabásio de direção SE-NW.

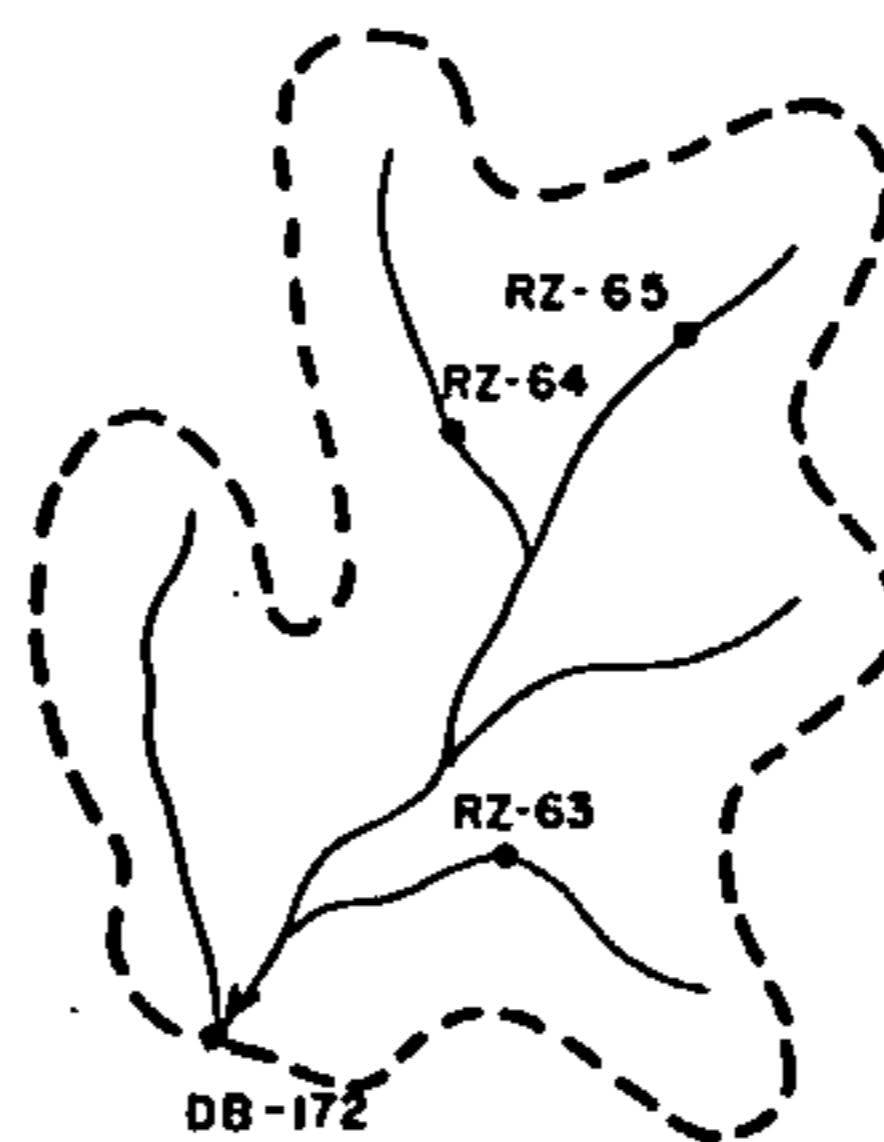
As quatro amostras foram coletadas em afluentes do Rio Anta Gorda, e apenas uma, a RZ-65, não apresenta teor anômalo de zinco.

As três restantes estão associadas a valores de alto *background* de cobre e cobalto. Esta associação leva a crer que existe influência dos diques básicos, principalmente se levarmos em conta que apenas a RZ-65 não sofreu esta influência.

Deve ser ressaltado, no entanto, que, em todas as amostras, a relação Co/Ni é bastante alta, o que indica uma possibilidade de a origem destes elementos não ser apenas silicatada.

Assim, é interessante um estudo mais aprofundado para melhor definir o potencial da área.

# ÁREA VIII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-172	23	5	160	26	28
RZ-63	23	6	190	35	28
RZ-64	22	7	200	35	19
RZ-65	23	6	90	27	11



ILUSTRAÇÃO 8

#### 8.5.9 - Área IX

A área IX situa-se na Serra dos Castelhanos, quadrícula de Mundo Novo, próximo à Represa Guaricana.

Está contida em domínio de Rochas Intermediárias, e é cortada por dique de diabásio com direção SE-NW.

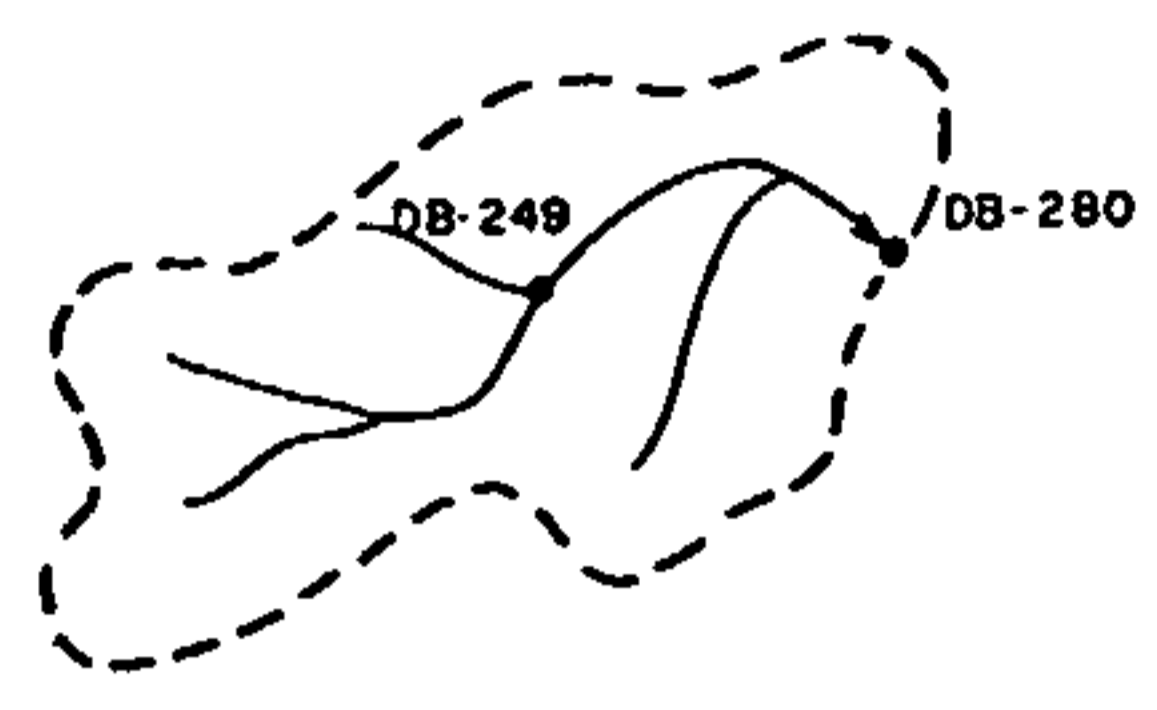
As duas amostras foram coletadas em afluente da margem esquerda do Rio Guaratubinha. É nas cabeceiras deste afluente que ocorre o dique básico.

A amostra DB-249, coletada próxima ao dique, apresenta valores anômalos para zinco e níquel, numericamente próximos ao limiar estatístico.

A amostra coletada a jusante não mostrou nenhum valor significativo.

A associação, bastante fraca entre os elementos e o baixo valor da relação Co/Ni, mostrando provável interferência de rochas básicas, dão a esta área, um pequeno interesse para futuras prospecções.

# ÁREA IX



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-249	19	6	160	25	60
DB-280	18	10	130	17	28



ILUSTRAÇÃO 9



#### 8.5.10 - Área X

A área X, limítrofe com a área VI, situada na localidade de Serra do Salto, folha topográfica (1:50.000) de São José dos Pinhais, está inserida no contato entre rochas vulcânicas ácidas e rochas sedimentares ambas pertencentes à sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha.

As coletas de amostras de sedimento de corrente foram realizadas em afluente da margem direita do Rio Anta Gorda. Este afluente está encaixado em falhamento, direcionado segundo SW-NE, que determina o contato entre os dois tipos de rocha. Não existe indício de diques básicos no local.

A amostra DB-103 mostrou resultados anômalos para cobalto e níquel associados a valores situados na faixa de alto *background* de cobre e zinco, enquanto que a RZ-86 - mostrou uma associação Cu-Zn-Co-Ni na faixa de alto *background* para todos estes elementos.

Em ambas as amostras, a associação parece estar mais ligada a rochas básicas, que, por sinal, não são encontradas nesta área.

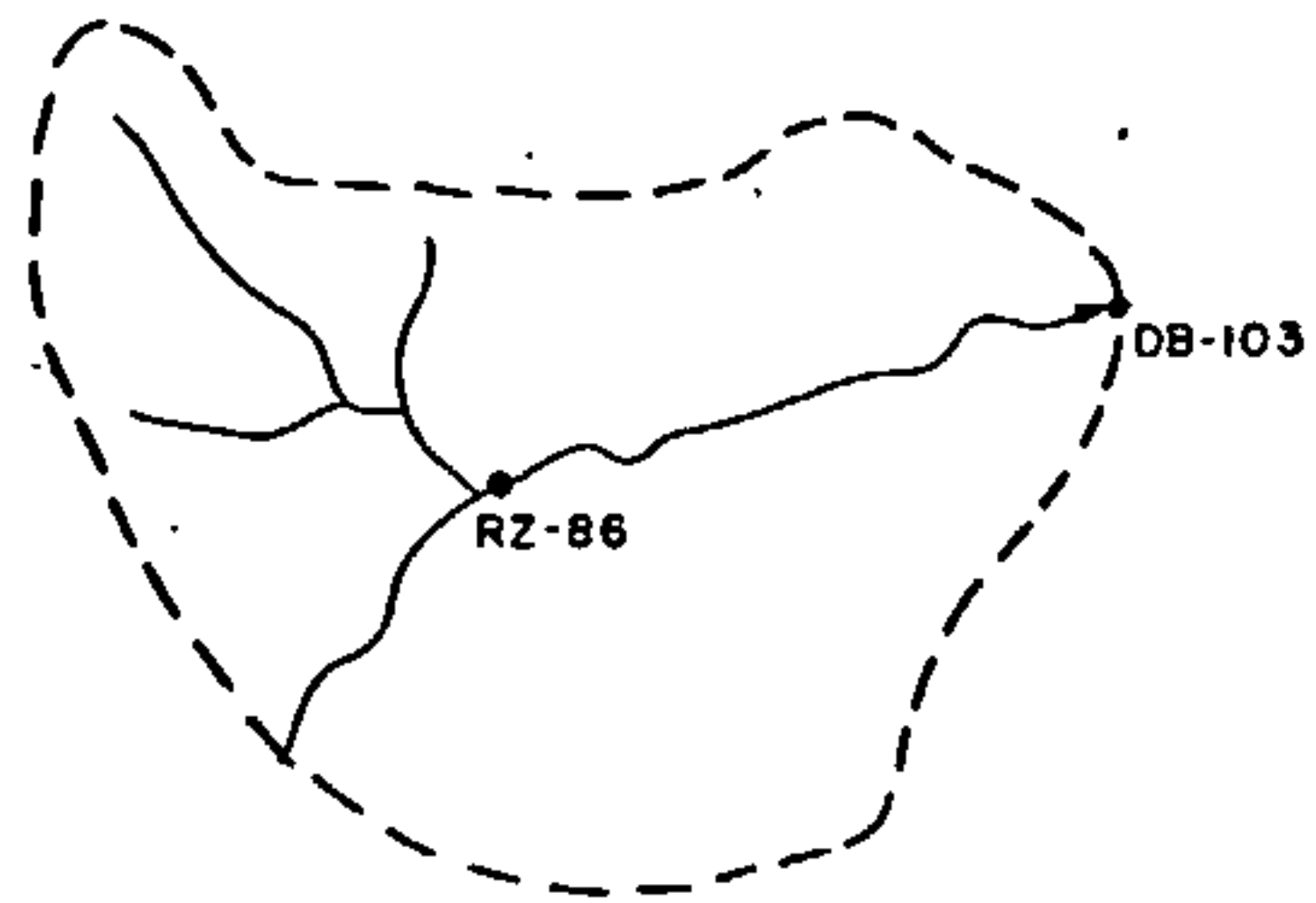
Deste modo, algumas hipóteses podem ser aventadas.

É o caso de se supor que termos básicos nas rochas ácidas teriam influenciado sensivelmente nesta região. Ou mesmo de existirem camadas originadas de rochas básicas, nas sedimentares.

De qualquer maneira, a falha ali existente deve ter facilitado o transporte de soluções que enriqueceram esta zona nesses elementos.

A elucidação do comportamento geológico-geoquímico desta área pode ser feito com estudos mais detalhados, principalmente porque não está excluída a hipótese de uma origem a partir de material sulfetado.

# ÁREA X



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-103	30	8	140	40	65
RZ-86	22	8	140	35	50



ILUSTRAÇÃO 10

#### 8.5.11 - Área XI

A área XI situa-se nas proximidades da Colônia Santos Andrade, folha topográfica 1:50.000 do mesmo nome.

Nesta área ocorre contato através de falhamento entre rochas intermediárias da sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha, posicionadas no setor NW, e as rochas do Complexo Gnáissico-migmatítico, que ocupam o restante da região.

Dois diques básicos atravessam a área na direção SE-NW, além de outra falha, aproximadamente paralela aos diques.

As amostras, em número de seis, foram coletadas em uma pequena bacia nas cabeceiras do Rio Castelhanos.

Duas sub-áreas podem ser distinguidas: na primeira, mais a sul da área, foram coletadas as amostras DB-23, RZ-44 e RZ-45.

A RZ-45 mostrou associação, a nível de alto *background*, entre cobre, zinco e cobalto.

Na amostra coletada imediatamente a montante, a DB-44, cobre e cobalto permanecem na faixa de alto *background*, mas, em valores absolutos, com teores bem inferiores à DB-45. A DB-23, coletada nas cabeceiras da sub-área, não apresentou qualquer resultado significativo.

Na segunda sub-área, pouco mais a norte em relação à primeira, também três amostras foram coletadas: RZ-46, RZ-47 e DB-22.

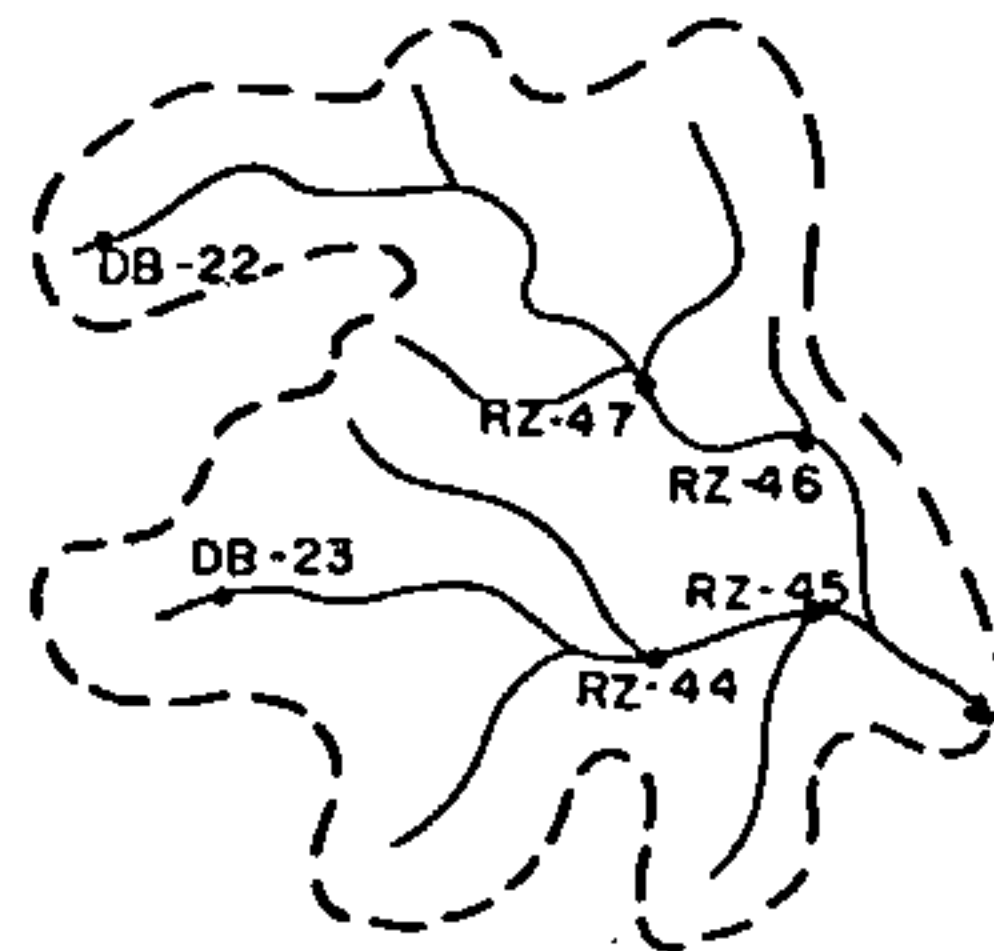
Destas, apenas a DB-22 apresentou valores anômalos, no caso, para cobalto e níquel, mas sem qualquer associação com outro elemento.

É interessante notar que, a princípio, esta amostra não sofre influência de dique básico. O enriquecimento nestes elementos parece ser apenas uma feição local nas

rochas intermediárias, não acusadas nas amostras coletadas a jusante.

Pelos resultados analíticos, aliados às feições geológicas, esta área, a princípio, parece destituída de significação, já que as drenagens originadas do mesmo interflúvio da DB-22 não apresentaram resultados confirmantes.

# ÁREA XI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB- 22	19	5	110	50	70
DB- 23	12	7	90	18	15
RZ- 44	26	10	75	24	12
RZ- 45	35	10	140	35	22
RZ- 46	17	12	30	11	10
RZ- 47	16	5	70	15	14



0 400 800 1200 m

A horizontal scale bar with markings at 0, 400, 800, and 1200 meters.

ILUSTRAÇÃO 11

#### 8.5.12 - Área XII

A área XII situa-se na folha topográfica de Mundo Novo, 1:50.000, fazendo limite com a área II.

Geologicamente, ocorrem, na área, rochas sedimentares em contato, por falha, com rochas do Complexo Gnaissico-migmatítico.

As quatro amostras de sedimento de corrente foram coletadas em afluente do Rio da Prata, proveniente do mesmo interflúvio de onde se origina a principal drenagem - da área II.

Todas as amostras coletadas mostraram teores anômalos de níquel. No entanto, a associação deste com outros elementos é muito variável, embora, em nenhum caso, seja a nível de anomalia.

Deste modo, a DB-159 apresenta associação de níquel (anômalo) com cobre, zinco e cobalto, estes últimos na faixa de alto *background*.

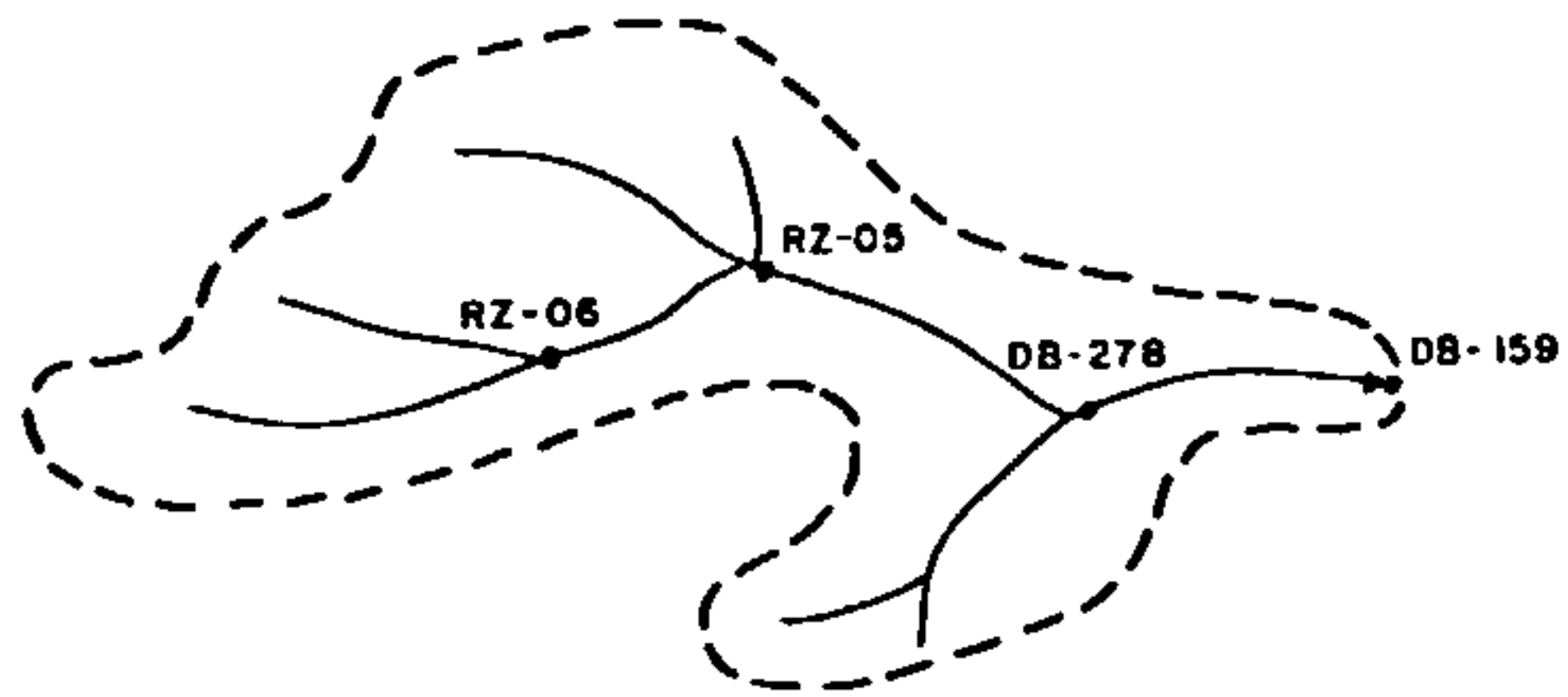
Na amostra coletada imediatamente a montante, a DB-278, apenas o cobalto associa-se, em termos relativos, ao níquel, enquanto que o zinco caiu ao valor numérico do limiar.

Na RZ-05, há um aumento relativo do teor de cobre, enquanto a RZ-06 não apresenta nenhum valor de significância, a não ser a anomalia de níquel.

Assim como na área II, pode-se supor a existência de rochas ultrabásicas subjacentes às sedimentares, - que poderiam estar enriquecendo, em níquel, esta região.

Seria necessário, para melhor esclarecimento, um detalhamento geológico da área, buscando definir, também, a possível origem das rochas sedimentares e camadas lateríticas ricas em silicato de níquel.

# ÁREA XII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-159	28	7	110	35	100
DB-278	20	6	90	24	110
RZ-05	24	7	80	26	95
RZ-06	15	5	80	19	70

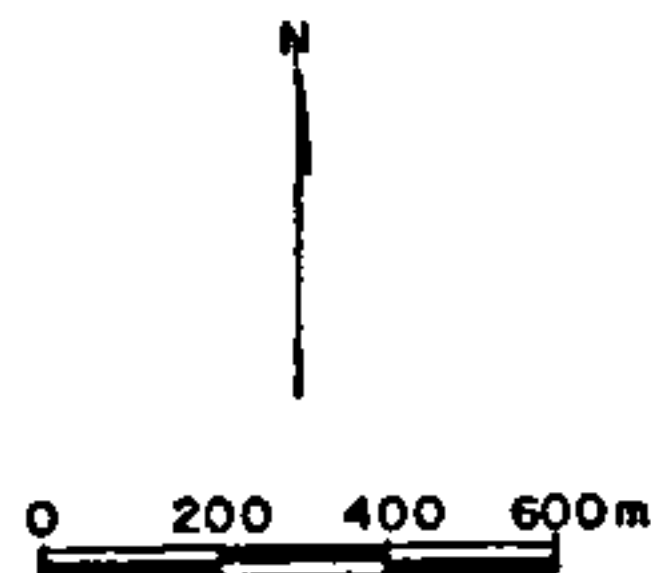


ILUSTRAÇÃO 12

### 8.5.13 - Área XIII

A área XIII situa-se nas proximidades da Represa Guaricana, folha topográfica de Mundo Novo, em escala 1:50.000.

A bacia em que foram coletadas as amostras - drena rochas sedimentares da sequência vulcanoclástica do Guaratubinha, com exceção das cabeceiras, que situam-se entre as rochas intermediárias da mesma sequência. O contato litológico é dado através de falha, direcionada segundo N-S. Também ocorre dique de diabásio de direção SE-NW.

Com exceção da amostra DB-274, todas as outras apresentam resultados anômalos para níquel.

Entre estas destaca-se a RZ-02, com o mais alto teor, embora não possua associação de importância com os demais elementos. As melhores associações ficaram com as amostras DB-275 e RZ-01, em que os teores anômalos de zinco associam-se a valores de alto *background* de cobre, zinco e cobalto.

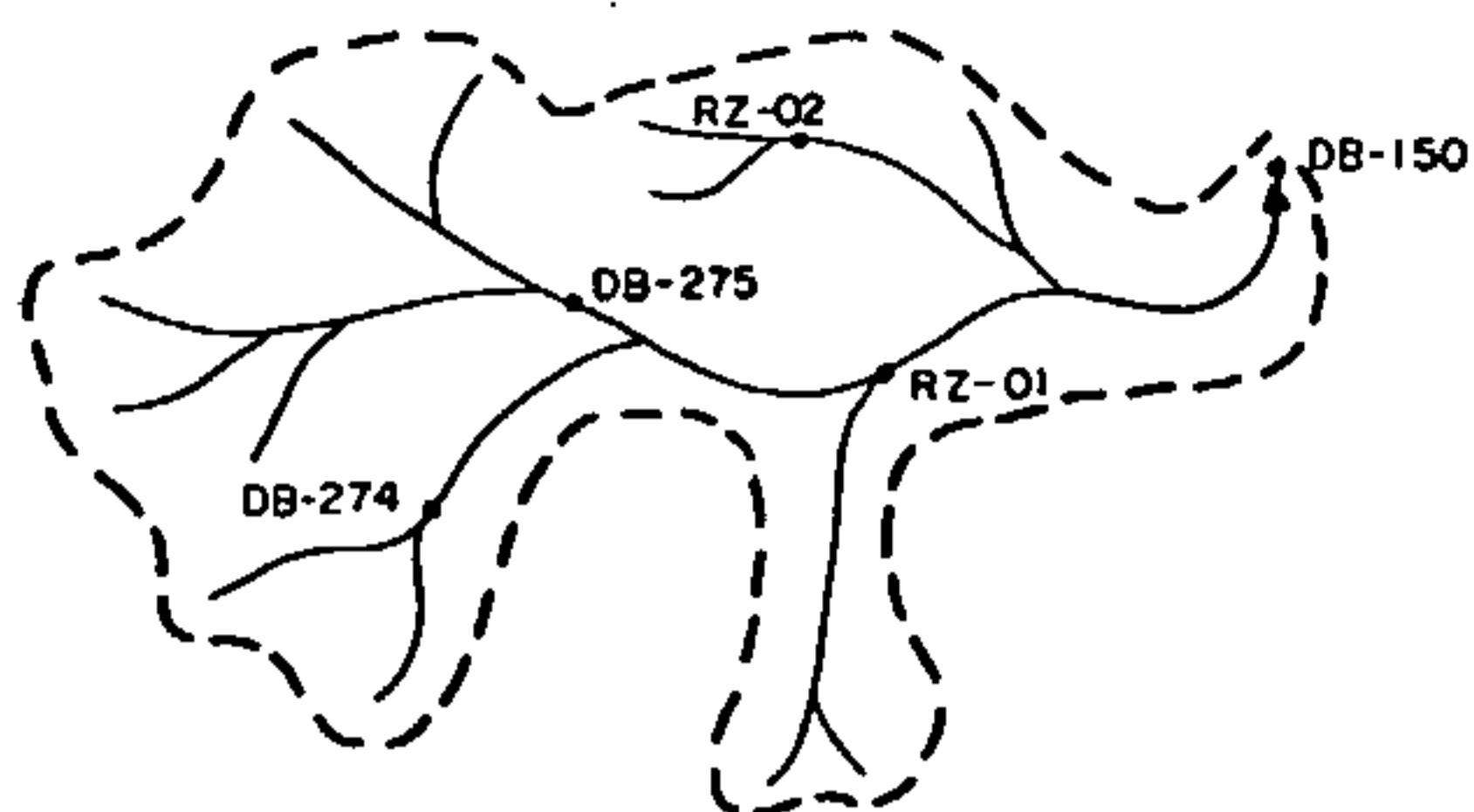
Ao que parece, em termos ultrabásicos do dique, o níquel poderia ter substituído o ferro e o magnésio de olivinas e piroxênios, e, posteriormente, ter havido a formação de camadas lateríticas níquelíferas.

Assim como na área anterior (XII), existe também, a possibilidade de ocorrer rochas ultrabásicas sobrepostas pelas sedimentares.

Um estudo geológico-geoquímico de detalhe é de vital importância para a definição da área.



# ÁREA XIII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-150	19	8	80	28	60
DB-274	12	10	95	35	26
DB-275	24	7	95	26	60
RZ-01	35	6	95	30	75
RZ-02	19	6	80	23	110

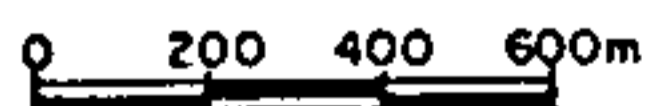


ILUSTRAÇÃO 13

#### 8.5.14 - Área XIV

A área XIV está localizada na Serra dos Castelhanos, folha topográfica de Mundo Novo, escala 1:50.000, sendo a bacia de drenagem, onde foram coletadas as amostras provenientes do mesmo interflúvio da bacia da área IX.

Geologicamente, a bacia drena rochas intermediárias da sequência do Guaratubinha, e, nas proximidades - de suas cabeceiras, ocorre dique de diabásio de direção SE-NW.

As três amostras coletadas apresentaram valores anômalos para níquel. Duas destas amostras tomam especial interesse por apresentarem, também, teores anômalos de zinco. São a DB-279 e RZ-07. Deve ser considerada, também, a associação, na faixa de alto *background*, com cobre e cobalto.

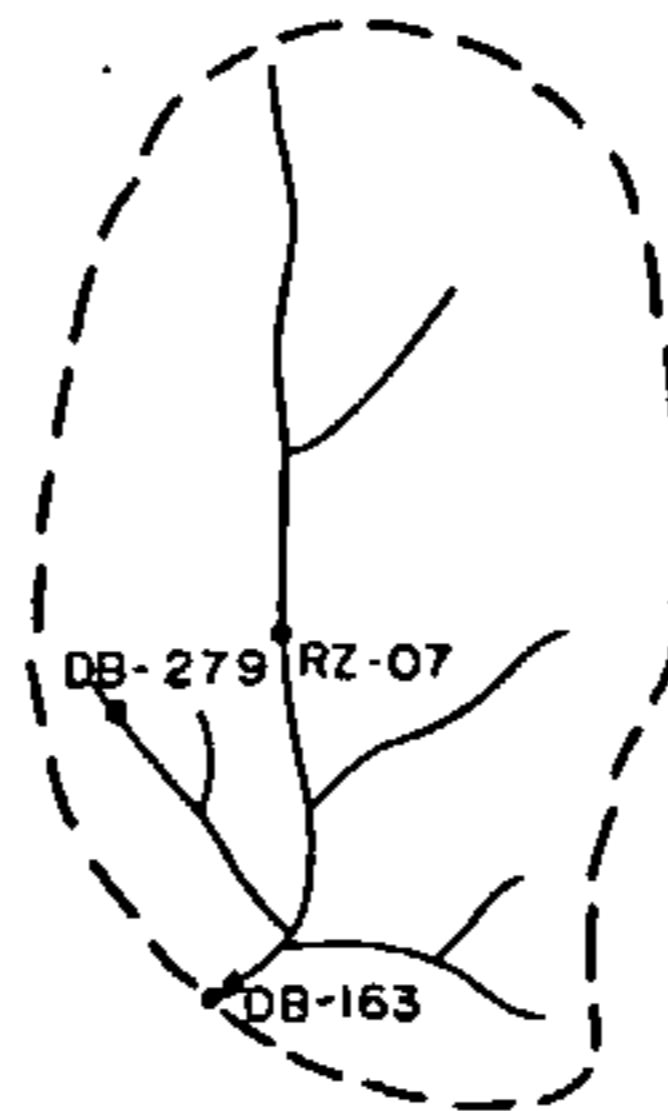
Embora não apresente valor anômalo para zinco, a DB-163 apresenta o mais alto teor de níquel na área. Suas associações, porém, são satisfatórias.

É grande a possibilidade de esta associação mineralógica, com predominância de zinco e níquel, ser proveniente de maior concentração de minerais ferromagnesianos das rochas intermediárias.

Não deve ser descartada, porém, a possibilidade de origem sulfetada para estes elementos, nesta região.

Deste modo, um estudo mais detalhado desta área torna-se necessária para melhor definição de seu comportamento geoquímico.

# ÁREA XIV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-163	27	5	150	35	90
DB-279	23	5	160	30	85
RZ-07	25	6	200	30	70

N

0 200 400 600m

ILUSTRAÇÃO 14

#### 8.5.15 - Área XV

A área XV está situada nas proximidades da localidade de Mundo Novo, na folha topográfica homônima, em escala 1:50.000.

A maior parte da área encontra-se no âmbito das rochas do Complexo Gnáissico-migmatítico. O principal fator geológico, porém, é a ocorrência de estreita faixa, de direção SW-NE, compreendendo rochas ácidas pertencentes a sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha. No setor SE da área, esta faixa contacta o granito intrusivo Serra da Igreja.

O contato das ácidas da sequência do Guaratubinha dá-se através de falhas, tanto com as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, como com o granito intrusivo.

Doze amostras foram coletadas nesta área. Para melhor visualização, podemos separá-las em quatro drenagens, onde foram coletadas três amostras em cada uma.

Na drenagem onde foram coletadas as amostras DB-141, RZ-29 e RZ-30, foram encontrados valores anômalos para cobre, chumbo, zinco e níquel.

A RZ-30 mostrou cobre e chumbo associados a nível de anomalia. Na amostra DB-141, coletada imediatamente a montante desta, houve um decréscimo no teor de cobre, mas uma elevação no de chumbo. Neste local, o níquel também apresentou-se de maneira anômala. Na RZ-29, coletada nas cabeceiras da drenagem, o chumbo permanece anômalo, porém, associado a zinco.

Na outra drenagem detalhada, onde foram coletadas as amostras DB-142, RZ-59 e RZ-60, associação a nível de anomalia ocorrem entre cobre e chumbo.

Na RZ-59, os dois elementos situaram-se na faixa anômala. Na amostra a montante, apenas o chumbo, e na aquela coletada nas cabeceiras, apenas o cobre se destacou.

Estas duas drenagens vistas acima são oriundas do mesmo interflúvio, e apresentam, entre si, associações interessantes entre cobre, chumbo, zinco e, em menores proporções, cobalto.

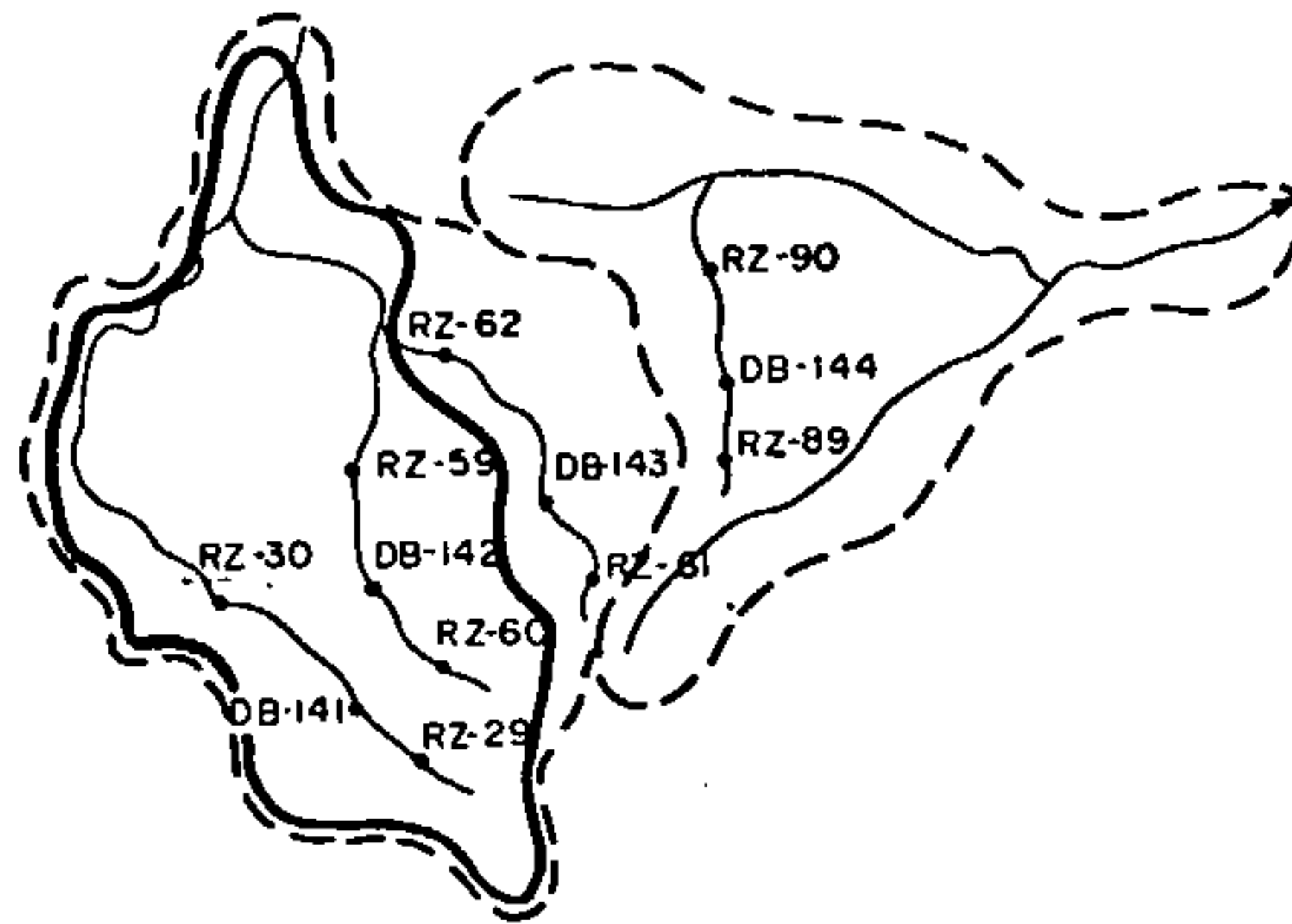
Pode-se pensar que o chumbo seja totalmente proveniente das ácidas e do granito, enquanto que cobre, zinco e níquel podem estar parcialmente associados a termos básicos do granito, ou, ainda, a núcleos migmatíticos básicos, em região afetada por falhamentos.

A hipótese de cobre, zinco e níquel serem provenientes de migmatitos acentua-se na drenagem onde foram coletadas as amostras DB-143, RZ-61 e RZ-62. As amostras RZ-62 e DB-143, coletadas nos migmatitos, apresentaram valores anômalos de níquel, enquanto a RZ-61, coletada nas cabeceiras, no domínio das rochas ácidas, não apresentou resultado semelhante.

A drenagem onde foram coletadas as amostras DB-144, RZ-89 e RZ-90 não apresentou qualquer resultado anômalo. Apenas valores na faixa de alto *background* de cobre, zinco, cobalto e níquel. Como pode ser verificado, esta drenagem não pertence à mesma bacia das drenagens restantes, embora seja originária do mesmo divisor de águas.

Pelo que foi verificado acima, é de importância, na região correspondente às duas drenagens vistas primeiramente, uma continuidade de estudos geológico-geoquímicos, visando definir um possível potencial plumbífero para a área.

# ÁREA XV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-141	35	45	140	22	60
DB-142	27	55	70	26	50
DB-143	25	25	120	24	60
DB-144	20	8	60	12	18
RZ-29	30	35	170	20	55
RZ-30	40	40	70	27	50
RZ-59	45	35	85	24	45
RZ-60	50	30	90	24	50
RZ-61	35	19	100	18	35
RZ-62	35	18	85	28	75
RZ-89	25	19	110	25	50
RZ-90	27	*	100	27	60

\* amostra perdida

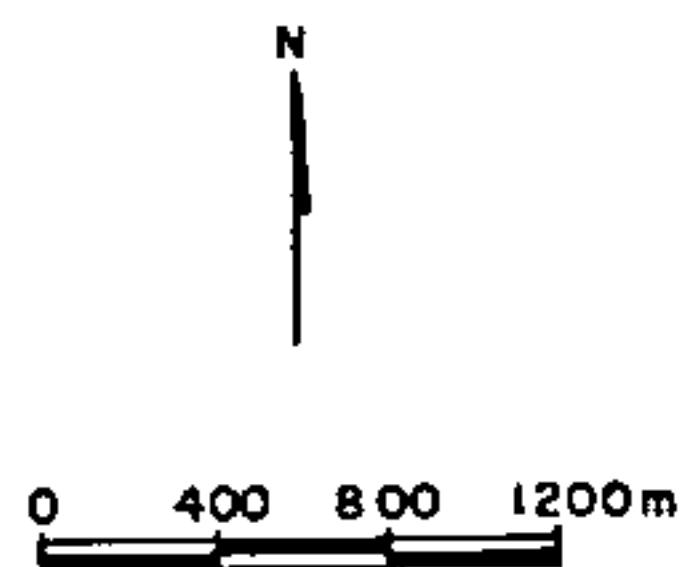


ILUSTRAÇÃO 15

#### 8.5.16 - Área XVI

A área XVI situa-se na Serra Quitéria, próximo à Fazendinha São José, no limite entre as folhas topográficas de São José dos Pinhais e Mundo Novo, na escala 1:50.000.

Geologicamente, esta área possui aspectos interessantes. A unidade geológica predominante esta representada pelas rochas sedimentares da sequência do Guaratubinha. Em uma pequena porção a oeste da área aparecem rochas ácidas da mesma sequência, em contato normal com as sedimentares.

O que levou, porém, ao semi-detalhamento desta região, foi uma faixa de rochas ácidas, de direção N-S, totalmente contactada por falhas das rochas sedimentares. Como a faixa ácida, situada entre o sistema aproximadamente retangular de falhamentos, é bastante estreita, seria bastante viável as falhas formarem um sistema de melhor transporte de soluções, cujos ions ficariam, posteriormente, ligados a argilominerais das rochas sedimentares, com tendências a um provável acúmulo.

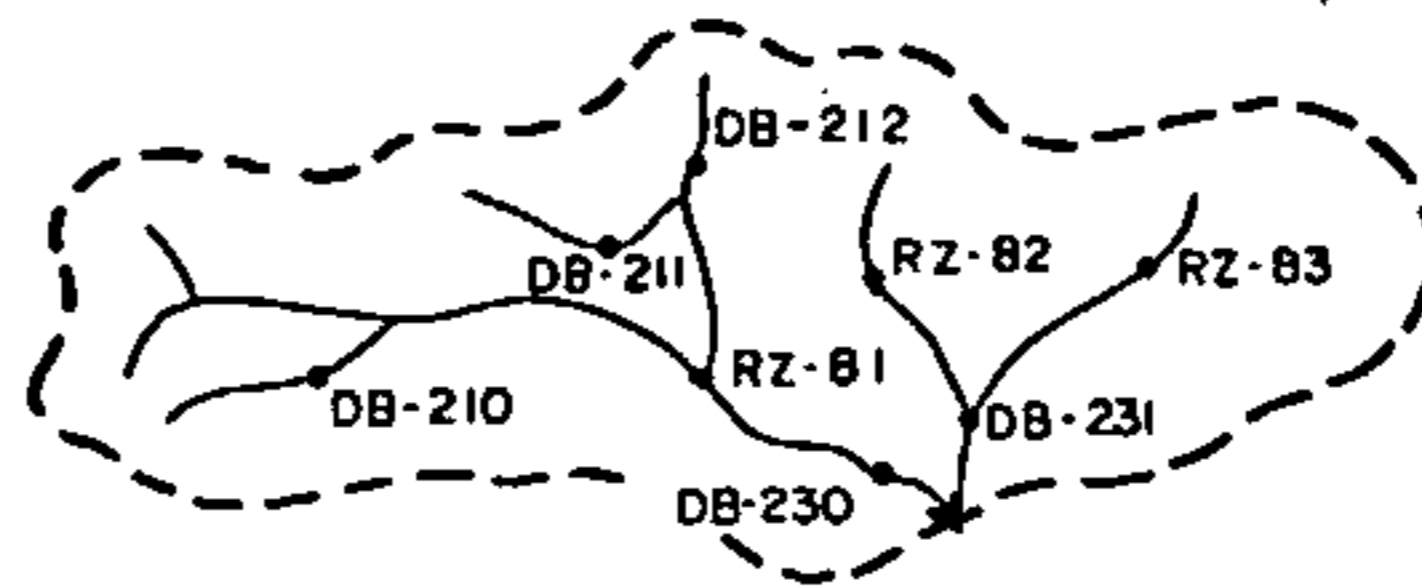
Para comprovar tal possibilidade, foram coletadas oito amostras ao longo do rio Palmital e seus afluentes.

Os resultados, porém, não corresponderam ao esperado, já que apenas três amostras apresentaram resultados na faixa de alto *background*: a DB-230, em cobre e níquel, a RZ-81, em zinco, e a RZ-83, também em zinco.

Parece ser bem perceptível a influência de rochas básicas nestes casos, mostrando uma provável origem a partir de diques básicos.

Embora não tenha apresentado resultados geoquímicos promissores, o condicionamento geológico da área não a exclui, totalmente, de futuras possibilidades de prospecção.

# ÁREA XVI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-210	6	14	40	5	5
DB-211	6	14	30	4	4
DB-212	6	13	40	6	6
DB-230	25	17	75	15	40
DB-231	11	14	50	10	14
RZ-81	18	6	100	19	24
RZ-82	12	8	55	12	18
RZ-83	18	6	110	24	20



ILUSTRAÇÃO 16



#### 8.5.17 - Área XVII

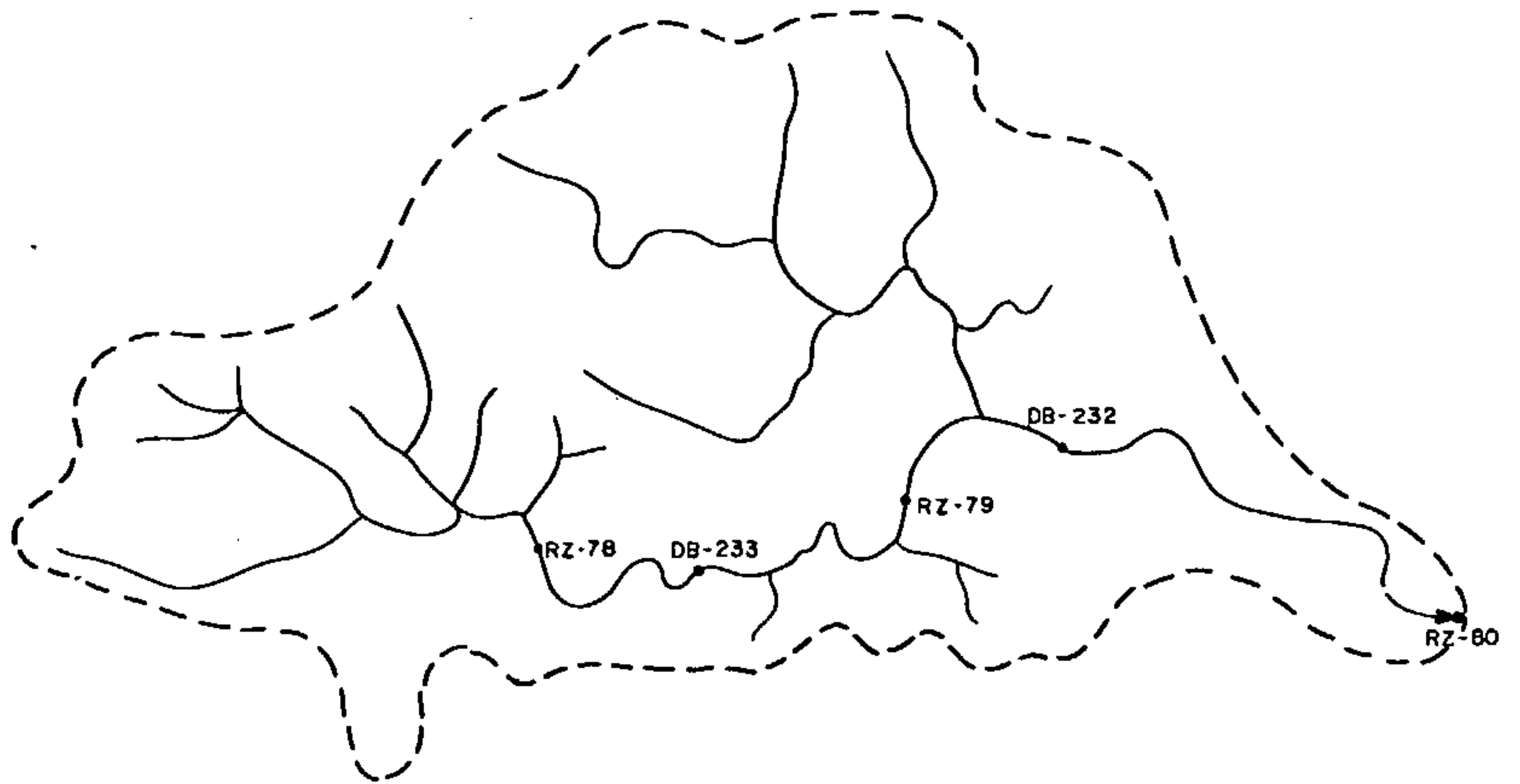
A área XVII está situada em região vizinha à área XVI, nas proximidades da Fazendinha S. José.

Apesar de estar na região de contato entre rochas sedimentares da sequência vulcanoclástica do Guaratubinha e o Complexo Gnáissico-Migmatítico, o motivo de coleta nesta área foi o de complementar a amostragem da área XVI, já que o rio em que as amostras foram coletadas é proveniente da zona de influência da faixa ácida contida na área anteriormente comentada (no item 8.5.16).

Tal como na área XVI, nenhum valor anômalo foi detectado, destacando-se apenas, teores de níquel na faixa de alto *background*, provavelmente provenientes de diques básicos.

Devido a isto, exclui-se, esta área, de interesse prospectivo, no momento.

# ÁREA XVII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-232	3	18	35	2	2
DB-233	7	10	75	18	16
RZ-78	15	14	70	17	30
RZ-79	10	10	55	8	26
RZ-80	9	21	40	9	11



ILUSTRAÇÃO 17

#### 8.5.18 - Área XVIII

A área XVIII situa-se na Serra Ponta do Campo, no limite entre as folhas topográficas de São José dos Pinhais e Mundo Novo, na escala 1:50.000.

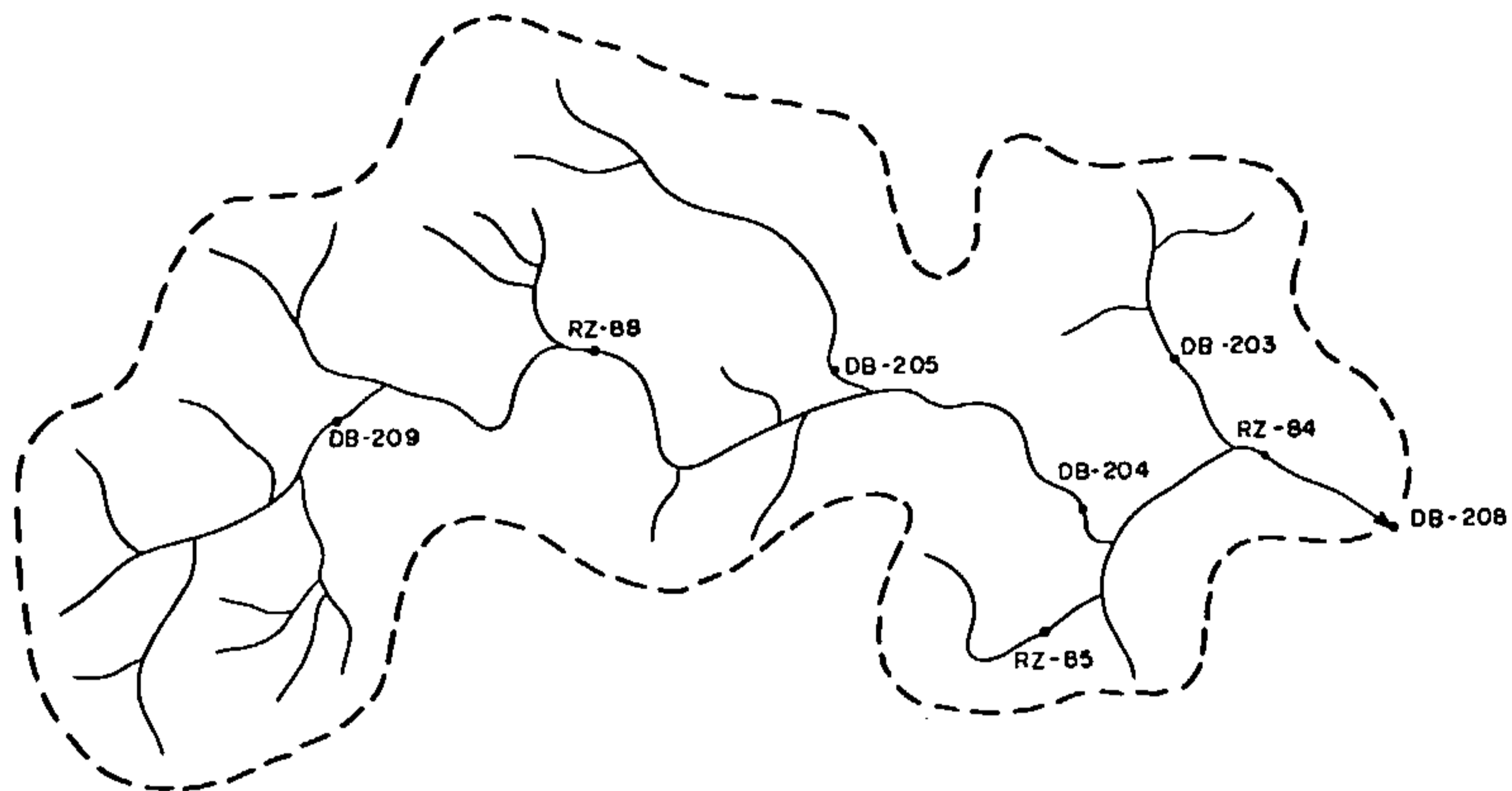
A área apresenta, geologicamente, um interessante potencial prospectivo, já que sua principal drenagem flui em zona de falhas contactantes entre rochas ácidas e sedimentares, ambas pertencentes à sequência do Guaratubinha.

Devido a isto, oito amostras foram coletadas neste rio e em seus afluentes.

No entanto, apenas a amostra RZ-84 apresentou resultado anômalo para cobre, associado a teores, na faixa de alto *background*, de zinco, cobalto e níquel.

Esta associação parece estar ligada à dique básico que ocorre a montante, inibindo, embora não definitivamente, o interesse prospectivo desta área.

# ÁREA XVIII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-203	13	11	80	12	24
DB-204	29	12	90	14	20
DB-205	15	21	90	10	14
DB-208	18	7	80	20	35
DB-209	7	17	45	7	10
RZ- 84	40	*	130	35	45
RZ- 85	18	18	80	12	13
RZ- 88	19	20	85	12	12

\* não determinado



0 200 400 600m

A horizontal scale bar with markings at 0, 200, 400, and 600 meters.

ILUSTRAÇÃO 18

#### 8.5.19 - Área XIX

A área XIX está situada nas proximidades de Osso da Anta, folha de Tijucas do Sul, na escala 1:50.000.

Geologicamente, a área está localizada na região de contato normal entre rochas sedimentares e intermediárias da sequência vulcanoclástica do Guaratubinha. Não existem indícios de diques básicos na área.

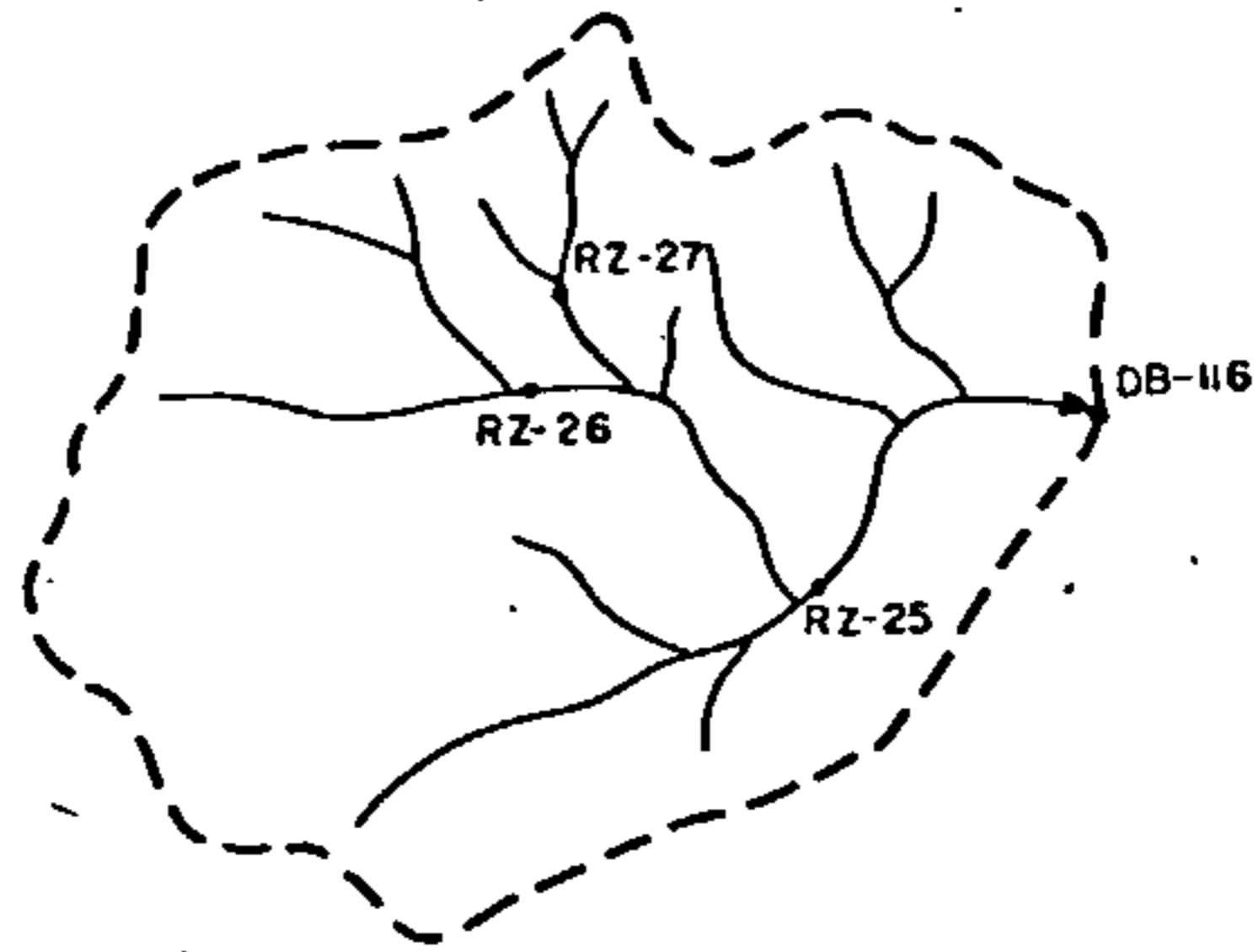
Quatro amostras foram coletadas nesta área, mas apenas uma delas apresentou valor anômalo. A RZ-26 mostrou anomalia de zinco associada a alto *background* de cobalto.

Porém, todas as outras amostras apresentam teores de zinco nesta última faixa.

É provável que, assim como na área VII, na mesma bacia, a jusante, camadas sedimentares estejam enriquecidas neste elemento, estando o cobalto associado a termos básicos das rochas intermediárias.

Através destes dados, conclui-se que o interesse desta área é muito pequeno.

# ÁREA XIX



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-116	13	14	100	18	20
RZ-25	19	17	120	24	22
RZ-26	11	16	160	30	24
RZ-27	10	23	100	17	9

N

0 200 400 600m

ILUSTRAÇÃO 19

#### 8.5.20 - Área XX

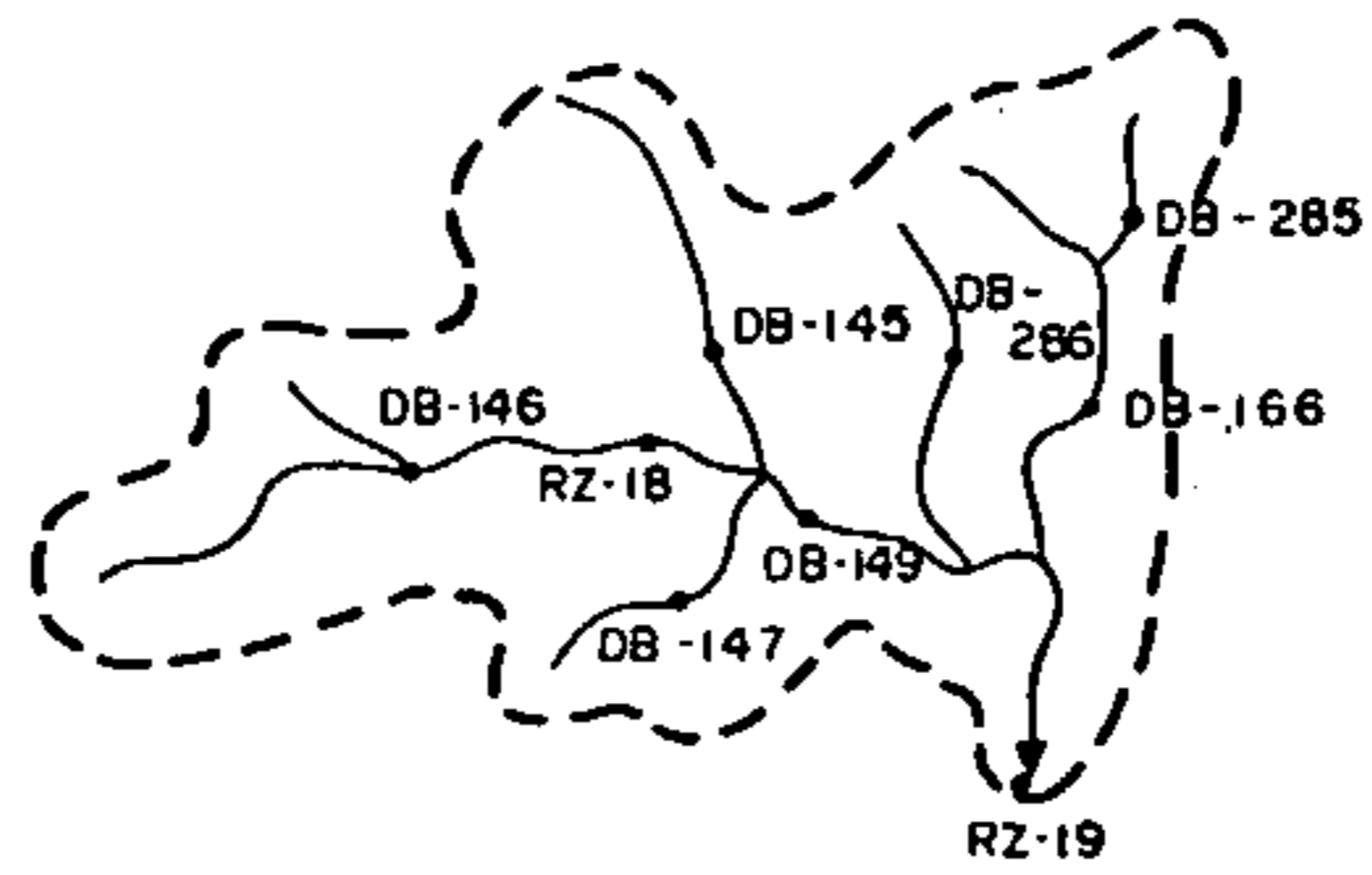
A área XX situa-se nas proximidades da localidade de Capivarí, folha topográfica de Tijucas do Sul, na escala 1:50.000.

Geologicamente, está inteiramente contida no domínio das rochas intermediárias pertencentes à sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha. Estas rochas são cortadas, no setor nordeste, por um dique básico de idade mesozóica.

Das oito amostras coletadas na área, quatro mostraram teores situados na faixa de alto *background* de zinco. Os teores dos outros elementos, porém, foram bastante baixos.

A falta de associação entre os elementos analisados, aliada aos baixos teores destes, muitas vezes situadas abaixo do *background*, destituem essa área de qualquer interesse prospectivo, pelo menos com base nos dados obtidos por este levantamento.

# ÁREA XX



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-145	8	9	110	9	2
DB-146	5	12	130	11	2
DB-147	5	10	100	6	2
DB-149	6	10	90	6	2
DB-285	8	17	40	3	2
DB-286	8	13	65	4	*
RZ-18	4	18	65	5	*
RZ-19	8	15	65	5	2

\* não determinado

N

0 400 800 600m

ILUSTRAÇÃO 20



#### 8.5.21 - Área XXI

A área XXI situa-se nas proximidades de Pedra Preta, folha topográfica de Mundo Novo (1:50.000).

Geologicamente, a maior parte da área encontra-se no âmbito de rochas pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico. O principal interesse desta área, porém, está em uma faixa retangular, de direção SW-NE, composta de rochas ácidas, pertencentes à sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha. O contato destas com as migmatíticas é dado através de falha.

Nove amostras foram coletadas em pequenas drenagens que deságuam no alto Rio Ipiranga.

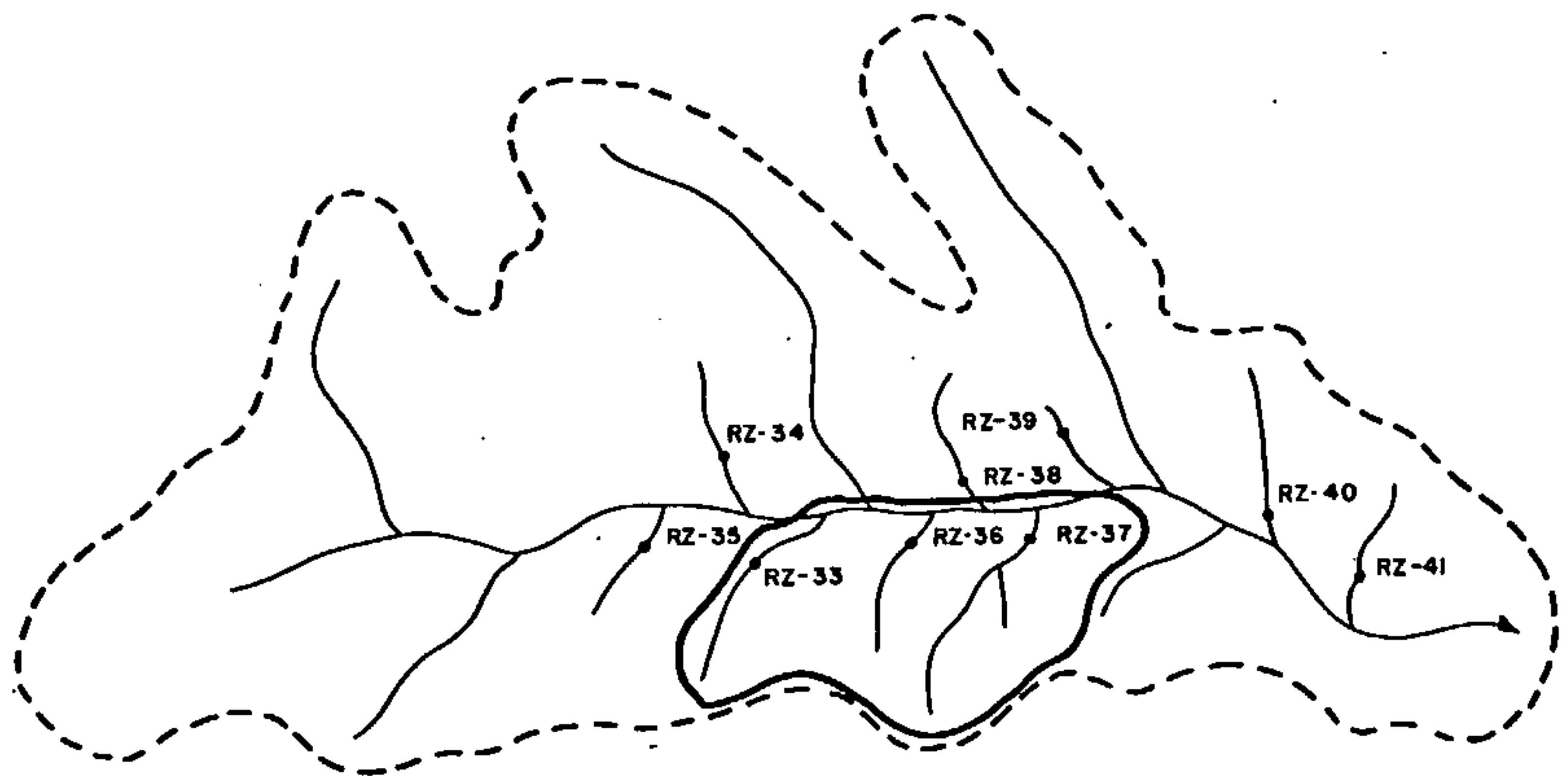
Quatro destas amostras destacam-se das demais. São todas aquelas coletadas nos afluentes da margem direita do Rio Ipiranga, proveniente da faixa ácida da sequência do Guaratubinha.

Deste modo, as amostras RZ-33, RZ-35, RZ-36 e RZ-37, apresentaram valores anômalos de cobre e chumbo associados. Os valores, de zinco, cobalto e níquel, estão normalmente, na faixa de alto *background*. Na DB-35, porém, o níquel ocorre com teor anômalo.

Parece evidente a influência das rochas ácidas nos valores anômalos, principalmente no de chumbo. O cobre, porém, pode estar influenciado, também, por núcleos básicos nos migmatitos. O mesmo parece ocorrer com o níquel na RZ-35.

De qualquer modo, o condicionamento geológico desta região, aliado aos resultados analíticos, fazem, da área XXI, uma das mais promissoras do projeto, ainda mais se for levado em consideração que está na mesma bacia de drenagem da área I, também com grande interesse para trabalhos de prospecção mais detalhados.

# ÁREA XXI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
RZ- 33	75	340	90	25	45
RZ- 34	30	40	85	17	28
RZ- 35	55	60	80	23	60
RZ- 36	60	190	75	22	35
RZ- 37	70	170	90	24	40
RZ- 38	22	20	60	12	20
RZ- 39	40	24	80	14	26
RZ- 40	8	27	28	4	4
RZ- 41	29	22	65	15	22

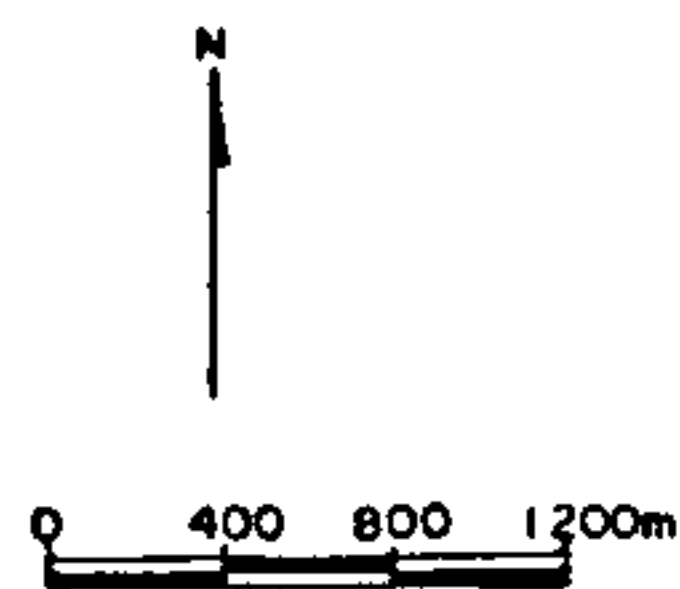


ILUSTRAÇÃO 21

#### 8.5.22 - Área XXII

A área XXII situa-se nas proximidades da represa Guaricana, folha topográfica de Mundo Novo, 1:50.000.

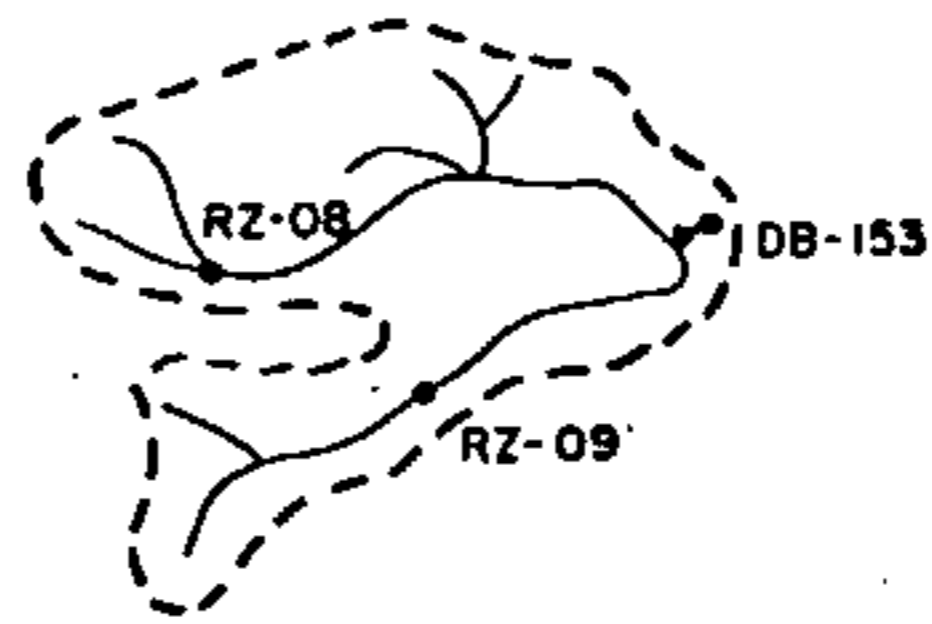
Geologicamente, encontra-se no domínio das rochas sedimentares da sequência vulcanoclástica do Guaratubinha, próximo ao contato desta com rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Três amostras foram coletadas nesta área, com a finalidade de complementar a área XIII, que se mostrou anômala em níquel.

Os resultados, porém, na área XXII mostraram-se fracos, com, apenas, teores de zinco e níquel na faixa de alto *background*.

Diante disto, no momento esta área não mostra interesse de prospecção detalhada.

# ÁREA XXII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-153	11	11	130	24	35
RZ-08	12	8	90	14	23
RZ-09	13	9	130	22	35



ILUSTRAÇÃO 22

#### 8.5.23 - Área XXIII

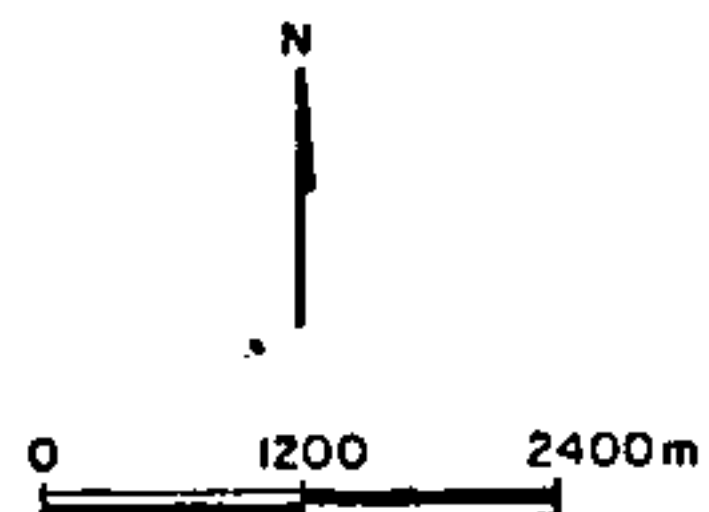
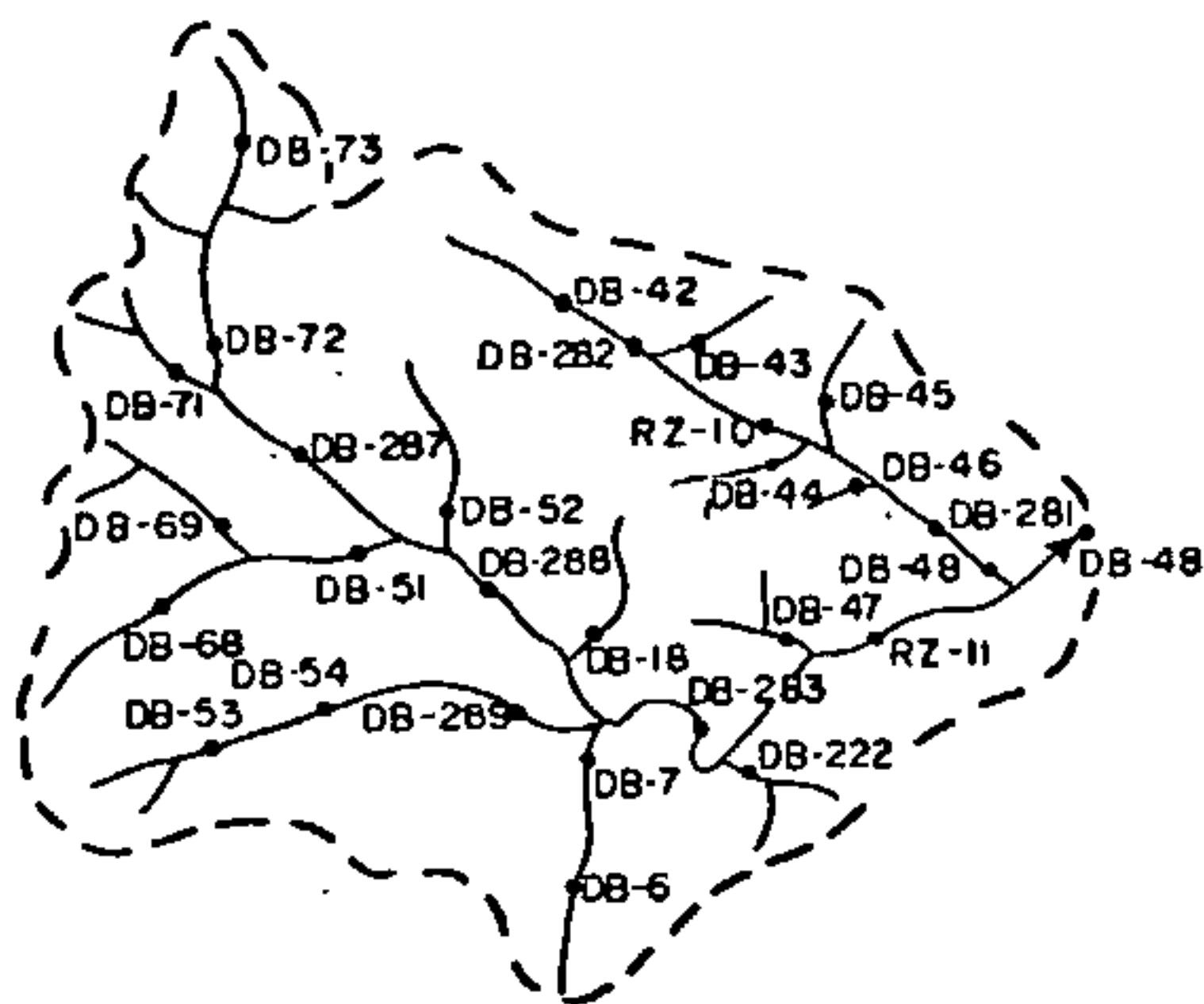
A área XXIII está localizada no morro do Escutador, na folha topográfica de São José dos Pinhais, em escala 1:50.000.

A maior parte da região está contida no domínio de rochas ácidas, mas, na parte SE ocorrem rochas intermediárias. Ambos os grupos pertencem à sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha. Vários diques básicos mesozóicos, de direção SE-NW, ocorrem na região.

Foram coletadas 29 amostras de sedimento de corrente nesta área, com o objetivo de melhor definir o comportamento geoquímico desta região.

Nenhum resultado anômalo, porém, foi detectado. A não ser uns poucos teores na faixa de alto *background*, provavelmente ligados à diques básicos ali presentes, nenhum outro resultado analítico determinou possibilidades promissoras para a área.

# ÁREA XXIII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB - 6	14	5	35	3	6
DB - 7	16	8	60	6	10
DB - 18	6	20	45	6	6
DB - 38	9	15	140	16	17
DB - 42	7	19	30	4	2
DB - 43	4	18	45	2	2
DB - 44	20	11	65	18	14
DB - 45	5	10	30	3	4
DB - 46	29	9	140	24	20
DB - 47	11	13	60	10	10
DB - 48	14	23	75	10	7
DB - 51	3	15	20	15	2
DB - 52	3	9	14	2	2
DB - 53	3	22	22	2	2
DB - 54	2	14	19	2	2
DB - 68	3	11	19	2	2
DB - 69	3	11	19	2	2
DB - 71	8	24	30	3	3
DB - 72	8	23	35	3	3
DB - 73	3	17	30	2	3
DB - 222	2	6	7	15	2
DB - 281	14	19	55	7	6
DB - 282	10	24	30	2	3
DB - 283	10	14	40	5	6
DB - 287	8	19	27	*	2
DB - 288	7	16	23	*	*
DB - 289	6	11	22	2	2
RZ - 10	11	17	45	6	4
RZ - 11	11	17	50	7	8

\* não determinado

ILUSTRAÇÃO 23

8.5.24 - Área XXIV

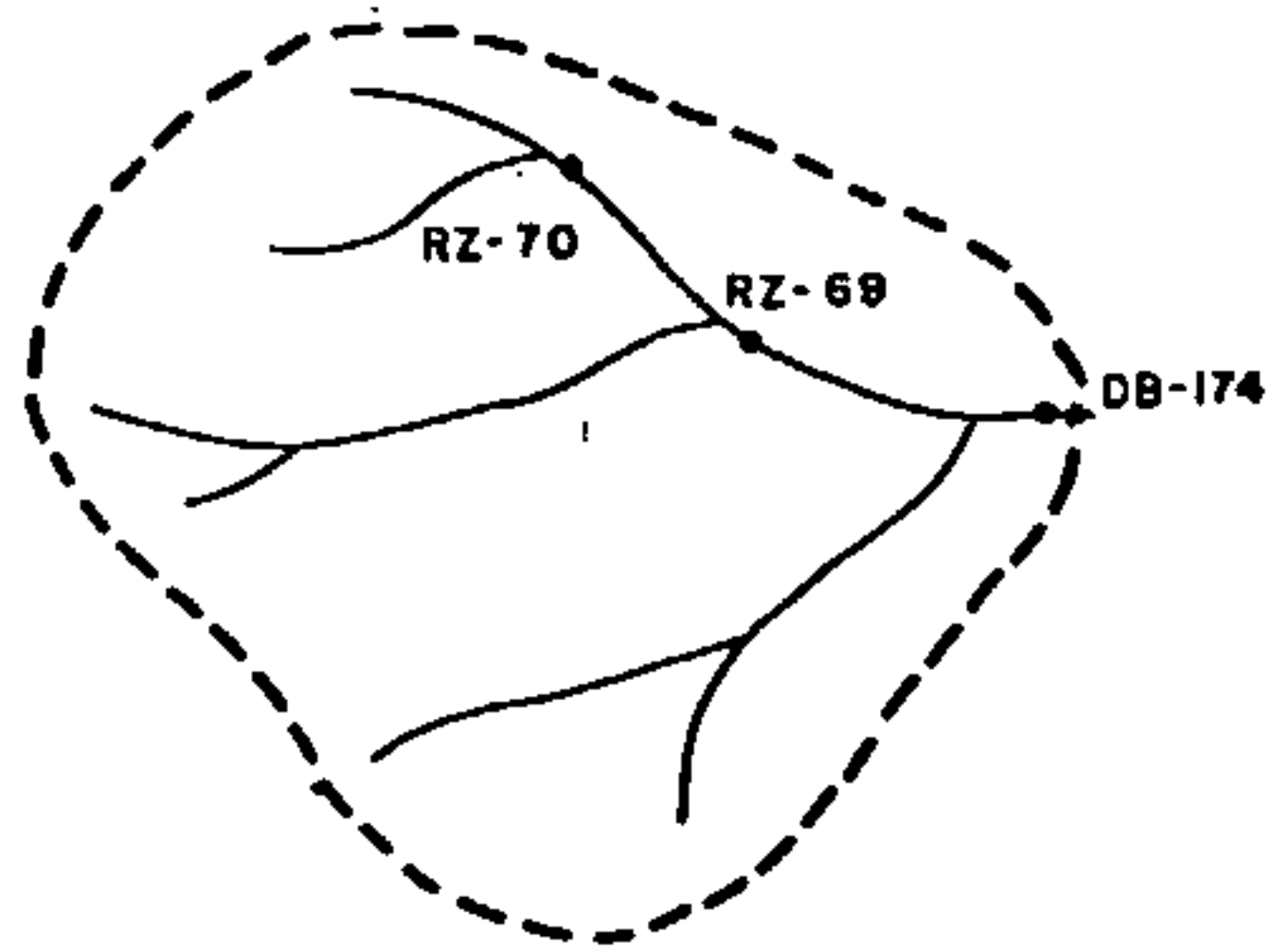
A área XXIV está situada nas proximidades da localidade de Capivari, folha de Tijucas do Sul.

Está totalmente situada no âmbito das rochas intermediárias da sequência do Guaratubinha.

Três amostras foram coletadas em afluente do Rio Osso da Anta, para complementação da área XX, que, a princípio, apresentara alguns resultados interessantes, embora não anômalos, para zinco.

Assim, como foi verificado naquela área, nesta, também, os resultados não foram associados a nenhuma possibilidade de futuro detalhamento.

# ÁREA XXIV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-174	20	14	120	16	15
RZ-69	5	8	35	5	4
RZ-70	4	11	35	6	3

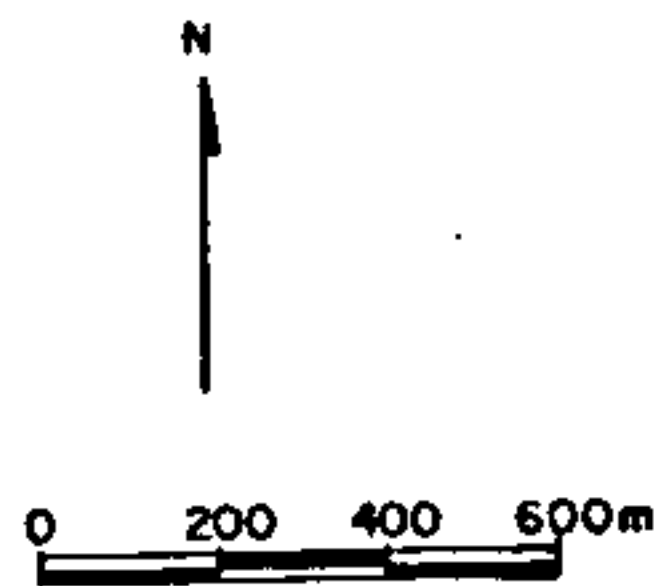


ILUSTRAÇÃO 24



8.5.25 - Área XXV

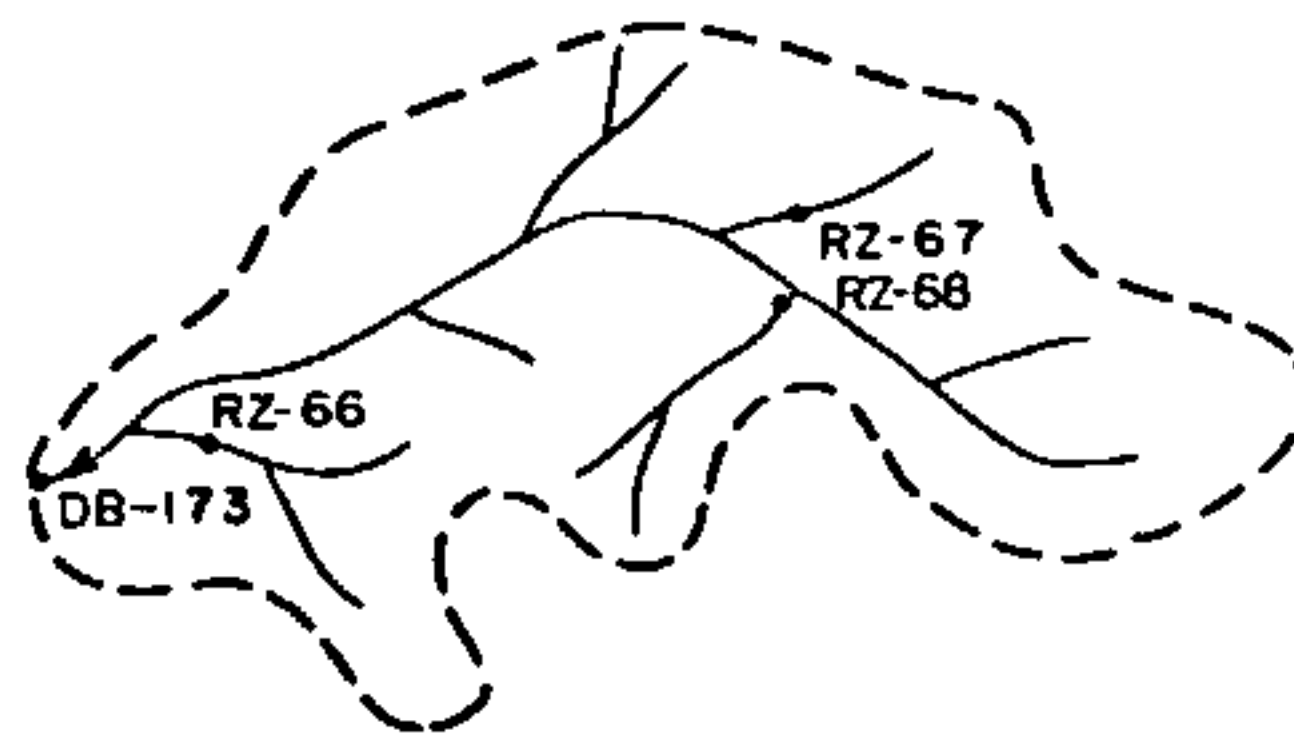
A área XXV está localizada nas proximidades de Capivarí, folha de Tijucas do Sul.

As amostras foram coletadas em afluente do Rio Osso da Anta, nas vizinhanças da drenagem onde foram coletadas as amostras da área XXIV, e a geologia das duas áreas é idêntica.

Quatro amostras foram coletadas, mas nenhum resultado anômalo foi detectado. Todas as amostras, porém, apresentaram teores de zinco na faixa de alto *background*. Nenhuma associação, na mesma faixa, foi verificada.

Estes valores estão, provavelmente, ligados a diques básicos encontrados no local, aliados à própria natureza das rochas intermediárias.

# ÁREA XXV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-173	17	5	110	14	16
RZ-66	17	7	140	14	15
RZ-67	17	7	130	18	14
RZ-68	14	6	120	20	19

N

0 200 400 600m

ILUSTRAÇÃO 25

#### 8.5.26 - Área XXVI

A área XXVI está situada nas proximidades da localidade de Morro Redondo, na região limítrofe das folhas topográficas, 1:50.000 de São José dos Pinhais e Tijucas do Sul.

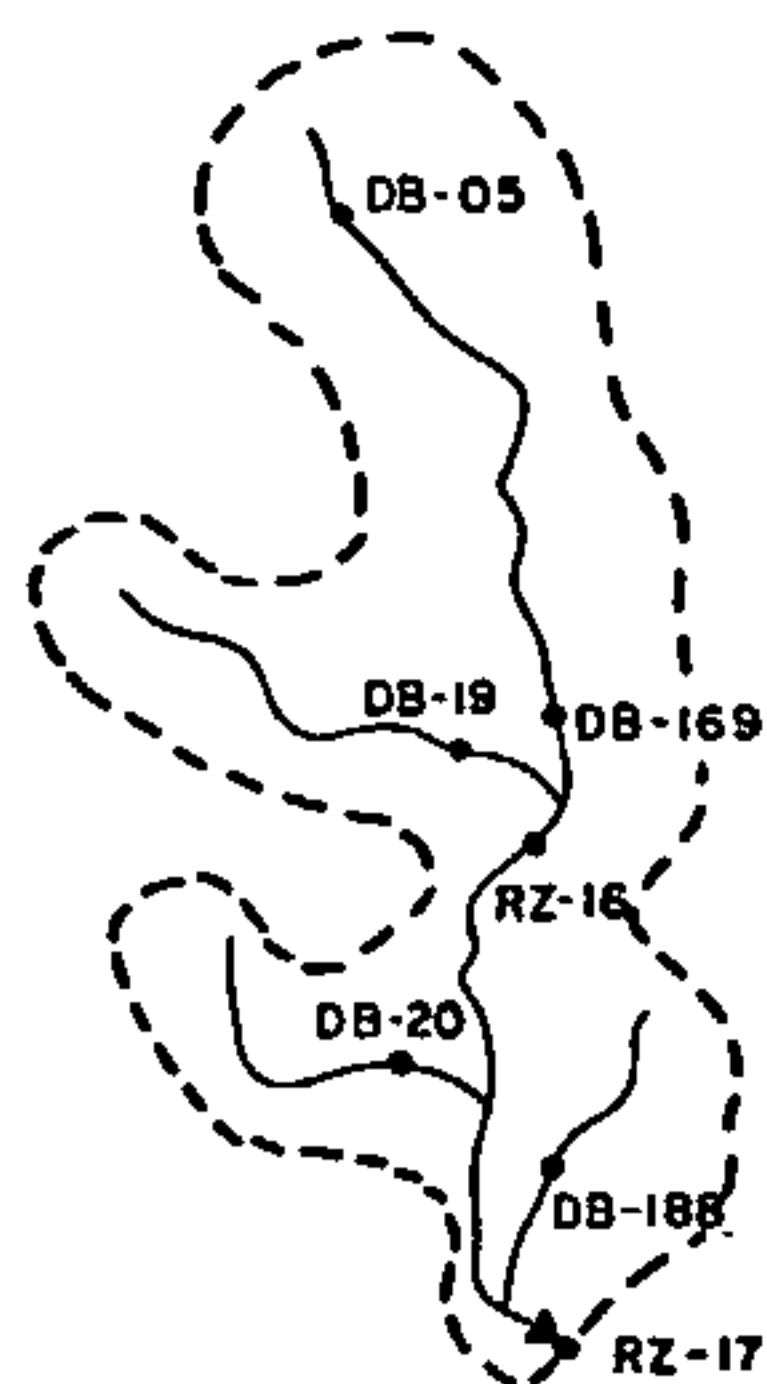
Geologicamente, aparecem rochas ácidas, sedimentares e intermediárias, todas pertencentes à sequência vulcano-sedimentar do Guaratubinha. O contato entre estes três tipos de rocha dá-se através de falhamento.

Pode-se notar que a região, geologicamente, apresenta-se com aspectos bem interessantes.

Deste modo, foram coletadas sete amostras para verificação do comportamento geoquímico dos elementos metálicos não ferrosos nesta área.

Foi constatado que, apesar de a geologia mostrar-se favorável à mineralização, os cinco elementos analisados não ultrapassaram, sequer, o *background* regional, não dando, à área, qualquer interesse prospectivo.

# ÁREA XXVI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-05	5	29	65	9	2
DB-19	3	17	23	2	2
DB-20	5	14	40	4	2
DB-169	3	24	40	3	3
DB-188	7	14	24	2	2
RZ-16	4	18	29	3	2
RZ-17	6	19	28	3	2

N

0 400 800 1200m

ILUSTRAÇÃO 26

#### 8.5.27 - Área XXVII

A área XXVII está situada nas proximidades de Pedra Preta, folha de Mundo Novo 1:50.000.

Geologicamente, aparecem rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico em contato com o granito intrusivo Marumbí. Este contato da-se através de falhamentos, e nenhum dique básico ocorre na região.

Das quatorze amostras coletadas na área, cinco apresentaram teores anômalos de cobre.

A sub-área formada pelas drenagens onde foram coletadas as amostras DB-243, RZ-53 e RZ-54, mostrou-se enriquecida em cobre, mas sem nenhuma associação com qualquer outro elemento.

É provável que a origem do cobre seja a partir da zona de falhamento entre granitos e núcleos básicos do migmatito. A falha poderia facilitar o transporte de soluções enriquecendo a área neste elemento.

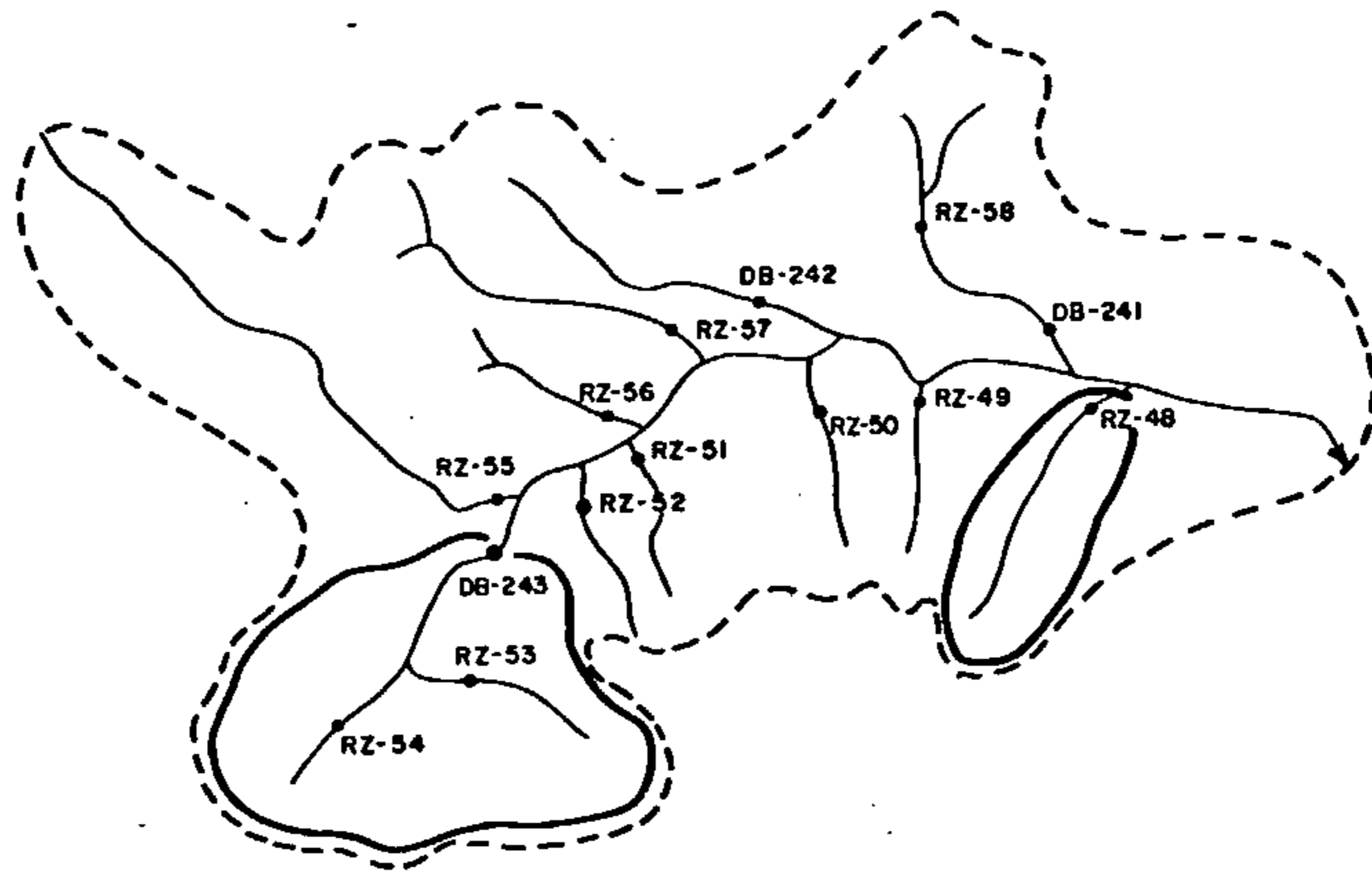
Outra possibilidade seria a existência de termos básicos nos granitos.

Outra amostra com valor anômalo de cobre é a RZ-48, esta com anomalia de cobalto associada.

Já a DB-241, anomala para cobre, não obteve comprovação deste teor na amostra coletada a jusante, a RZ-58; o valor anômalo pode ocorrer devido a uma feição local, ou a uma possível contaminação.

Como pode ser verificado, um estudo geológico-geoquímico na sub-área formada pelas amostras DB-243, RZ-53 e RZ-54, e na drenagem onde foi coletada a RZ-48, seria de grande importância, no intuito de determinar o potencial de cobre desta área.

# ÁREA XXVII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB-241	45	23	55	19	24
DB-242	35	17	95	20	30
DB-243	45	27	100	22	35
RZ-48	45	17	80	53	26
RZ-49	35	26	55	30	19
RZ-50	20	11	70	10	16
RZ-51	5	9	16	3	3
RZ-52	20	11	55	12	19
RZ-53	45	14	110	17	24
RZ-54	40	27	90	18	22
RZ-55	11	15	22	5	3
RZ-56	6	9	23	3	5
RZ-57	11	19	29	5	6
RZ-58	26	30	80	8	11

N

0 400 800 1200m

ILUSTRAÇÃO 27

#### 8.5.28 - Área XXVIII

A área XXVIII situa-se na Serra da Igreja, folha topográfica de Mundo Novo, 1:50.000.

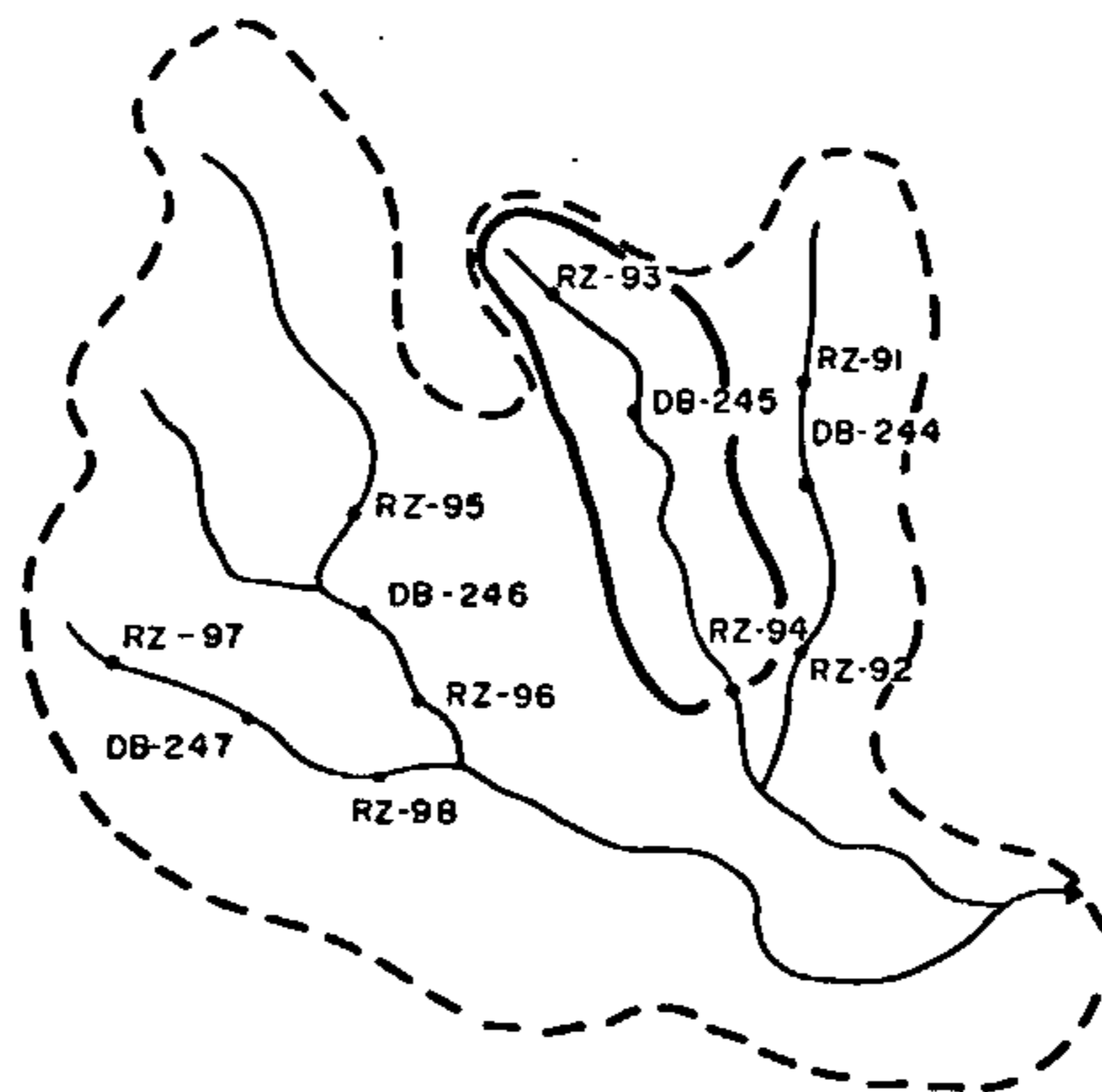
Na área aparece o granito intrusivo Serra da Igreja, em contato por falhamento, com rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Nesta região, a drenagem onde foram coletadas as amostras DB-245, RZ-93 e RZ-94, apresentou anomalia de cobre, associado a valores na faixa de alto *background* de zinco, cobalto e níquel, fato este ocorrente nas três amostras.

É provável a existência de termos básicos no granito, já que a amostra coletada nas cabeceiras da drenagem, a RZ-93 que apresentou o maior teor de cobre, está fora de possível zona de influência de núcleos básicos migmatíticos.

Deste modo, é aconselhável um maior detalhamento de amostragem nesta região, que, juntamente com análises petrográficas das rochas existentes, poderão melhor definir o comportamento geológico geoquímico da área em apreço.

# ÁREA XXVIII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
DB - 244	29	16	90	18	50
DB - 245	45	18	110	35	40
DB - 246	18	7	70	20	35
RZ - 91	30	13	65	15	35
RZ - 92	30	14	80	17	45
RZ - 93	60	15	90	30	45
RZ - 94	55	15	100	35	55
RZ - 95	22	6	75	21	50
RZ - 96	26	7	90	23	55
RZ - 97	25	4	110	20	22
RZ - 98	45	6	85	24	27

N

0 400 800 1200m

ILUSTRAÇÃO 28



#### 8.4.29 - Área XXIX

A área XXIX está situada na folha de São Miguel, 1:50.000, nas proximidades da serra do Smith.

Geologicamente, a área compreende rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, em contato com rochas básicas da bacia de Campo Alegre.

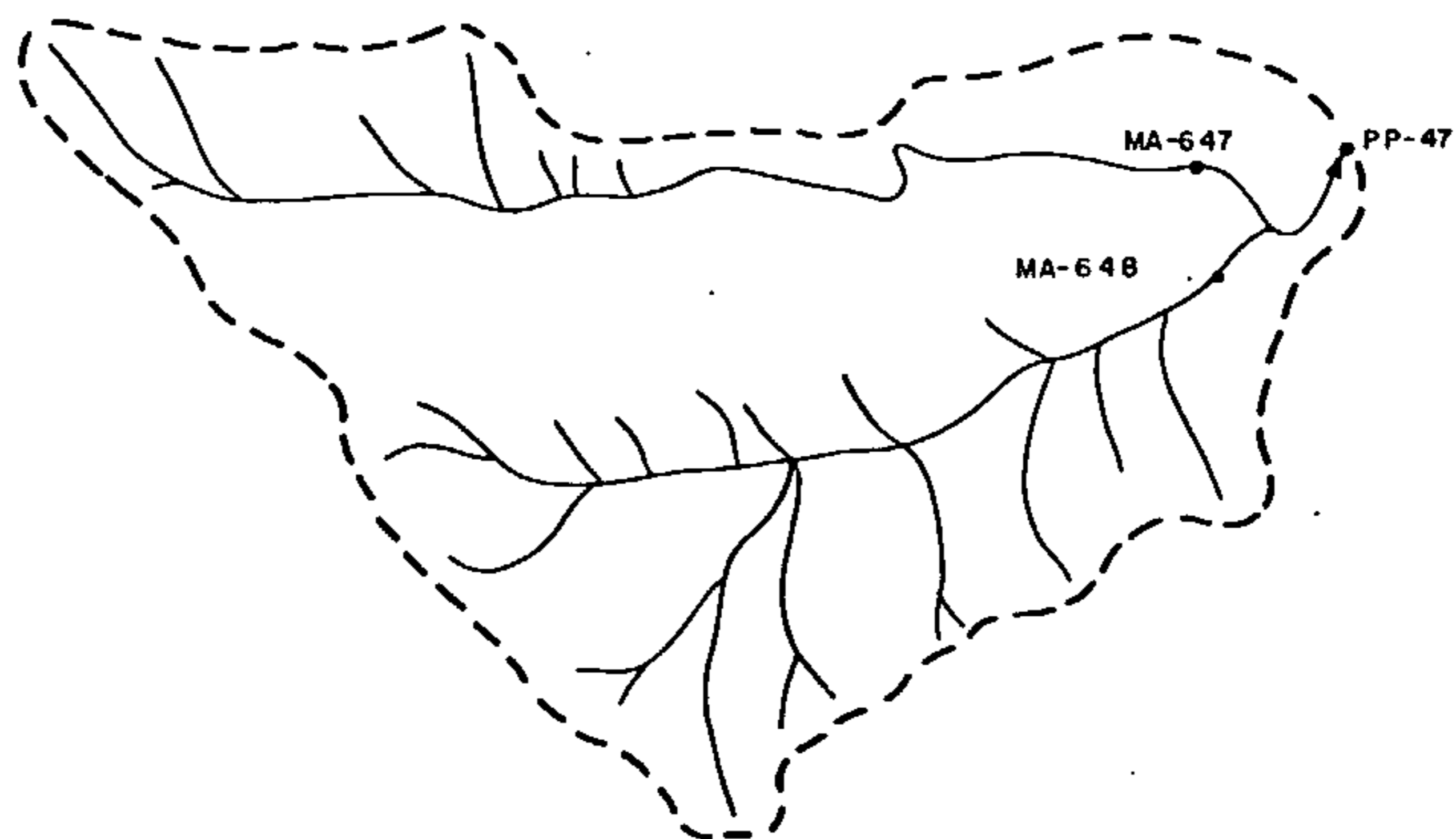
Três amostras foram coletadas nesta área. A PP-47 atingiu 30 ppm de cobre, mas não apresentou associação com nenhum dos outros elementos analisados.

As outras duas amostras, coletadas em drenagens formadoras do rio em que foi coletada a PP-47, não confirmaram o teor anômalo de cobre desta última, além de não apresentarem resultados de interesse nos demais elementos.

Como não há confirmação do teor anômalo, pode-se pensar que trata-se de uma feição local das básicas da bacia de Campo Alegre, ou possível contaminação.

Desta maneira, perde, em parte, esta área, o interesse de continuidade de trabalhos prospectivos.

# ÁREA XXIX



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
PP- 47	30	13	40	9	16
MA-647	7	18	60	18	15
MA-648	5	21	30	6	8



ILUSTRAÇÃO 29

#### 8.4.30 - Área XXX

A área XXX está localizada nas proximidades da Fazenda Schwarz, na quadrícula 1:50.000 de Campo Alegre.

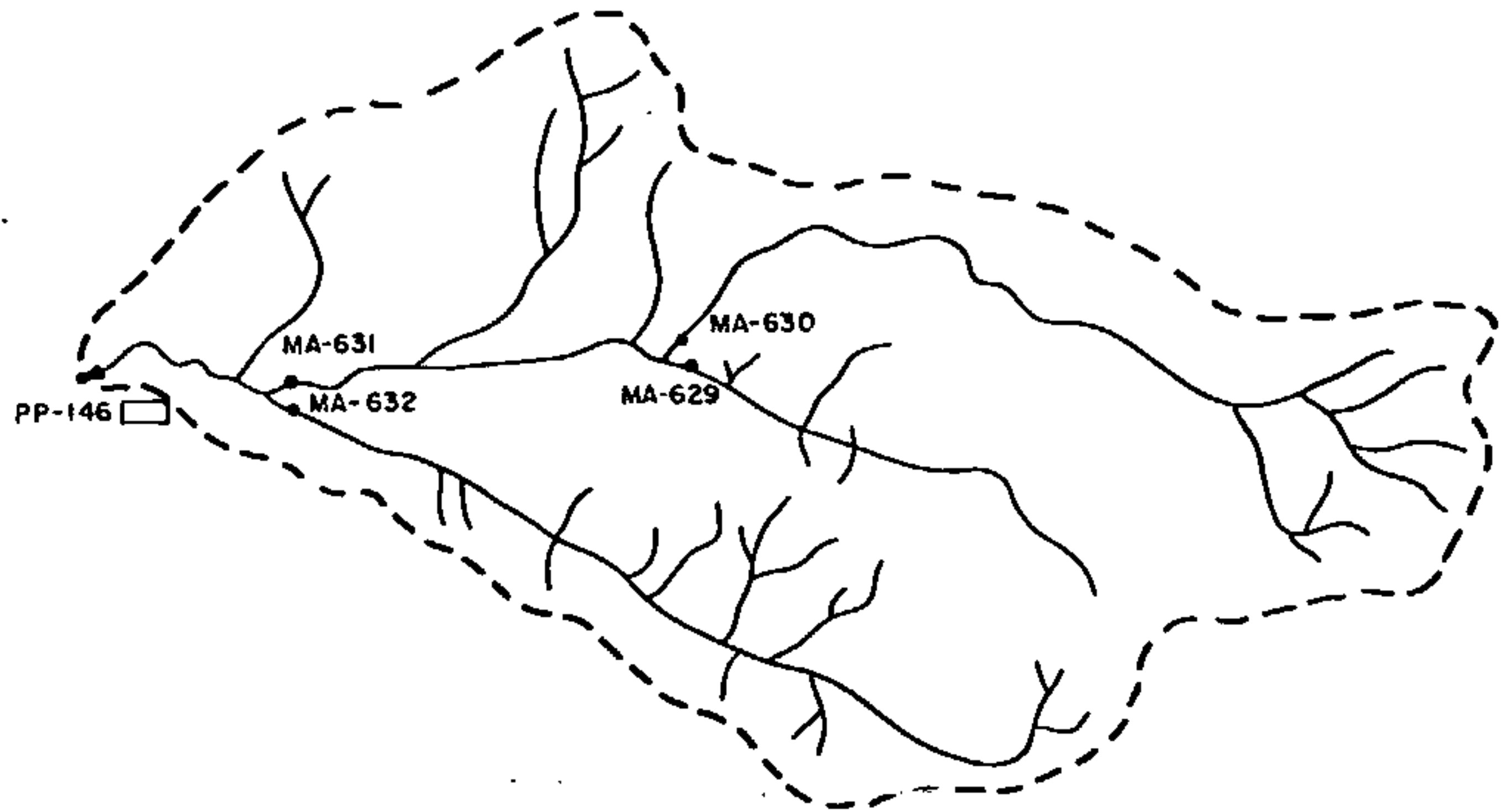
A região de coleta está inteiramente contida no domínio das rochas sedimentares da bacia de Campo Alegre.

Das cinco amostras coletadas, apenas a PP-146 apresentou resultado anômalo, no caso, cobre.

As outras amostras, assim como no caso anterior, não confirmaram este resultado, devendo tratar-se de alguma modificação no ambiente secundário, que poderia provocar esta feição local.

A princípio, não há, nesta área, maiores interesses para trabalhos de detalhamento.

# ÁREA XXX



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
PP-146	40	18	70	20	23
MA-629	9	33	22	8	8
MA-630	7	17	59	13	13
MA-631	9	32	56	21	13
MA-632	7	19	26	11	7

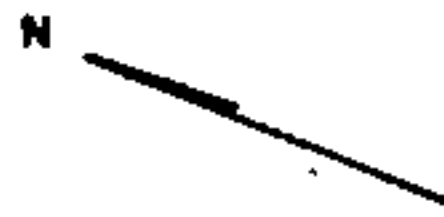


ILUSTRAÇÃO 30

#### 8.5.31 - Área XXXI

Esta área está situada entre as localidades de Fundos do Rio Natal e Floresta, em região limítrofe entre as folhas topográficas 1:50.000 de São Bento do Sul e Jaguaruá do Sul.

A maior parte da área situa-se no domínio das rochas ácidas da bacia de Campo Alegre. Uma pequena porção, porém, está no âmbito de arcósis da sequência sedimentar - inferior da mesma bacia.

Das 25 amostras coletadas, quatro apresentaram resultados anômalos.

No extremo SW da área, a MA-621, coletada em pequeno afluente do Rio Fumaça, mostrou resultados anômalos de cobre e níquel. A amostra coletada na drenagem imediatamente a jusante, porém, a MA-620, proveniente do mesmo interflúvio, não confirmou estes resultados.

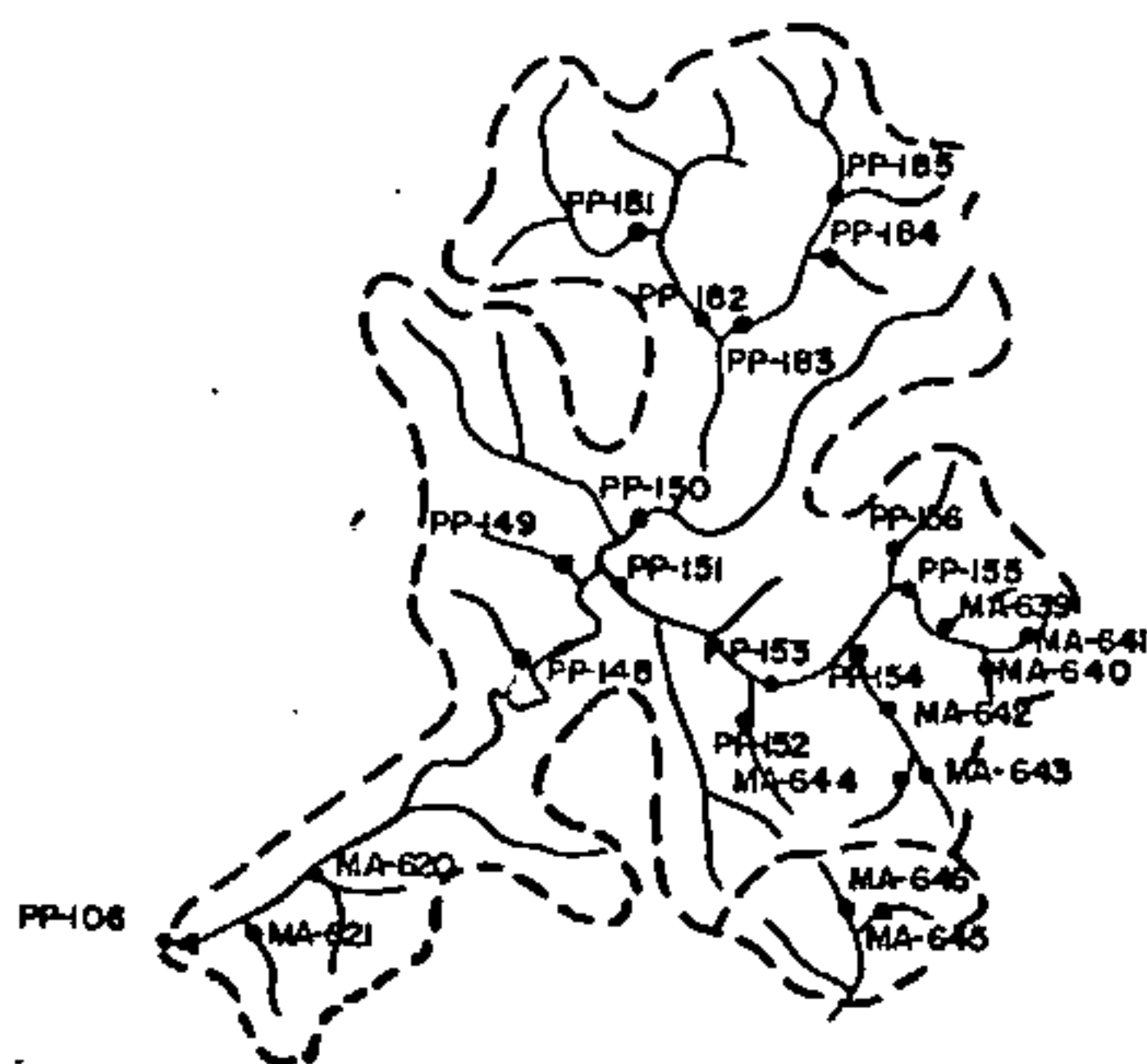
Para esta amostra, pode ter havido influência de seixos de origem básica a ultrabásica, responsável por estes teores.

Outra amostra, a PP-152, mostrou resultado anômalo para chumbo, embora com teor igual ao valor numérico do limiar. Tal resultado parece ser, a princípio, devido a uma feição muito localizada, das rochas ácidas.

Outras duas amostras, a PP-154 e PP-155, apresentaram teores anômalos de arsênio. Todas as amostras coletadas a jusante, porém, não confirmaram estes valores. Como a região em que houve a coleta é área de reflorestamento, existe a possibilidade de contaminação, devido a ação de inseticidas.

Portanto, nesta área, apenas a região em que foi coletada a PP-152, anômala para chumbo, parece ter alguma possibilidade prospectiva, embora com algumas reservas.

# ÁREA XXXI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	As
PP-106	15	20	85	16	29	7
PP-148	4	26	27	3	2	10
PP-149	3	20	23	3	2	7
PP-150	4	27	27	3	2	7
PP-151	4	20	18	2	2	10
PP-152	3	40	24	2	2	10
PP-153	I	I	I	I	I	10
PP-154	3	23	14	2	2	20
PP-155	3	14	13	2	2	40
PP-156	3	17	15	2	2	7
PP-181	4	25	30	2	2	7
PP-182	5	23	26	2	2	7
PP-183	3	29	17	2	2	7
PP-184	3	22	15	2	2	7
PP-185	5	35	18	2	2	10
MA-620	21	15	48	25	30	2
MA-621	27	14	65	37	53	3
MA-639	3	19	13	3	2	5
MA-640	1	17	8	2	2	4
MA-641	I	I	I	I	I	5
MA-642	7	30	21	4	3	5
MA-643	3	19	8	2	2	2
MA-644	4	30	17	3	2	2
MA-645	5	31	11	3	2	2
MA-646	3	29	6	2	1	2

(I) material insuficiente

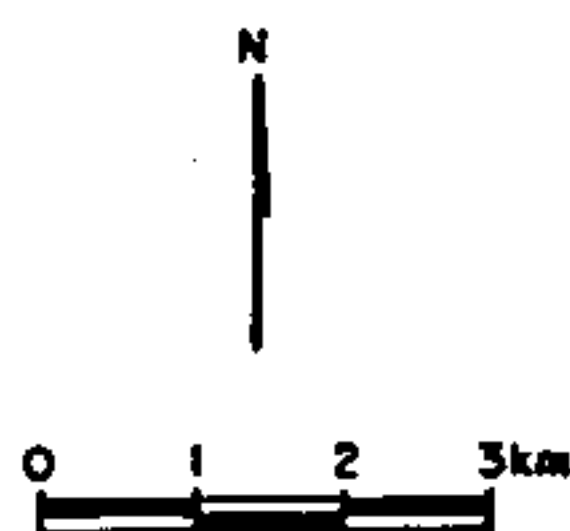


ILUSTRAÇÃO 31

#### 8.4.32 - Área XXXII

A área XXXII está situada nas proximidades de Laranjeiras, quadrícula de São Miguel na escala 1:50.000.

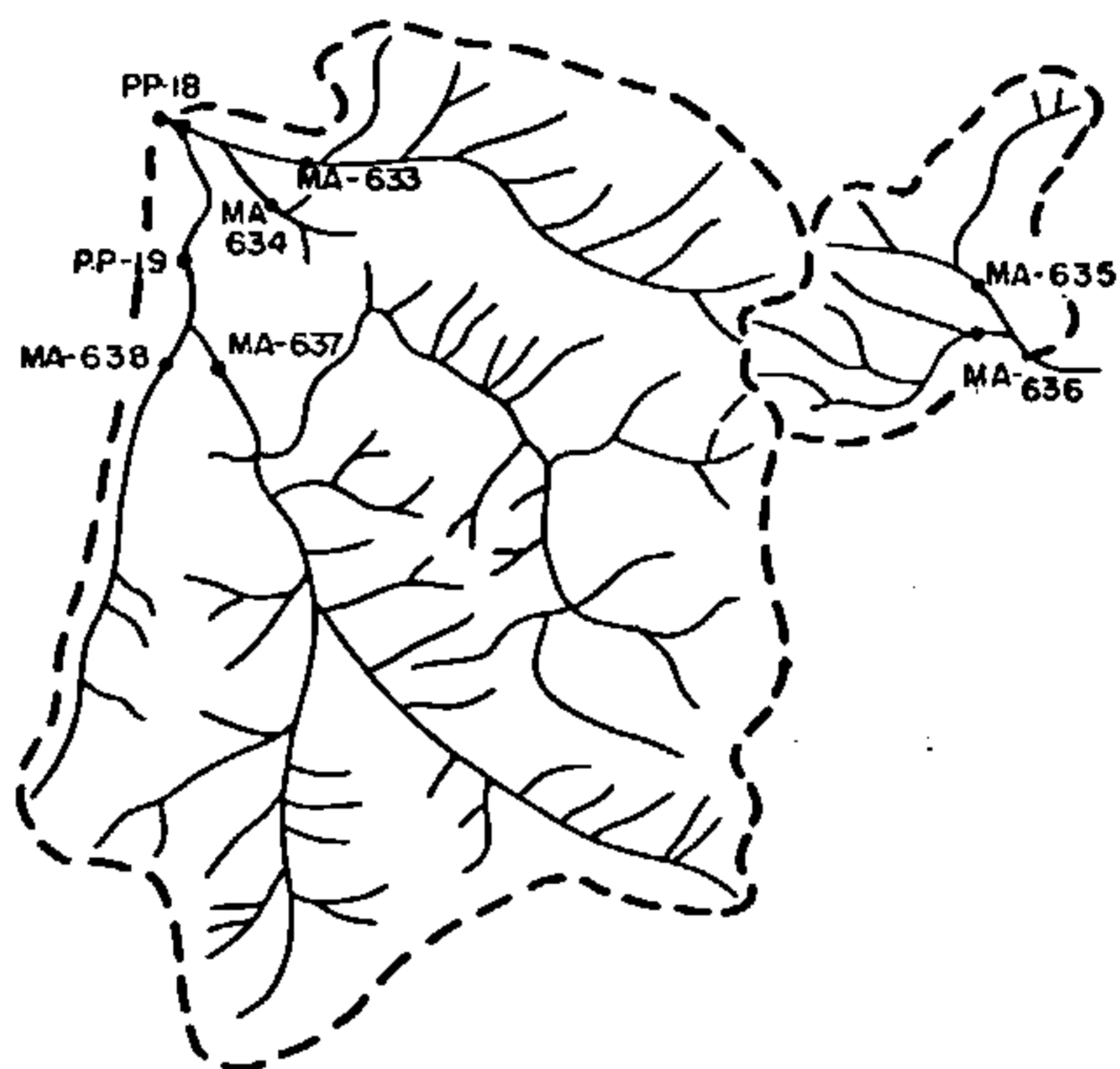
Localiza-se, geologicamente, na zona de contato entre rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico e conglomerados da bacia de Campo Alegre. O contato, nesta região, é normal.

Oito amostras foram coletadas, nesta área. A PP-18 atingiu a faixa de anomalias de chumbo. As outras amostras, porém, coletadas em drenagens formadoras daquela onde foi coletada a PO-18, não confirmaram este resultado.

Mesmo a associação entre os diversos elementos é bastante fraca.

Assim, a não confirmação dos teores, e a existência de associação, dão, a esta amostra, um interesse muito restrito, podendo tratar-se de uma pequena modificação do ambiente secundário no local, ou mesmo, uma possibilidade de contaminação, já que a amostra foi coletada nas proximidades de uma estrada.

# ÁREA XXXII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
PP- 18	3	60	30	5	7
PP- 19	7	17	35	11	11
MA-633	8	17	32	6	8
MA-634	3	36	27	4	7
MA-635	9	29	30	9	15
MA-636	9	21	96	11	50
MA-637	5	22	23	7	11
MA-638	6	20	27	8	10

N

0 500 1000m

ILUSTRAÇÃO 32



#### 8.5.33 - Área XXXIII

A área XXXIII está situada nas proximidades da cidade de Corupá, quadrícula de Jaraguá do Sul, na escala 1:50.000.

Geologicamente, a área localiza-se na zona de contato entre o granito intrusivo Corupá e rochas sedimentares do *graben* de Corupá. O contato, como é evidente, dá-se por falha.

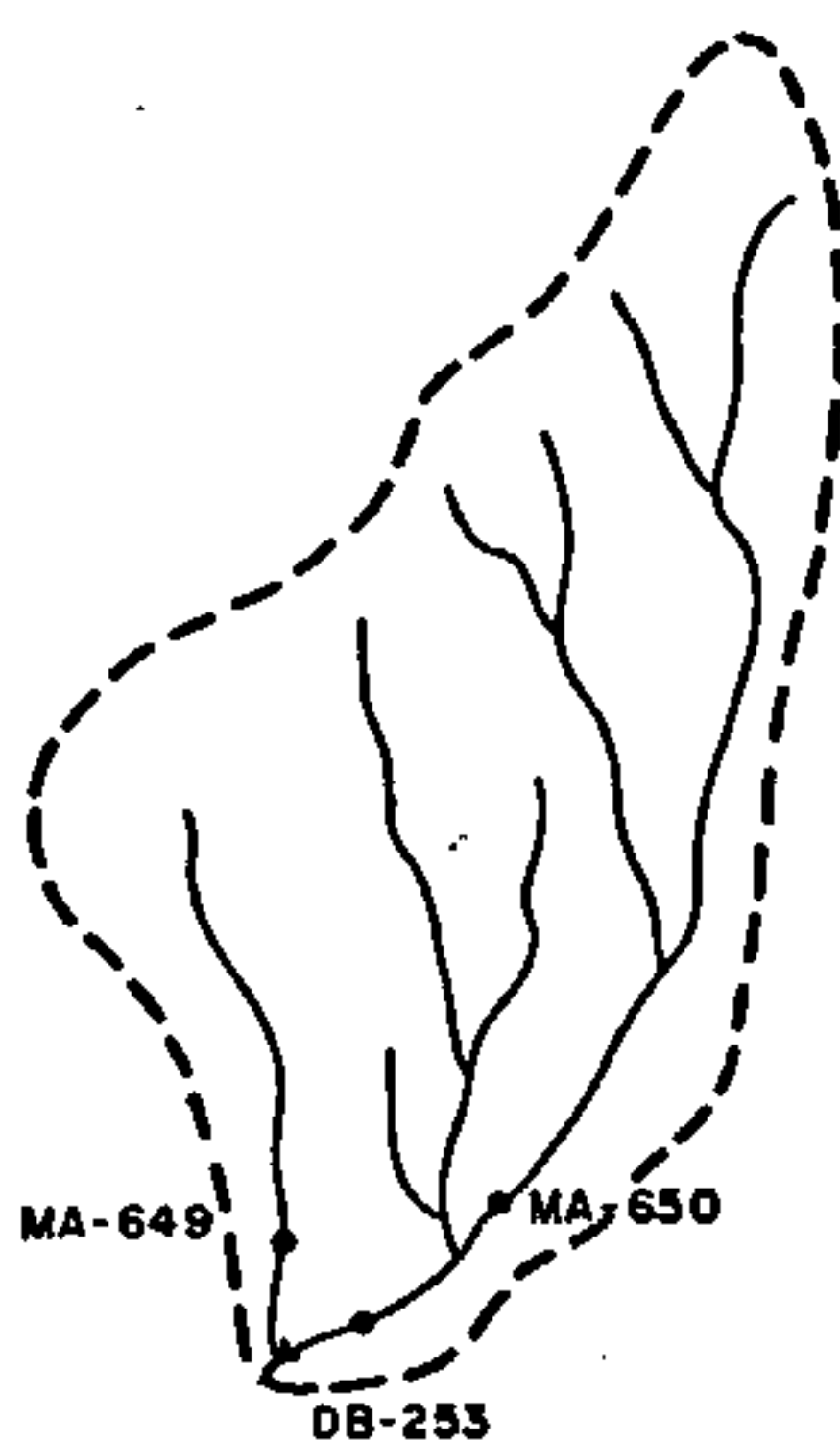
Três amostras foram coletadas nesta região, e todas apresentaram resultados anômalos para chumbo.

Entre as três, destacam-se a MA-649 e MA-650 que apresentaram, também, valores anômalos para chumbo.

Certamente, estes valores são originários do granito intrusivo, inclusive com a possibilidade da existência de material sulfetado.

Um maior detalhamento geológico-geoquímico é recomendável, para melhor elucidação do potencial prospectivo da área.

# ÁREA XXXIII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mo
DB-253	12	55	60	10	12	N
MA-649	8	82	37	11	5	4,0
MA-650	21	175	43	12	8	4,0

(N) não determinado

N

0 200 400 600m

ILUSTRAÇÃO 33

8.5.34 - Área XXXIV

A área XXXIV situa-se nas proximidades da cidade de Corupá, folha de Jaraguá do Sul, 1:50.000.

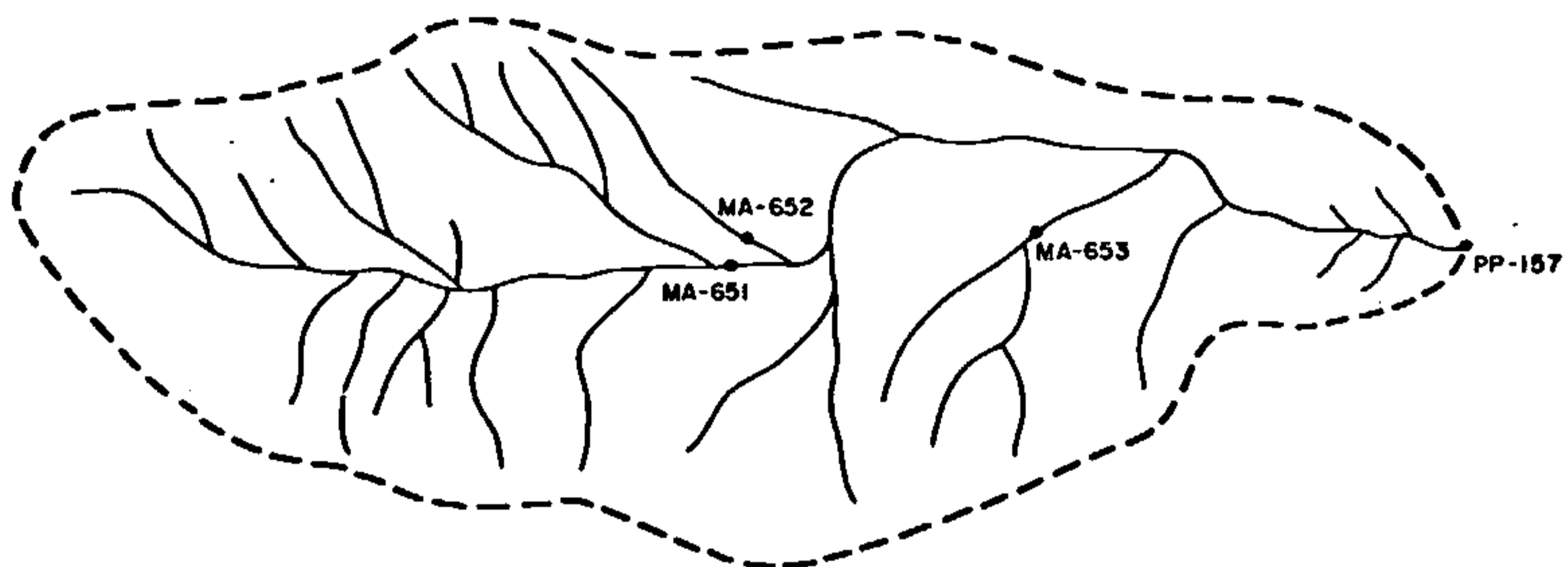
Geologicamente, encontra-se na região de contato entre rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico e arcósiós e siltitos do *graben* de Corupá.

Neste local, a PP-157 forneceu valor anômalo de chumbo, porém não foi confirmado, em nenhuma das amostras coletadas a jusante.

Apesar do alto valor deste elemento, não existe nenhuma associação.

A proximidade da zona urbana de Corupá, com a presença de encanamentos e tubulações, pode ter contribuído para a contaminação de chumbo, descartando esta área para futuros estudos de detalhe.

# ÁREA XXXIV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni
PP- 157	14	100	28	6	7
MA- 651	16	39	51	17	17
MA- 652	13	25	38	18	8
MA- 653	8	38	30	12	9



ILUSTRAÇÃO 34

8.5.35 - Área XXXV.

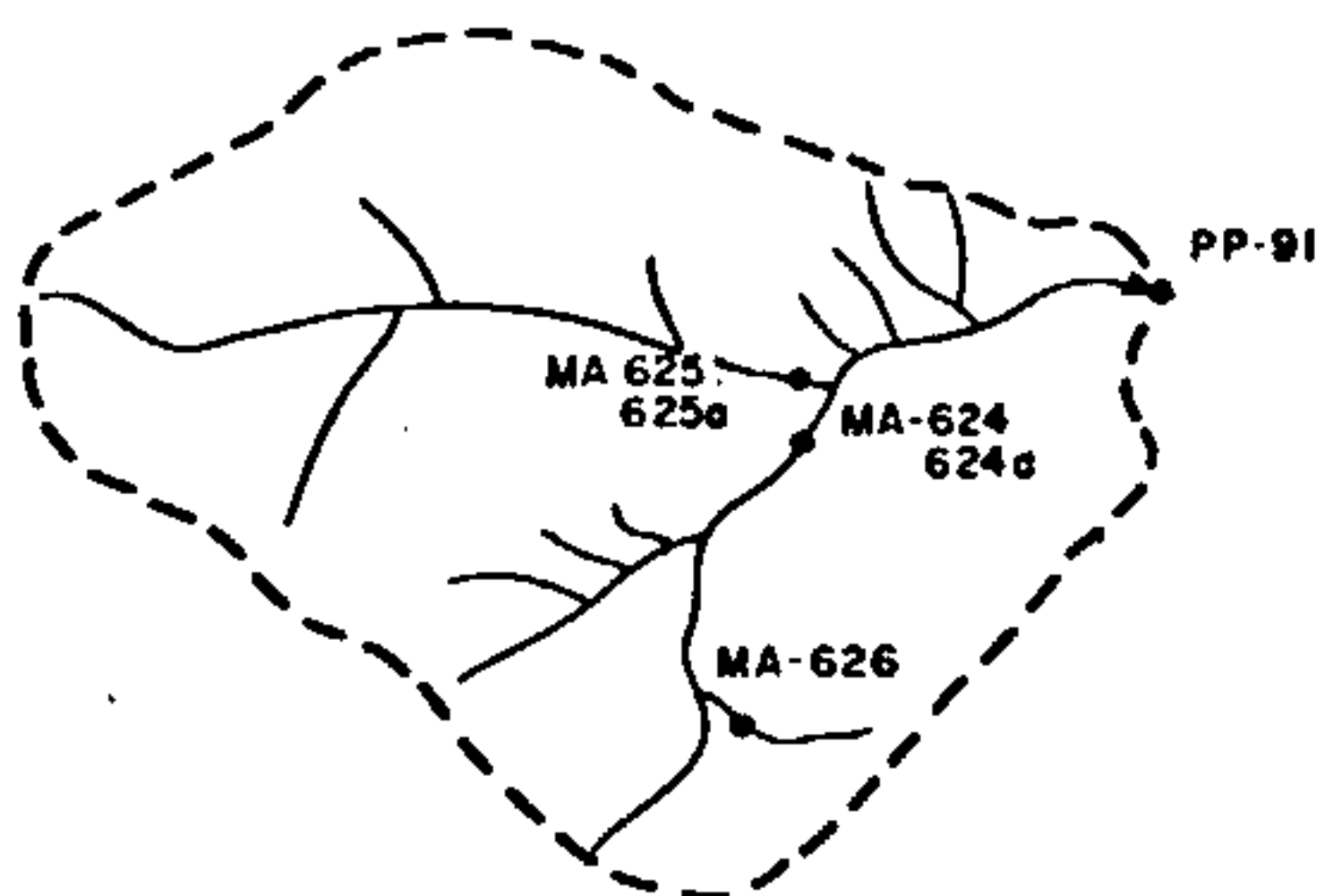
A área XXXV situa-se nas proximidades do bairro Pedra de Amolar, na folha de Jaraguá do Sul, proximidades de Corupá.

A geologia da área é composta, basicamente de siltitos pertencentes ao *graben* de Corupá, e rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Nenhuma amostra, a rigor, apresentou resultados que pudessem ser destacados.

Deste modo, não se pode enquadrar a área como de interesse prospectivo, com os dados obtidos neste trabalho.

# ÁREA XXXV



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	As
PP- 91	4	19	45	7	8	10
MA-624	15	12	52	15	17	2
MA-625	19	20	49	22	32	2
MA-626	12	12	42	11	11	2

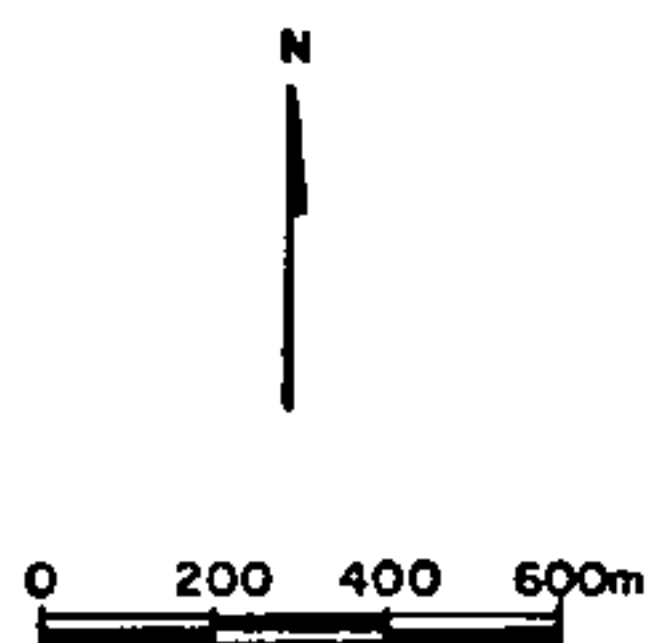


ILUSTRAÇÃO 35

#### 8.4.36 - Área XXXVI

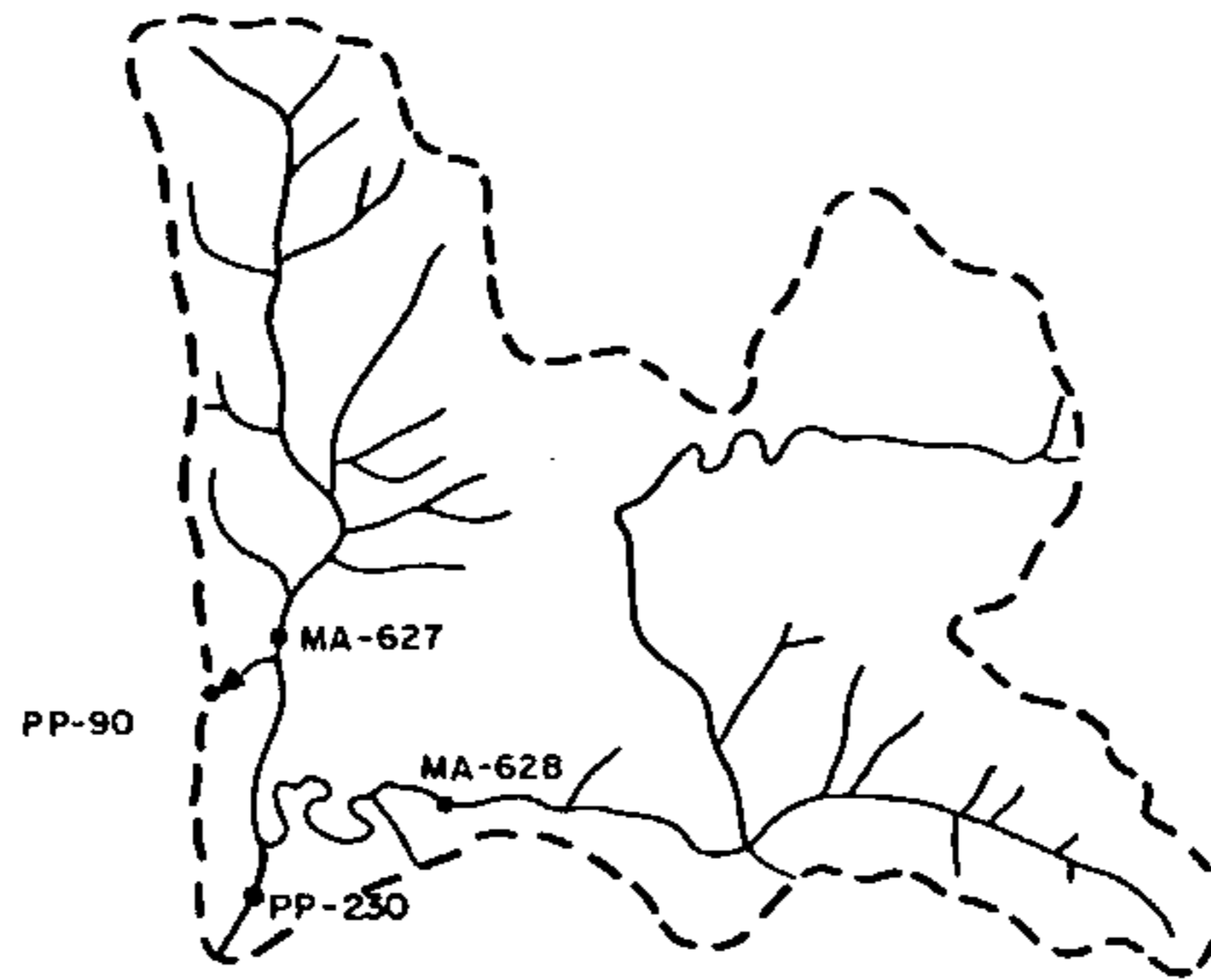
A área XXXVI situa-se na localidade de Salto, folha de Campo Alegre, 1:50.000.

Ocorrem, na área, rochas ácidas e sedimentares da bacia de Campo Alegre, em contato normal.

A rigor, nesta área foram coletadas estas amostras, no intuito de verificar se aumentaria o teor de arsênio captado em PO-90.

Tal fato, porém, não ocorreu, e, diante disto, considera-se a área como de pouco interesse para futuros trabalhos geoquímicos.

# ÁREA XXXVI



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	As
PP- 90	4	19	45	7	8	10
PP- 230	6	18	60	9	9	7
MA- 627	11	13	53	25	17	2
MA- 628	5	20	30	7	7	2

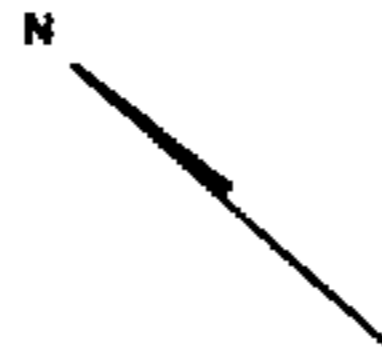


ILUSTRAÇÃO 36



#### 8.5.37 - Área XXXVII

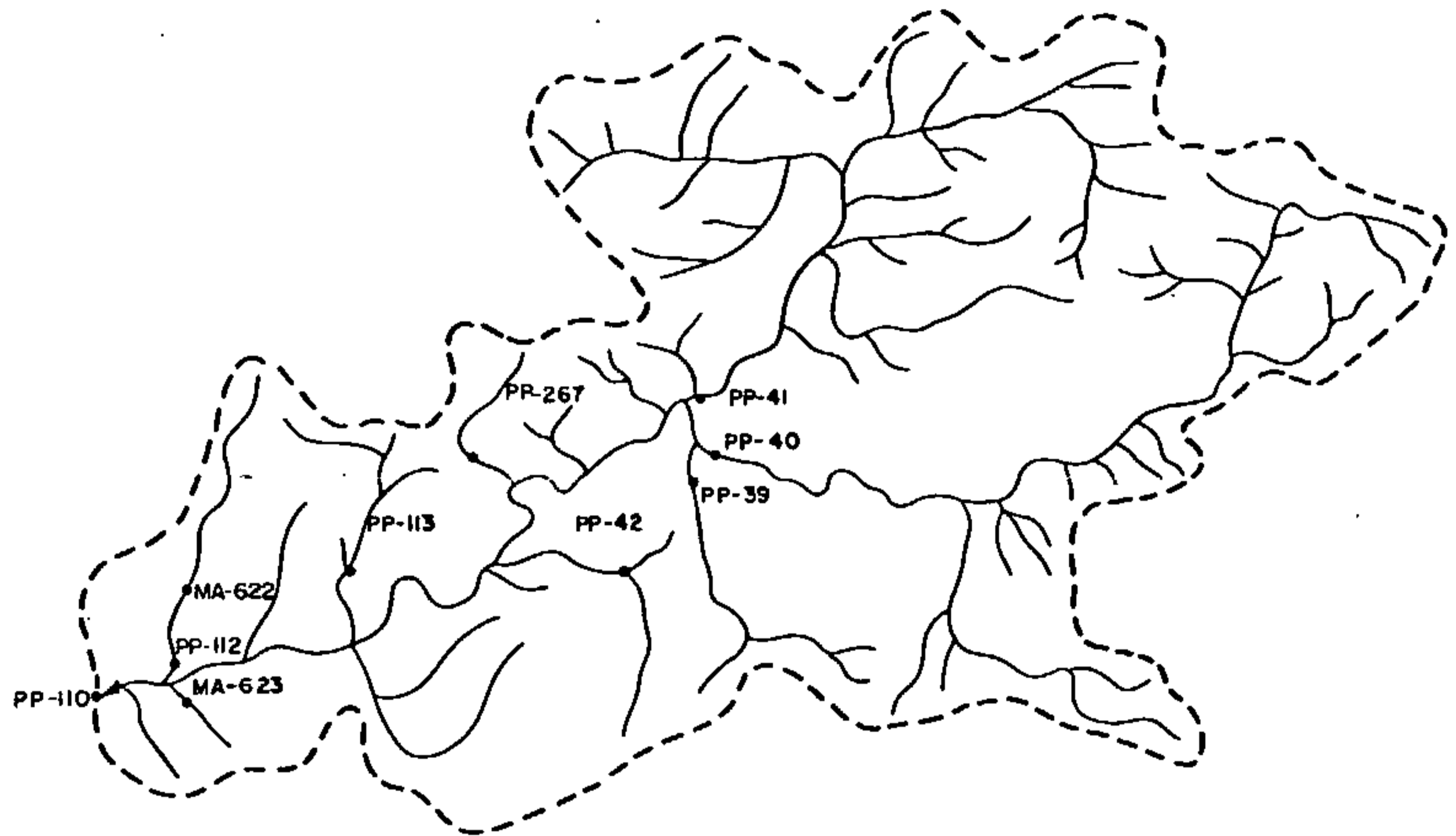
Esta área está localizada nas proximidades de Rio Vermelho, folha de São Bento do Sul, 1:50.000.

Está quase que totalmente contida no domínio das rochas ácidas da bacia de Campo Alegre. No extremo sudoeste, porém, ocorrem rochas sedimentares da mesma bacia.

Nesta área houve maior detalhamento devido ao grande número de valores de arsênio definidos. Nenhum valor, porém, ultrapassou 10 ppm.

Assim, com base nestes dados, considera-se a área como descartada para maior detalhamento.

# ÁREA XXXVII



Amostra	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	As
PP- 39	5	16	22	2	2	7
PP- 40	4	17	45	5	2	10
PP- 41	6	21	55	2	2	10
PP 42	3	15	11	2	2	10
PP- 110	7	22	65	6	7	10
PP- 112	5	21	80	4	4	7
PP- 113	4	19	40	2	2	10
PP- 267	3	14	28	2	2	7
MA- 622	9	26	66	8	7	3
MA- 623	6	27	60	8	4	2

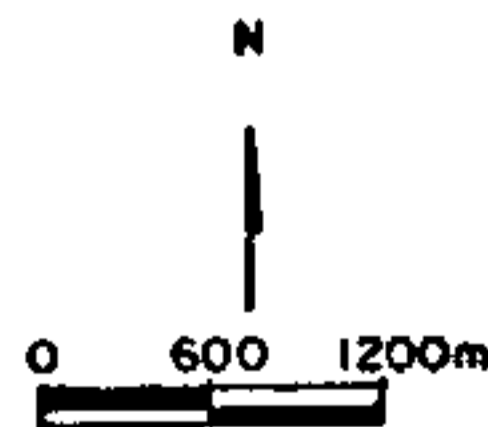


ILUSTRAÇÃO 37

## 9 - CONCLUSÕES

A prospecção geoquímica, tanto regional como de semi-detalhe, permitiu as seguintes conclusões:

1 - A cobertura desenvolvida sobre os vulcanitos está condicionada à sua composição. Quando sobre os termos mais ácidos mostra-se bastante imatura. Isto ocorre devido ao fato de os derrames ácidos constituírem as áreas mais acidetadas, além de serem mais resistentes ao intemperismo. Já sobre os mais básicos, são comuns os solos podzolizados, por razões recíprocas às anteriores.

2 - Os solos sobrepostos às rochas clásticas são mais evoluídos quando se assentam em sedimentos finos, e azonais-litólicos quando sobre os termos mais grosseiros.

3 - O teste  $t$  de Student não mostrou diferença significativa entre as equipes de coleta, tornando-se insignificante o erro introduzido pela variância de amostragem.

4 - Da mesma forma, as técnicas analíticas mostraram-se aceitáveis, permitindo a utilização dos dados analíticos de todos os elementos dosados, à exceção do zinco, que superou a barreira dos 15%, limite considerado, para diversos autores, como normal.

5 - A metodologia de prospecção aplicada revelou-se bastante adequada as condições morfo-climáticas da área, indicando anomalias geoquímicas, confirmadas em primeira instância pelo *fill in*, permitindo-se, inclusive, a seleção de áreas geoquimicamente favoráveis a possíveis mineralizações.

6 - A área de Guaratubinha mostra-se potencialmente mais promissora que a de Campo Alegre, destarte no que se refere a mineralizações não-ferrosas, embora não se possa considerar esta última como estéril.

7 - Duas áreas destacam-se como potencialmente favorá-

veis de conter mineralizações. A primeira, denominada neste trabalho como área I, apresenta associação paragenética entre, principalmente, chumbo e molibdênio, este último com valores bastante altos, além de excelentes resultados de cobre, embora seja provável que não esteja totalmente ligado à mesma paragênese.

8 - A segunda, denominada como área XXI, apresenta excelentes resultados de cobre e chumbo associados, em drenagens provenientes de enclaves de rochas ácidas da sequência vulcanoclástica do Guaratubinha, encaixadas em migmatitos.

9 - Os elementos cobre, cobalto e níquel estão, em vários casos, muito mais correlacionados aos diques básicos - mesozóicos (produto do Arqueamento Ponta Grossa) que cortam no sentido NW, toda a área do projeto, e a núcleos básicos de rochas migmatíticas, do que a possíveis mineralizações, embora, como foi dito, não seja um caso geral.

10 - As análises mineralógicas qualitativas, de um modo geral, não evidenciaram nenhum mineral de interesse econômico.

11 - Feições estruturais condicionaram, em alguns casos, possíveis mineralizações epigenéticas, vinculadas a zonas de falhamentos e fraturamentos.

12 - A área levantada não é estéril a metais não ferrosos.

## 10 - RECOMENDAÇÕES

Como é de conhecimento geral, o verdadeiro intuito de um levantamento geoquímico, da ordem deste aqui apresentado, é selecionar áreas que se mostram promissoras a uma eventual mineralização.

Cumpra, porém, lembrar, que tão importante - quanto selecionar áreas com tais possibilidades, é descartar áreas estéreis. No entanto, como é compreensível que nem toda área promissora esteja mineralizada, podendo vários fatores terem agido para que assim pareça, e só trabalhos mais detalhados podem elucidá-la completamente, também deve ser entendido que as áreas descartadas não são, pelos mesmos fatores, definitivamente estéreis.

Para as áreas selecionadas por este trabalho, recomenda-se, de uma maneira geral, um maior adensamento da amostragem, (sedimento de corrente, solo e rocha) além de um estudo geológico de detalhe, visando uma melhor compatibilização geológico-geoquímica para cada região anômala esclarecendo, então, em definitivo, o potencial da área para eventual pesquisa.

As áreas selecionadas estão graficamente representadas no capítulo 8. Os comentários também estão inseridos no mesmo capítulo.

Aqui é dada, apenas, uma listagem destas áreas com o elemento, ou elementos, responsáveis pela seleção. No entanto, cabe a ressalva de que o trabalho de prosseguimento, seria desenvolvido em subáreas confinadas dentro das áreas relacionadas na página seguinte:

Área I	Cu, Pb, Mo
Área II	Cu, Co, Ni
Área III	Cu, Co, Ni
Área VI	Pb
Área VII	Zn
Área VIII	Zn
Área X	Co, Ni
Área XII	Ni
Área XIII	Ni
Área XIV	Zn, Ni
Área XV	Pb
Área XXI	Pb
Área XXVII	Cu
Área XXVIII	Cu
Área XXXIII	Pb

11 - BIBLIOGRAFIA

- ADDAS, W. - Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira; relatório final - Estudo Orientativo. DNPM/CPRM. São Paulo, 1978, V. V, il, mapas.
- ADDAS, W. e SÁ, C.C. de - Estudo de viabilidade econômica das áreas de Castro, Guaratubinha e Campo Alegre (Reconhecimento Geoquímico Preliminar). DNPM/CPRM. São Paulo, 1976. Inédito.
- BOYLE, R.W. - Elemental associations in mineral deposits and indicator elements of interest in geochemical prospections (revised). Geological Survey of Canada, paper 74-45. Ottawa, 1974, 40 p.
- BOYLE, R.W. - Geochemical Exploration. Canadian Institute of Mining and Metallurgy (CIM), Special, 1971, vol.11, 594 p.
- DANA, E.S. - A Textbook of Mineralogy, John Wiley e Sons, Inc., New York, 1951, 851 p.
- GARRETT, R.G. - The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. Econ. Geol. V.64, 568-569, 1969.
- GOLDSCHMIDT, V.M. - Geochemistry, London, Oxford University Press, 1958, 730 p.
- HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. - Geochemistry in Mineral Exploration, Tokyo, Harper International Student Reprint, 1965, 415 p.
- KOCH JR., G.S. e LINK, R.F. - Statistical Analysis of Geological Data. John Wiley & Son Co., New York, 1970, 375 p.

- KRUMBEIN W.C. e GRAYBILL F.A. - An Introduction to Statistical Models in Geology. McGraw - Hill Book Co., New York, 1965, 475 p.
- LEVINSON, A.A. - Introduction to Exploration Geochemistry.- Calgary Applied Publishing Ltda., Illinois, 1974, 612 p.
- LOPES JR, I. et alii - Projeto Geoquímica na área de Castro Piraí - relatório final - Geoquímica Regional, DNPM/CPRM. São Paulo, 1979, V.I, il., mapas.
- MORRIS, H.T., HEYL, A.V., HALL, R.B. - LEAD - United States Mineral Resources - Geol.Survey Professional Paper 820, - Washington, 1973 (p. 313 - 332).
- PARKER R.L. - Composition of the Earth's crust. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 440-D. Denver, 1967.
- ROSLER, H.J. e LANGE, H. - Geochemical Tables. Elsevier publish. Co., London, 1972, 468 p.
- TILL, R. - Statistical Methods for the Earth Scientist. Macmillan Press Ltd., London, 1974, 154 p.
- TUREKIAN, K.K. & WEDEPOHL, K.H. - Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geol.Soc. Am. Bull, v. 72, 175-192, 1961.
- WEDEPOHL, K.H. - Handbook of Geochemistry. Heidelberg, Springer-Verlag Berlin, v.II.1, 1969; II-2, 1970; II-3, 1972 e II-4, 1974.
- YAMAMOTO, K. et alii - Projeto Geoquímica na área de Castro -Piraí - relatório final - Fill in. DNPM/CPRM. São Paulo, 1979, V.III, Il., mapas.