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

PROJETO INTEGRAÇÃO E DETALHE GEOLÓGICO NO VALE DO RIBEIRA

RELATÓRIO FINAL

METODOLOGIA DE GEOQUÍMICA

VOLUME XIII

Arlei Benedito Macedo

Fernando Batolla Jr.

I-96

SUREMI
CPRM
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1155
N.º de Volumes: 15 V.: 13-S
PRL 008703

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

1981

PROJETO INTEGRAÇÃO E DETALHE GEOLÓGICO NO VALE DO RIBEIRA

Chefe do Projeto: *Fernando Batolla Jr.*

Coordenador da Equipe de Integração:
Antero T. S. F. da Silva
Equipe Executora: *Ódimo Francisconi*
Ângela Maria de Godoy

Coordenador da Equipe de Detalhe:
Cid Chiodi Filho
Equipe Executora: *Armando Teruo Takahashi*
Valdomiro Alegri
José Carlos Garcia Ferreira
Cássio Roberto da Silva
Miguel José Alves
João Baptista Alves Fraga
Antonio Joaquim
José Félix da Silva

Coordenador da Equipe de Geoquímica e Geofísica:
Arlei Benedito Macedo
Equipe Executora: *Luiz Antonio Silva*
José Antonio Cafundó
Eugênio Benedito Alves Fraga
Paulo Eduardo Prazeres de Oliveira

Petrografia: *Nelson de Almeida Fernandes (SUREG-SP)*

Colaboração Especial:
José Peres Algarte (SUREG-SP)
Winston Addas (SUREG-SP)
Morio Hama (SUREG-SP)
Francisco José Fonseca Ferreira (SUREG-SP)

PROJETO INTEGRAÇÃO E DETALHE GEOLÓGICO NO VALE DO RIBEIRA

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DE VOLUMES

VOL. I – INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA – TEXTO

VOL. II – INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA – ANEXO I: MAPAS GEOLÓGICOS

VOL. III – INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA – ANEXO II: MAPAS DE CAMINHAMENTO

VOL. IV – INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA – ANEXO III: FICHAS DE AFLORAMENTOS

VOL. V – INTEGRAÇÃO GEOLÓGICA – ANEXO IV: RESULTADOS DE ANÁLISES

VOL. VI – ÁREA RIBEIRÃO DO ROCHA

VOL. VII – ÁREA RIBEIRÃO DO PERAU

VOL. VIII – ÁREA MINA DO ROCHA

VOL. IX – ÁREA MINA DO PAQUEIRO

VOL. X – ÁREA MINA DA BARRINHA

VOL. XI – ÁREA MINA DO PERAU

VOL. XII – ÁREA MINA DE ÁGUA CLARA

VOL. XIII – METODOLOGIA DE GEOQUÍMICA

VOL. XIV – ANÁLISES QUÍMICAS – ARQUIVO GERAL – I

VOL. XV – ANÁLISES QUÍMICAS – ARQUIVO GERAL – II

CPRM

APRESENTAÇÃO

O Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira, executado através de convênio entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e o Departamento Nacional da Produção Mineral, constou da integração geológica de uma área de 39.200 km^2, à escala de 1:100.000, abrangendo todo o Vale do Ribeira e regiões adjacentes; mapeamento geológico à escala de 1:25.000 de duas áreas mineralizadas a chumbo, sendo estas a área Ribeirão do Perau, com 145 km^2 e a área Ribeirão do Rocha, com 160 km^2; mapeamento geológico e levantamentos geoquímicos e geofísicos nas áreas das minas do Rocha, Paqueiro, Barrinha, Perau e Água Clara. Essas atividades são descritas no presente relatório, composto por quinze volumes. Neste volume estão relatados a metodologia e os resultados gerais dos estudos pedológicos e do levantamento geoquímico, que compreendeu estudos orientativos, locação de malhas, amostragem, análise química, processamento e interpretação de dados. Os resultados particulares, relativos a cada área trabalhada, estão expostos nos volumes a elas dedicados. O presente volume compreende, além do texto, doze tabelas, seis fotos, 18 figuras e um anexo (mapa de solos). Acompanha um apêndice, em volumes (XIV e XV) separados, com o Arquivo Geral do Projeto, contendo informações sobre as amostras coletadas.

SUMÁRIO

1 - RESUMO 1

2 - ABSTRACT 2

3 - INTRODUÇÃO 3

3.1 - Histórico 3

3.2 - Objetivos 4

3.3 - Trabalhos anteriores 5

4 - ESTUDOS PEDOLÓGICOS 7

4.1 - Considerações gerais 7

4.2 - Metodologia de trabalho 7

4.2.1 - Escolha dos perfis 7

4.2.2 - Critérios de descrição 8

4.2.3 - Horizontes de solo 8

4.2.3.1 - Horizonte 0 9

4.2.3.2 - Horizonte A 9

4.2.3.3 - Horizonte B 11

4.2.3.4 - Horizonte C 11

4.3 - Síntese dos solos da área 12

5 - METODOLOGIA 15

5.1 - Estudos orientativos 15

5.1.1 - Considerações gerais 15

5.1.2 - Escolha da área 15

5.1.3 - Amostragem 16

5.1.4 - Processamento dos dados 18

5.1.5 - Critérios de interpretação 18

5.2 - Amostragem 19

5.2.1 - Considerações gerais 19

5.2.2 - Planejamento de amostragem 19

5.2.2.1 - Minerais minérios e rochas 19

5.2.2.2 - Sedimentos de corrente 19

5.2.2.3 - Solos 21

5.2.3 - Locação dos pontos de amostragem 21

5.2.4 - Desenvolvimento da amostragem 22

5.2.4.1 - Rochas e minerais minérios . 22

5.2.4.2 - Sedimentos de corrente 22

5.2.4.3 - Solos 22

5.2.5 - Registro dos dados de campo 24

5.2.6 - Estudo da variância de amostragem 24

5.3 - Preparação e análise das amostras 35

5.3.1 - Considerações gerais 35

5.3.2 - Preparação das amostras 36

5.3.3 - Espectrofotometria de absorção atômica 36

5.3.4 - Espectrografia de emissão 36

5.3.5 - Qualidade das análises por absorção atômica 37

5.3.6 - Teste de peneiramento 41

5.4 - Processamento de dados 49

5.4.1 - Considerações gerais 49

5.4.2 - População-alvo 49

5.4.3 - Sequência de processamento 50

5.4.4 - Processamento eletrônico 51

5.4.4.1 - Programas produzidos pela SECQUI-SP 51

5.4.4.2 - Programas do SPSS 52

5.4.5 - Gráficos de probabilidade 53

5.4.6 - Mapas 58

5.4.6.1 - Mapas de localização das áreas de amostragem 58

5.4.6.2 - Mapas de localização de amostragem 58

5.4.6.3 - Mapas de teores 59

5.4.6.4 - Mapas de isoteores 59

5.4.6.5 - Mapas integrados 59

5.5 - Interpretação integrada 59

6 - RESUMO DOS RESULTADOS 61

6.1 - Generalidades 61

6.2 - Comportamento dos elementos em amostras de solo 62

6.2.1 - Cobre 62

6.2.2 - Chumbo 67

6.2.3 - Zinco 72

6.3 - Prospecção geoquímica por sedimentos de corrente 77

6.3.1 - Considerações gerais 77

6.3.2 - Cobre 77

6.3.3 - Chumbo 79

6.3.4 - Zinco 80

6.4 - Correlação entre elementos 81

7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 84

7.1 - Conclusões 84

7.2 - Recomendações 86

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 87

9 - ANEXOS 90

CPRM

1 - RESUMO

O levantamento geoquímico efetuado como parte do Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira constou de estudos orientativos, estudos pedológicos e prospecção geoquímica de solos e sedimentos de corrente, levados a efeito nas áreas de mina mapeadas pela equipe do Projeto. Foram descritos 30 perfis de solos, sendo estes predominantemente cambissolos, ocorrendo também litossolos, solos podzólicos e solos coluviais. Foram coletadas 3.336 amostras de solos, 21 amostras de sedimentos de corrente e 26 amostras de rochas e minérios. As amostras dos levantamentos de detalhe foram analisadas por absorção atômica, com extração por HNO_3 a quente, para Cu, Pb e Zn, sendo algumas amostras dos estudos orientativos analisadas também para Sb, Ag, Fe, Mn e para Cu, Pb e Zn com extração parcial por EDTA a frio. As amostras de sedimentos de corrente, minérios e rochas foram analisadas por espectrografia de emissão para 30 elementos (padrão). Foram efetuados estudos de variância de amostragem e analítica, que indicaram a adequação dos resultados para prospecção geoquímica e testes de peneiramento, que indicaram diferenças não significativas entre os resultados de análises efetuadas em amostras peneiradas a - 32, - 80 e - 150 *mesh*. Os resultados foram processados por computador eletrônico e através de gráficos em papel de probabilidade lognormal, tendo sido determinados os parâmetros para populações individualizadas por critérios litológicos, geográficos e estatísticos. Os estudos orientativos evidenciaram halos de dispersão associados a mineralizações conhecidas e forneceram parâmetros para os levantamentos regionais, os quais indicaram anomalias, provavelmente relacionadas a mineralizações ainda não evidenciadas. Os dados dos estudos orientativos apresentaram altas correlações entre os teores de Cu, Pb e Zn, enquanto que nas análises dos levantamentos regionais as correlações de Pb com Cu e Zn são menores, permanecendo alta a correlação entre Cu e Zn.

CPRM

2 - ABSTRACT

A geochemical survey was made as part of the Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira, consisting of orientation surveys, soil surveys and geochemical prospecting of soils and stream sediments, undertaken in mine areas mapped by the Project team. Thirty soil profiles were described, mainly cambissols, together with lithossols, podzolic soils and coluvial soils. 3,336 soil samples, 21 stream sediment samples and 26 rock and ore samples were collected. The detailed survey samples were analysed for Cu, Pb and Zn, by atomic absorption spectrography, with hot HNO_3 extraction, while some of the orientation survey samples were also analysed for Sb, Ag, Fe and Mn, and for Cu, Pb and Zn with cold EDTA extraction. The stream sediment, rock and ore samples were analysed by standard emission spectrography (30 elements). Sample and analytical variance studies were made, revealing the suitability of the survey data for geochemical prospecting purposes. Screening testes were also made, showing non significant differences between results of analyses made on - 32, - 80 and - 150 mesh fractions of samples. The results were processed using electronic computer and lognormal probability graph paper, determinating parameters of populations indidualized by lithological, geographical and statistical criteria. The orientation surveys revealed dispersion halos associated to known mineralizations, providing parameters for regional surveys, which indicated anomalies, probably associated with unknown mineralizations. The orientation survey analyses show high correlations between Cu, Pb and Zn concentrations, while in regional survey analyses the correlations of Pb with Cu and Zn are lower, the correlation between Zn and Cu remaining high.

3 - INTRODUÇÃO

3.1 - Histórico

Os serviços de Geoquímica do Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira iniciaram-se em junho de 1978, com a designação do geólogo Arlei Benedito Macedo para esse trabalho. Em agosto foram incorporados à equipe os técnicos José Antônio Cafundó, Antônio Joaquim, Eugênio B.A. Fraga e Luis Antônio Silva, dos quais permaneceram na equipe o técnico Antonio Joaquim até o início de janeiro de 1979, Eugênio Fraga até o final de outubro, José Antônio Cafundó até o final de novembro e Luis Antônio Silva até setembro de 1980, permanecendo no Projeto até o final Arlei Benedito Macedo. Em outubro de 1978 incorporou-se à equipe Vilcinéia A. S. Pimentel, executando trabalhos de secretaria e processamento de dados até julho de 1980. Em abril de 1980 incorporou-se Roylane Barbosa, executando serviços de desenho e processamento de dados até abril de 1981.

Durante os meses de junho a agosto de 1978, foram efetuados os serviços preliminares de levantamento bibliográfico, planejamento e aquisição de material. Os trabalhos de campo iniciaram-se em agosto, com o estudo orientativo para geoquímica de solos efetuado na área do Laranjal, região da Barrinha. Em 25 de setembro iniciou-se o levantamento na região do Perau, com o treinamento dos técnicos para os trabalhos de topografia e amostragem. A sequência das áreas trabalhadas foi:

- Perau: setembro a dezembro de 1978;
- Barrinha: janeiro e fevereiro de 1979;
- Água Clara: março a maio de 1979;
- Paqueiro: julho e agosto de 1979;
- Orientativo do ribeirão do Rocha e prolongamento das áreas do Perau e Água Clara: setembro de 1979.

As épocas indicadas compreendem apenas a coleta de amostras do levantamento geoquímico de detalhe propriamente di

to, ocorrendo concomitantemente em outras áreas serviços de estudo orientativo, montagem de acampamento e finalização. Devido à interrupção das atividades de campo do Projeto não foi efetuado o levantamento regional na área do ribeirão do Rocha, que estava programado para setembro e outubro de 1979.

Com o retorno da equipe a São Paulo, no início de outubro de 1979, iniciaram-se os serviços de escritório, com processamento de dados, confecção de mapas e redação de relatório, que se prolongaram até novembro de 1980. A redação do relatório e a coordenação dos serviços foram efetuadas por Arlei Benedito Macedo, sendo a maioria dos mapas executados por Luis Antônio Silva, tendo Roylane Barbosa preparado os gráficos de probabilidade e auxiliado nos mapas, sendo a conferência do arquivo de dados efetuada por Vilcinéia A.S. Pimentel.

O processamento dos dados foi efetuado por Arlei Benedito Macedo, Vladimir Amâncio de Abreu e Valdir Aparecido Zampieri. Os trabalhos de geoquímica contaram com a consultoria técnica de Winston Addas, Chefe da SECQUI-SP. A supervisão administrativa foi efetuada por Fernando Batolla Jr., chefe do Projeto e José Peres Algarte, chefe da DIVGEM-SP. As atividades de escolha das áreas para os levantamentos e de interpretação integrada dos resultados contaram com a colaboração dos geólogos Cid Chiodi Filho, José Carlos Garcia Ferreira, Cássio Roberto da Silva e Miguel José Alves.

3.2 - Objetivos

Os objetivos propostos para a prospecção geoquímica no âmbito do Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira foram os seguintes:

a) utilizar métodos de prospecção geoquímica de solos para detectar a continuidade dos corpos mineralizados conhecidos nas áreas estudadas em detalhe pelo Projeto;

b) estudar a dispersão dos elementos procurados nos solos da região trabalhada, como auxiliar à prospecção, e pa

ra possibilitar a interpretação dos resultados.

3.3 - Trabalhos anteriores

O primeiro trabalho que relata uma prospecção geoquímica na área abrangida pelo Projeto é o de G. C. Melcher (1960), o qual efetuou a mais extensa amostragem de solo agora realizada na área, totalizando mais de 25.000 amostras, analisadas por técnicas colorimétricas para chumbo. O autor considerou o método como o melhor para pesquisa mineral nas condições do Vale do Ribeira, obtendo,por meio, dele anomalias associadas as mineralizações conhecidas, e novas anomalias que indicaram possibilidade de mineralização.

E.C. Damasceno (1969) efetuou uma pesquisa na mina do Paqueiro, na qual coletou 1.200 amostras de solos, também analisadas colorimetricamente, conseguindo resultados positivos no encontro de novas mineralizações e extensões das já conhecidas.

M.J. Alves *et alii* (1977) empregaram a prospecção geoquímica de solos em conjunto com mapeamento geológico na área da mina do Perau, conseguindo detectar o prolongamento do filão existente.

A equipe da COMINAS (1978) utilizou a amostragem de solos juntamente com mapeamento geológico e prospecção geofísica, considerando a primeira como o método mais eficiente em sua área de pesquisa, contígua à da mina da Barrinha.

I.M. Souza e G. Campanha (1978) efetuaram um levantamento geoquímico preliminar, através da coleta de 550 amostras de solo, na região de São Bento, município de Adrianópolis. Utilizando os dados fornecidos pelo levantamento geoquímico e pelo mapeamento geológico os autores consideraram a área estudada semelhante, em características geológicas e de mineralização, à da jazida do Perau.

A. Morgental *et alii* (1978) realizaram um extenso levantamento geoquímico regional, abrangendo 11.200 km^2 en-

globando toda a área estudada em detalhe pelo Projeto. Foram coletadas amostras de sedimentos de corrente em escala semi-regional (1 amostra/6 km^2) em toda a área e em escala de detalhe (1 amostra/0,6 km^2) nas áreas escolhidas para *follow-up*. A partir desse projeto foram selecionadas áreas promissoras para pesquisa mineral detalhada.

4 - ESTUDOS PEDOLÓGICOS

4.1 - Considerações gerais

Foram realizados nas áreas amostradas estudos visando determinar os tipos de solos existentes e suas relações com os fatores pedogenéticos e metalogenéticos. Esses estudos visaram orientar a amostragem de solos e a interpretação dos resultados das análises químicas para os elementos pesquisados, sendo efetuados em geral de forma simplificada, não constituindo um mapeamento pedológico e tendo aplicação restrita à prospecção geoquímica. Além disso, devido à exiguidade do tempo destinado ao levantamento de solos, a escolha dos perfis não foi sistemática, não se podendo garantir sua representatividade, tanto em relação aos fatores de vegetação e relevo, quanto aos tipos de rocha encontrados na área. Mesmo assim, dada a quase total ausência de trabalhos publicados sobre os solos da área, tentou-se fazer uma síntese das informações obtidas. Os trabalhos existentes, que abrangem a área estudada, são os de M.J. Rauen *et alii* (1977) e de P.J. Fasolo *et alii* (inédito), os quais, como levantamentos de reconhecimento, foram executados na escalada de 1: 300.000, com metodologia adequada a essa escala, insuficiente para as informações de detalhe necessárias para a prospecção geoquímica. Embora reconhecendo esse problema, esses trabalhos foram adotados como guia regional, sendo utilizada em nosso levantamento a nomenclatura neles empregada. Uma cópia ampliada da porção dos mapas citados que abrange a área trabalhada pelo Projeto é apresentada no anexo deste volume.

4.2 - Metodologia de trabalho

4.2.1 - Escolha dos perfis

Os perfis descritos foram escolhidos procurando-se, em cada área, cortes representativos das possíveis variações significativas dos fatores de formação de solo. Considerando ter sido o trabalho efetuado em áreas restritas, foram considerados como invariáveis os fatores de clima, vegetação ori-

ginal e tempo, dentro de cada área de amostragem, sendo então procurados perfis representativos dos tipos litológicos e das diversas situações de relevo que pudessem ter condicionado a formação de tipos diferenciados de solos. O objetivo de representatividade não foi totalmente alcançado, pois com a interrupção da fase de campo do Projeto, durante a execução do levantamento de solos, não foi possível descrever todos os locais já escolhidos, nem selecionar de forma rigorosa os perfis em algumas áreas, sendo então a representatividade dos perfis descritos apoiada na experiência adquirida durante a fase de amostragem.

4.2.2 - Critérios de descrição

A descrição dos perfis não manteve uma metodologia uniforme em todo o trabalho, devido ao pequeno tempo destinado ao levantamento de solos, que forçou em alguns casos a execução de descrições simplificadas. Nos casos em que foi possível, foram utilizadas as tabelas e métodos de G. Ranzani (1969). Para que fossem possíveis comparações foram elaboradas em todos os casos descrições simplificadas, contendo os dados mínimos necessários para caracterização dos solos para prospecção geoquímica. Deu-se ênfase à separação dos horizontes com base nos critérios utilizados pelos geoquímicos, conforme expressos em H.E. Hawkes & J.S. Webb (1965), A.A. Levinson (1974) e W. Addas (1980). As cores foram expressas conforme as traduções da SBCS (1976) e referem-se a amostra úmida.

4.2.3 - Horizontes de solo

Foram denominadas horizontes de solo camadas aproximadamente paralelas à superfície, formadas a partir da ação de fatores químicos, físicos e biológicos (fatores pedogenéticos), que atuam sobre um material parental que pode ser rocha intemperizada *in situ* ou material transportado, em nosso caso, alúvio ou colúvio. Os horizontes de solo foram diferenciados no campo pelas suas propriedades: conteúdo relativo aparente, visível a olho nu, de matéria orgânica, argilas,

óxidos e minerais de rocha; além de textura, estrutura, coloração, plasticidade e presença de cerosidade. Desta maneira, os horizontes foram separados e denominados O, A, B, C e R, sendo cada um deles definido da forma exposta a seguir.

4.2.3.1 - Horizonte O

Foi considerado horizonte O o horizonte superficial orgânico, com proporção aparente de material orgânico superior à de material mineral. Em caso de grande espessura e diferenciação evidente, foram separados os subhorizontes O_1: constituído principalmente por matéria orgânica formada de detritos identificáveis, sem decomposição apreciável; e O_2: constituído principalmente de matéria orgânica decomposta.

4.2.3.2 - Horizonte A

O horizonte A é o horizonte mineral mais superficial, caracterizado por possuir matéria orgânica (em proporção aparente menor que a da parte mineral) e/ou lixiviação de componentes minerais e/ou orgânicos para o horizonte inferior. Devido à sua marcante diferença de comportamento em relação a propriedades importantes para a prospecção geoquímica, foi adotada a sua subdivisão nos subhorizontes A_1 e A_2.

O subhorizonte A_1 foi definido como uma camada superficial, de coloração escura, caracterizada pela acumulação de matéria orgânica, geralmente em forma de humus, em proporção inferior à de material de origem mineral. Para a prospecção geoquímica este subhorizonte é importante devido à sua capacidade de concentrar elementos traços, trazidos à superfície pelos vegetais e pela água, e acumulá-los por absorção aos colóides derivados da matéria orgânica. Tem a desvantagem de ser facilmente contaminado e/ou deslocado de sua posição original ou descaracterizado, quando em regiões de relevo acidentado como o do Vale do Ribeira.

O subhorizonte A_2 é marcado pela acentuada lixiviação que sofre, o que determina sua textura grosseira, com

predominância de areias e siltes, e pequena quantidade de argilas e óxidos de ferro, resultando em pouca consistência e coloração clara. A ausência de colóides de origem mineral (argilas) ou orgânica (humus) diminui bastante sua capacidade de retenção de elementos traços. Esta qualidade, aliada ao fato de que este subhorizonte apresenta as mesmas desvantagens do subhorizonte A_1 para prospecção geoquímica, desaconselham fortemente o material constituinte deste subhorizonte como meio de amostragem, razão pela qual se torna importante sua identificação durante o trabalho de campo, para que não seja confundido com os subhorizontes A_1 e B_2, comumente amostrados.

Nas áreas amostradas para prospecção geoquímica, pela equipe do Projeto, os subhorizontes A_2 bem definidos são raros, ocorrendo apenas em solos podzólicos bem preservados, desenvolvidos em pés de encosta e quebras de gradiente. No entanto, ocorre comumente, mesmo em solos muito pouco desenvolvidos, uma diferenciação entre zonas de predominância de acumulação de matéria orgânica e de predominância de lixiviação, dentro do horizonte A. Nestes casos, devido à importância dessa diferenciação para a dispersão dos elementos traços nos solos, e à impossibilidade da caracterização rigorosa dos subhorizontes de solo sem trabalhos mais detalhados, as zonas de acumulação e lixiviação do horizonte A foram denominadas, para fins práticos de prospecção geoquímica, A_1 e A_2, respectivamente, mesmo que não houvesse uma individualização evidente destes dois subhorizontes.

A transição do horizonte A para o B pode ser brusca, principalmente no caso da existência de um subhorizonte A_2 bem marcado, ou pode ser gradual, passando por um subhorizonte A_3, de propriedades transicionais e mais parecido com A do que com B e um subhorizonte B_1, mais parecido com B que com A, podendo também passar por uma transição não subdividida, denominada então AB.

CPRM

4.2.3.3 - Horizonte B

O horizonte B é caracterizado pelo máximo desenvolvimento, em um perfil, de cor e estrutura, devido ao fato de acumular o material lixiviado dos horizontes superiores, principalmente argilas, íons de elementos traços óxidos e matéria orgânica. O seu subhorizonte mais característico é o B_2, onde mais se notam essas feições, podendo também ocorrer as transições AB ou B_1 (com A) ou B_3 (com C), esta última denominada BC em algumas descrições de perfis, a qual apresenta mistura de material de alteração de rocha ao lado de material que já sofreu influência pedogenética, principalmente iluviação. O material do horizonte B, e em especial o do subhorizonte B_2, é geralmente preferido para amostragem, por ser menos facilmente deslocado que o do horizonte A e principalmente pela sua alta capacidade de retenção de elementos traços, devido à acumulação de colóides de origem inorgânica ou orgânica.

4.2.3.4 - Horizonte C

O horizonte C é constituído de material alterado, podendo ou não exibir estrutura herdada da rocha original, sendo sua transição com o horizonte B brusca ou gradual, podendo haver um subhorizonte BC, um horizonte C de transição sem estrutura de rocha ou uma interdigitação entre os diversos tipos. Geralmente não é alterado pelos processos pedogenéticos, a não ser na transição com o horizonte B ou em linhas de fraqueza determinadas por fraturas ou pelo acamamento. Embora sua capacidade de retenção de elementos traços seja menor do que a do horizonte B, é também usado como meio de amostragem para prospecção geoquímica, devido à sua muito pequena mobilidade, mesmo em regiões de relevo muito acidentado, e à possibilidade de revelar um halo menor e mais acentuado na proximidade imediata da mineralização. Quando o solo se desenvolve sobre material transportado, sendo este alterado e pouco consolidado como no caso dos colúvios,

ele também é considerado horizonte C. Neste caso é evitado como meio de amostragem, assim como o solo dele derivado.

A rocha fresca, que deu origem ao solo no caso em que a transformação ocorreu *in situ* é denominado horizonte R. É às vezes utilizada como meio de amostragem, para localização exata de mineralizações e caracterização geoquímica dos tipos litológicos que deram origem aos solos ou sedimentos amostrados.

4.3 - Síntese dos solos da área

Os solos que ocorrem na área mapeada foram estudados pelo Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, áreas 10 (P.J. Fasolo *et alii*, inédito) e 11 (M. J. Rauen *et alii* 1977). O mapa do Anexo e sua legenda apresentam a classificação adotada pelos autores daqueles levantamentos.

A partir da classificação efetuada pelo levantamento citado, das considerações de A.J. Melfi & G. Pedro (1977) e das observações efetuadas pela equipe do Projeto em pontos de afloramento e de amostragem geoquímica, pode-se apresentar a seguinte síntese, lembrando que tem caráter preliminar, não tendo sido a área submetida a mapeamento sistemático de solos.

Os solos da área estudada situam-se na zona de contato entre as regiões dominadas por solos tropicais, como latossolos e solos podzólicos vermelho-amarelos, e aquelas onde preponderam cambissolos, característicos de climas mais frios, sendo esses climas consequência de latitude mais meridional e/ou de maior altitude.

Observando-se em escala mais detalhada, nota-se a predominância dos tipos terminais, tropicais, nos vales do rio Ribeira de Iguape e seus afluentes, e nas regiões mais planas e de menor altitude, que possibilitam a ação completa dos fatores pedogenéticos. Nas encostas menos escarpadas e

no topo das elevações predominam os cambissolos, com desenvolvimento incompleto dos horizontes, mantendo material primário facilmente intemperizado no horizonte B. Nas encostas mais escarpadas dominam os litossolos, chegando algumas áreas a serem ocupadas por afloramentos de rochas, intercalados a litossolos de muito pequeno desenvolvimento. Desta maneira, os fatores predominantes na definição do tipo de solo desenvolvido em cada ponto da área estudada em detalhe pelo Projeto são o material de origem e o relevo. Devido ao pequeno desenvolvimento da maioria dos solos da região, torna-se fácil determinar o material de origem, em grande número dos pontos examinados, apenas pela observação do solo e dos fragmentos de rocha que nele ocorrem. Essa determinação é prejudicada nos casos em que ocorre um escorregamento de solo, o que acontece nas encostas mais escarpadas. O material escorregado acumula-se no pé das encostas e nas quebras de relevo. Em cima desses colúvios formam-se solos em geral mais desenvolvidos do que os que ocorrem sobre material não escorregado, na região, devido aos fatores pedogenéticos atuarem, no primeiro caso, sobre material já intemperizado. Além disso, devido à menor declividade, há menos erosão e lixiviação lateral, podendo os fatores atuarem mais tempo sobre o material. Entre as rochas do substrato, merecem menção especial os calcários e rochas aparentadas, tais como calco-xistos, rochas calco-silicatadas, etc., que dão origem a solos mais argilosos do que os formados sobre rochas mais silicosas. Os solos formados sobre calcários são bons fixadores de elementos traços, servindo como excelente meio de amostragem para prospecção geoquímica. Em todas as áreas amostradas ocorrem poucos depósitos aluvionares, devido ao generalizado encaixamento dos rios da região e à ocorrência de colúvios. Mesmo nos raros casos em que o rio apresenta uma pequena planície, em geral ela não é constituída por aluviões mas por colúvios escorregados das encostas próximas, sendo seu aplainamento derivado principalmente de erosão e não de deposição.

Para a finalidade de prospecção geoquímica, os so-

los da região mostraram-se favoráveis, embora apresentam os seguintes problemas:

a) o escorregamento generalizado das encostas causa o deslocamento das anomalias; estas podem ser encobertas pelo colúvio;

b) devido ao escorregamento, lixiviação lateral e erosão, os solos das encostas apresentam pouco desenvolvimento. São formados poucos minerais de argila e as argilas resultantes são, em geral, de pequena capacidade de retenção de cátions;

c) a grande quantidade de fragmentos de rocha, existentes em alguns solos da área, dificulta a amostragem, a qual, já obrigada nestes solos a ser realizada em profundidade, torna-se cara e lenta.

Mesmo com os problemas apresentados no parágrafo anterior, os solos da região deram bons resultados como meio de amostragem para prospecção geoquímica. Em todos os casos, os estudos orientativos mostraram claras anomalias associadas às mineralizações conhecidas. Esse fato leva a crer que as anomalias descobertas durante os levantamentos indicarão mineralizações, quando melhor trabalhadas.

5 - METODOLOGIA

5.1 - Estudos orientativos

5.1.1 - Considerações gerais

Em todas as áreas trabalhadas foram conduzidos estudos orientativos, visando conhecer o comportamento da dispersão dos elementos em áreas mineralizadas semelhantes àquelas em que iriam ser efetuados os levantamentos de detalhe. A partir desses estudos foram determinados os horizontes a amostrar, profundidades, espaçamentos de amostragem, métodos de preparação das amostras e elementos a analisar.

5.1.2 - Escolha da área

Na medida do possível, as áreas nas quais foram realizadas os estudos orientativos foram escolhidas selecionando-se, entre os corpos mineralizados presentes, aqueles que apresentassem as seguintes condições:

- as mineralizações deveriam ser semelhantes às que se esperava descobrir a partir do levantamento de detalhe em cada região;
- a área onde seria realizado o estudo orientativo deveria ser o menos afetada possível por ações humanas;
- as condições de solo, relevo, vegetação e rocha do substrato deveriam ser semelhantes às que se esperava encontrar na área a ser prospectada.

Em geral, todas as áreas envolvidas nos estudos orientativos no Projeto apresentaram características compatíveis em essas condições, exceto nos casos seguintes:

- a área do estudo orientativo do Perau, por se encontrar num espigão, mostrou solo diferente dos encontrados durante o levantamento regional, efetuado geralmente a meia encosta;
- na área Mina do Rocha, devido ao fato de ser já

muito prospectada, esperava-se realizar o estudo orientativo em duas áreas distintas e complementares. A primeira seria uma região o mais possível não afetada por ações humanas, a segunda seria uma área muito afetada por ações humanas, com desmatamentos, trincheiras, estradas, plantações, etc. Esta utilização das duas áreas visava determinar o grau de contaminação possível, nos solos estudados. Devido à interrupção inesperada da fase de campo do Projeto só foi efetuado o estudo orientativo na área contaminada.

5.1.3 - Amostragem

A amostragem nos estudos orientativos foi efetuada em furos localizados a distâncias crescentes da mineralização conhecida, seguindo geralmente o espaçamento de 5, 10, 20, 40 e 80 m, resultando furos distanciados de 5, 15, 35, 75 e 155 m de cada lado da mineralização. Foram executadas de uma a três linhas deste tipo em cada estudo.

A abertura dos furos foi efetuada inicialmente com cavadeira boca-de-lobo, até o limite da ferramenta (aproximadamente 1,20 m), prosseguindo depois com trado tipo holandês (foto 1). A amostragem foi do tipo simples, amostrando-se os horizontes principais dos solos presentes. Quando ocorriam, eram preferidos para amostragem os subhorizontes A_1, B_2 e C. Em alguns furos foram tomadas amostras espaçadas de 20 ou 30 cm, para detectar variações e pontos preferenciais de amostragem dentro dos horizontes. Para cada amostra foram recolhidos aproximadamente 2 kg de material, que foram quarteados e divididos em duas partes, constituindo uma amostra normal, enviada ao laboratório e uma de reserva, arquivada na sede de campo do Projeto. Em cada área de estudo orientativo foram coletadas também amostras de minério e rochas encaixantes.

As amostras de rocha e minério foram todas analisadas por espectrografia padrão para 30 elementos e as amos-

CPRM

Foto 1 - Cavadeira boca-de-lobo, trado tipo holandês, bacia plástica e sacos plásticos utilizados para amostragem em estudos orientativos.

tras de solo para Cu, Pb e Zn por absorção atômica, com ataque a HNO_3 a quente, sendo algumas amostras de solo analisadas também para As, Sb, Fe, Mn e algumas para Cu, Pb e Zn com ataque a EDTA a frio. Em dois casos (Barrinha e Rocha) foram comparados os resultados dos peneiramentos a -32, -80 e -150 *mesh*, sendo os outros efetuados todos a -80 *mesh*.

5.1.4 - Processamento dos dados

Os teores para cada elemento foram lançados em gráfico, figurando nas abscissas as distâncias dos pontos de amostragem à mineralização e nas ordenadas os teores em escala aritmética ou logarítmica, conforme a distribuição aparente dos dados. No mesmo gráfico foram lançados os resultados disponíveis dos três horizontes, de forma a comparar visualmente o tamanho dos halos e os contrastes entre área mineralizada e não mineralizada, para cada horizonte. Os resultados das análises do material submetido a teste de peneiramento foram comparados por processo gráfico e por análise de variância.

5.1.5 - Critérios de interpretação

A partir dos resultados do processamento, foram escolhidos os horizontes que fornecessem maior contraste, associados a um halo suficientemente largo para que uma anomalia pudesse ser detectada economicamente, calculando-se o espaçamento mínimo para que um teor indicativo de mineralização pudesse ser localizado no mínimo em duas amostras consecutivas. Dentro do horizonte escolhido, caso houvesse diferença, era escolhida a profundidade mais propícia à amostragem. Em cada área foi estudado o perfil de solo típico, visando fornecer padrões para reconhecimento do horizonte escolhido para amostragem (geralmente horizonte B) e dos horizontes a evitar durante a amostragem (caso do subhorizonte A_2, quando ocorria).

Os resultados da análise de rocha e minério e os trabalhos efetuados anteriormente em cada região foram estu-

dados, visando determinar o melhor conjunto de elementos a analisar, para obter a melhor detecção das mineralizações.

5.2 - Amostragem

5.2.1 - Considerações gerais

Durante a fase de campo do Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira foram coletadas para prospecção geoquímica, 3.336 amostras de solos, 21 de sedimentos de corrente, e 26 de rochas e minérios. O trabalho foi efetuado pelo pessoal da equipe de geoquímica do Projeto, sendo um geólogo e três técnicos de mineração durante todo o tempo e mais um técnico de mineração durante três meses, auxiliados por um número variável (de 2 a 20) de trabalhadores braçais. As atividades de campo estenderam-se de setembro de 1978 a agosto de 1979. Como apoio à amostragem foram levantados 144.115 m de linhas.

5.2.2 - Planejamento de amostragem

5.2.2.1 - Minerais minérios e rochas

As amostras de minerais minérios e rochas foram coletadas como complementação aos estudos orientativos, pertencendo às mineralizações e rochas encaixantes estudadas, e procurando representar os diversos tipos litológicos e de alteração encontrados.

5.2.2.2 - Sedimentos de corrente

A escolha de locais para amostragem de sedimentos de corrente foi efetuada utilizando-se dados do Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira, e procurando-se locais próximos às áreas de minas, com comportamento anômalo em relação aos elementos pesquisados e ainda não submetidos a trabalhos exploratórios detalhados.

CPRM

Foto 2 - Bússola Sokkisha de luneta, usada para loca ção de furos, operada por auxiliar de campo formado no Projeto.

5.2.2.3 - Solos

As áreas para amostragem de solos foram escolhidas visando descobrir continuidades ou extensões de corpos mineralizados conhecidos. Para isto, foram locadas tentando acompanhar controles estruturais e litológicos, ou detalhando locais com anomalias já reveladas por serviços anteriores. As profundidades e os espaçamentos de amostragem foram determinados com base nos estudos orientativos e em trabalhos executados anteriormente na área.

5.2.3 - Locação dos pontos de amostragem

A locação dos pontos de amostragem compreendeu dois tipos de serviços:

a) Topografia de precisão: para traçado de linhas de amarração, linhas mestras e poligonais de controle para áreas de amostragem. Foi efetuada com teodolito Wild T1-A, operado por técnico de mineração. A medição dos ângulos horizontais foi efetuada por processo de azimutes e a das distâncias por estádia, com nivelamento trigométrico, permitindo a precisão angular de 20" por vértice e linear de 1/500. Desta maneira foram medidos 30.640 m de linhas, das quais 8.349 m para apoio à equipe de geologia de detalhe.

b) Topografia expedita: efetuada com bússolas de luneta Sokkisha, com precisão angular de 30' e vertical de 1º, sendo a medição de distâncias efetuada com estádia ou cabo de agrimensor, com distâncias inclinadas compensadas por tabela segundo a fórmula:

$$D_i = D_h/\cos V$$

A operação dos aparelhos foi efetuada, inicialmente, por técnicos em mineração, sendo posteriormente treinados trabalhadores braçais, visando a formação de auxiliares

de campo especializados nessa tarefa (foto 2). De acordo com este processo foram abertos e piquetados, com espaçamento de 25 a 50 m e nivelamento trigométrico expedito, 113.475 m de linhas para geoquímica de solos. Os dados obtidos no levantamento foram processados, resultando em mapas de curvas de nível, empregados para auxiliar a interpretação dos mapas geoquímicos.

5.2.4 - Desenvolvimento da amostragem

5.2.4.1 - Rochas e minerais minérios

Foram coletadas 26 amostras de rochas e minerais minérios, em geral de forma composta, juntando para cada amostra aproximadamente 1 kg de material, proveniente de fragmentos de rocha ou minério, procurando manter homogeneidade do tipo litológico e estado de alteração em cada amostra e em sua duplicata de campo.

5.2.4.2 - Sedimentos de corrente

Foram coletadas 21 amostras de sedimentos de corrente segundo os procedimentos normalmente utilizados pela SECQUI-SP.

A amostragem efetuada foi do tipo composta, com a coleta em vários pontos da linha de drenagem, numa extensão aproximada de 30 m. O material foi coletado com as mãos e peneirado no local com peneira de malha de 2 mm, sendo homogeneizado, quarteado e embalado em dois sacos plásticos de 1 kg aproximadamente. Um dos sacos foi enviado ao laboratório e o outro ficou arquivado na sede de campo do Projeto, em Adrianópolis.

5.2.4.3 - Solos

Foram coletadas 3.336 amostras de solo, pelo pessoal da equipe de geoquímica do Projeto. A amostragem foi efetuada através da sequência seguinte:

a) abertura do furo com cavadeira boca-de-lobo. Es

ta ferramenta foi preferida ao trado usado em serviços semelhantes por três motivos: (1) possibilita abertura de um furo largo, permitindo ao amostrador um exame direto do material, sem a deformação causada pelo trado. Este exame direto às vezes é fundamental para a distinção entre os subhorizontes A e B, quando úmidos; (2) permite maior velocidade pois é ferramenta já utilizada normalmente pelo pessoal da região; além disso o furo pode ser aberto sem a presença do amostrador, por equipes de furação que se deslocam à sua frente; (3) nos casos, como o da mina do Perau, em que o solo é muito pedregoso, o trado não pode ser aplicado, obrigando à utilização da cavadeira e às vezes de trépano para romper as pedras. O material utilizado para amostragem é apresentado na foto 3;

b) escolha do horizonte a amostrar, pelo técnico encarregado da amostragem. Os amostradores foram sempre técnicos de mineração, tomando-se o cuidado de que o mesmo técnico efetuasse toda a amostragem em cada área, de modo a que não houvesse diferenças de critério, mesmo pequenas, em cada região amostrada. O trabalho foi supervisionado pelo geólogo encarregado do levantamento geoquímico do Projeto, de modo a não haver diferença de critério entre as diferentes áreas. O horizonte a amostrar foi determinado pelos estudos orientativos, sendo geralmente o subhorizonte B_2.

c) retirada da amostra, de forma simples. Nos casos do não encontro do horizonte preferido o furo era feito novamente, nas proximidades. Se mesmo nesse caso não era encontrado, amostrava-se o horizonte C;

d) homogeneização da amostra, feita com as mãos, em bacia plástica (fotos 4 e 5);

e) quarteamento e colocação de aproximadamente 1 kg de material em dois sacos plásticos (foto 6);

f) fechamento de furo.

5.2.5 - Registro dos dados de campo

Os dados obtidos durante a amostragem no campo foram anotados em fichas padronizadas da CPRM, reunidas em cadernetas. A figura 1 exibe uma página de caderneta, sendo os códigos padronizados mostrados na tabela I; os campos destinados à codificação livre foram preenchidos seguindo os códigos indicados na tabela II. No preenchimento foram seguidas as instruções do Manual de Geologia da CPRM, relativos à amostragem geoquímica.

5.2.6 - Estudo da variância de amostragem

Foi efetuado um estudo sobre a variância de amostragem, através da coleta, em 95 pontos, de duas amostras, em furos contíguos. Para detectar o máximo de variabilidade possível, as amostras foram coletadas e analisadas em épocas diferentes. As determinações analíticas resultaram nas tabelas III e IV, que mostram os resultados para as amostras e duplicatadas. As diferenças foram testadas pelo método de R.G.Garret (1969), que compara a variância conjunta de amostragem e analítica com as variâncias dos conjuntos de dados provindos da amostra normal e da duplicata. É utilizada a fórmula:

$$S^2_{SA} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{(X_{1i} - X_{2i})^2}{2}$$

onde, S^2_{SA} = Variância conjunta de amostragem e analítica

X_{1i} = logaritmo do teor em uma amostra normal

X_{2i} = logaritmo do teor em uma amostra duplicata

Foto 3 - Material usado para amostragem de solos no levantamento regional: cavadeira boca-de-lobo, bacias plásticas, trena, martelo de geólogo (para identificação de fragmentos de rocha), sacos plásticos, fita crepe, mochila para transporte e pá reta (cortadeira) para fechamento do furo.

Foto 4 - Retirada do material amostrado da cavadeira e colocação em bacia plástica.

Foto 5 - Desagregação e homogeneização da amostra, efetuada com as mãos, em bacia plástica, antes do quarteamento.

CPRM

Foto 6 - Amostra normal e duplicata, exibindo também o furo fechado e o piquete para identificação, com placa de alumínio.

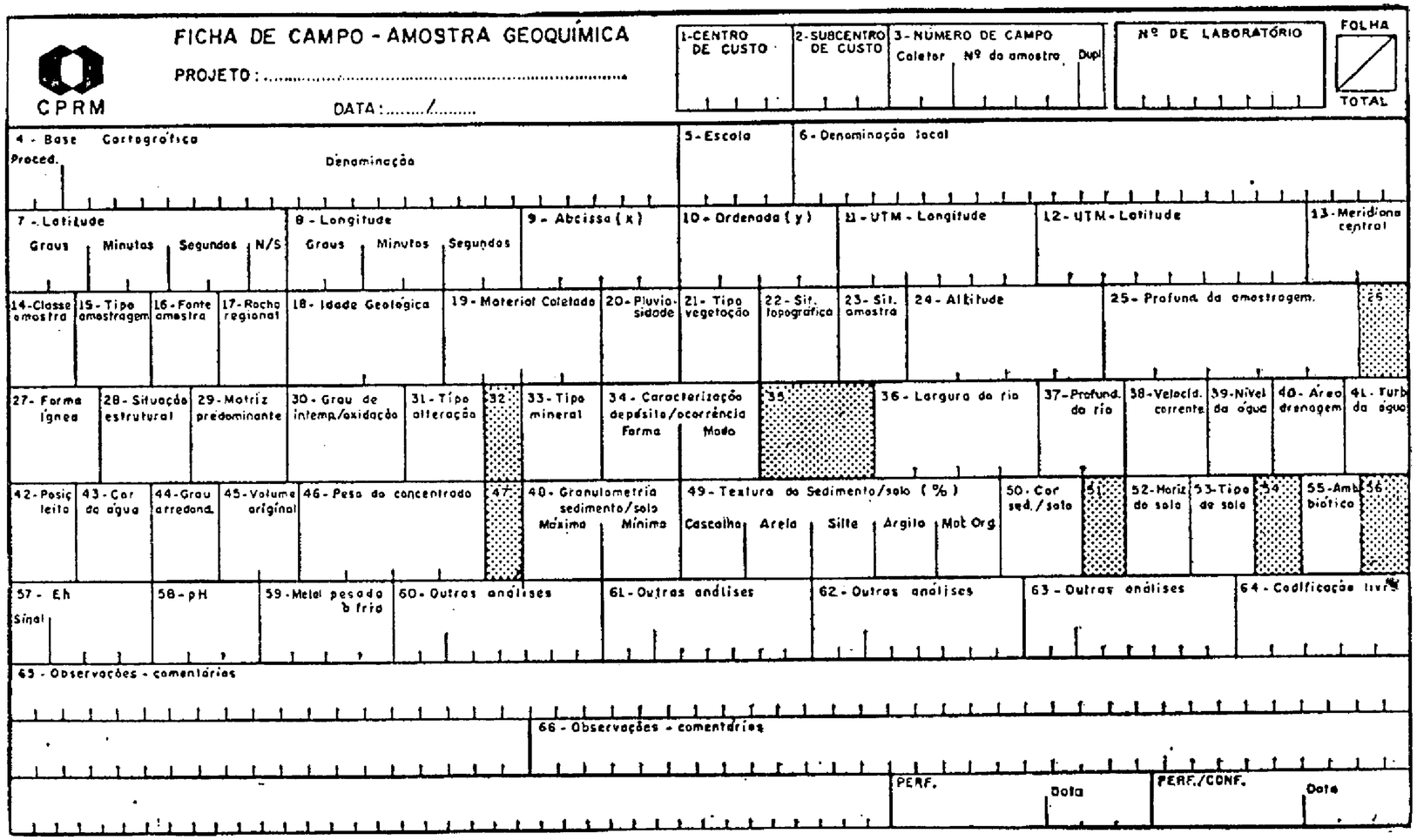


Figura 1: Página de caderneta para anotação de observações efetuadas durante amostragem geoquímica.

CPRM

19 MATERIAL COLETADO INÃO SE APLICANDO QUALQUER DOS CÓDIGOS ABAIXO, ESTABELEÇA OUTROS E COMUNIQUE AO DEGEOI

ÁGUA FREÁTICA	AGFT	CASCALHO	CSCL	FELSITO	FLST	JACIPIRANGUITO	JPGN	NEFELINAMONZONITO	NFMZ	RIODACITO	RDCT
AGUA FLUVIAL	AGFV	CATACLASITO	CTCL	FENITO	FNIT	JASPILITO	JPLT	NEFELINASIENITO	NFSN	RIOLITO	RILT
AGLOMERADO	AGLM	CAULIM	CALM	FILITO	FLTO			NEFELINITO	NFLT	ROCHA DE DIQUE	RDIQ
ALASKITO	ALSK	CHARNOCKITO	CHRK	FILONITO	FNTO			NÓDULOS	NDLO	ROCHA GRANÍTICA	RGNT
ALCANIGRANITO	ALGR	CHERT	CHRT	FOIAITO	FOIT	KERATÓFIRO	KRFR	NORDMARKITO	NDMR	ROCHA ÍGNEA	RIGN
ALCALISIENITO	ALSN	COLUVIÃO	COLV	FOLHELHO	FLHH	KIMBERLITO	KMBL	NORITO	NRTO	ROCHA METAMÓRFICA	RMET
ALUVIÃO	ALUV	CONC NATURAIS	CNNT	FOLHELHO CARBONOSO	FLHC			OCEANITO	OCNT	ROCHA PLUTÔNICA	RPLT
ANDESITO	ANDS	CONC ARTIFICIAIS	CNAR	FONOLITO	FNLT			OLIVINABASALTO	OBSL	ROCHA SEDIMENTAR	RSED
ANFIBOLITO	ANFB	CONCR APENDAS	CARN	FOSFATO	FSFT	LAMPROFIRO	LMPF	OLIVINAGABRO	OGBR	ROCHA VULCÂNICA	RVLC
ANIDRITA	ANDR	CONCR CARBONATICAS	CCAR	FOSFORITO	FSIT	LATERITA	LTRT	OOZE	OOZE	RAIZES	RAIZ
ANORTOSITO	ANRT	CONC FERRUGINOSAS	CFER	FOLHAS	FLHA	LATITO	LTIT	ORTOQUARTZITO	OROZ		
ANTRACITO	ANTR	CONCR MANGANIFERAS	CMAN	FRUTOS E/OU SEMENTES	FRTO	LAVA	LAVA	ORTOGNAISSE	ORGN	SERPENTINITO	SRPN
APLITO	APLT	CONCR PIRITOSAS	CPIR			LEUCITAFONOLITO	LCFN			SHONQUINITO	SNON
ARCÓSEO	ARCS	CONCR SILICOSAS	CSIL			LEUCITASIENITO	LCSN			SIENITO	SINT
ARDÓSIA	ARDS	CONGLOMERADO	CNGL	GABRO	GBRO	LIMBURGITO	LMBG			SILTE	SILT
AREIA	AREA	COQUINA	COQN	GIPSO	GPSO	LIMONITA	LMNT	PARAGNAISSE	PRGN	SILTITO	SLTT
ARENITO	ARNT	CROMITITO	CRMT	GNAISSE	GNSS	LINHITO	LNHT	PEGMATITO	PGMT	SODALITASIENITO	SOSN
ARENITO LÍTICO	ARLT	CAULE	CALE	GOSSAN	GSSN	LOESSITO	LSST	PELITO	PLIT	SOLO	SOLO
ARENITO LITOFELDSPÁTICO	ARLF			GRANITO	GRNT	MALIGNITO	MLGN	PERACIDITO	PRCD	TACTITO	TCTT
ARGILA	ARGL			GRANODIORITO	GRDR	MANGERITO	MNGT	PERIDOTITO	PRDT	TAQUILITO	TQLT
ARGILITO	ARGT			GRANULITO	GRNL	MARGA	MRGA	PICRITO	PCRT	TEFRITO	TFRT
AUGENGNAISSE	AUGS			GRAUVACA	GRVC	MARMORE	MPMR	PIROXENITO	PRXT	TERALITO	TRLT
BASALTO	BSLT			GREENSTONE	GRNS	MATERIAL DE VEIO	MTRV	PORFIRITO	PRFR	TESCHENITO	TSCN
BASALTO TOLEÍTICO	BTLT	DACITO	DCIT	GREISEN	GRSN	MELAFIRO	MLFR	PÓRFIRO	PRFO	TILITO	TILT
BASANITO	BSNT	DIABÁSIO	DIBS	GRIT	GRIT	METABASITO	MBST	PLANTA INTEIRA	PLIN	TINGUAÍTO	TNGT
BAUXITO	BAXT	DIATOMITO	DTMT			METAGABRO	MGBR			TONALITO	TNLT
BENTONITA	BNTN	DIORITO	DORT			METAPERIDOTITO	MPRT	QUARTZITO	QTZT	TRAQUIANDESITO	TRAD
BOSTONITO	BSTN	DOLOMITO	DLMT			METASEDIMENTO	MSED	QUARTZO	QRTZ	TRAQUIBASALTO	TRBS
BRECHA	BRCH	DUNITO	DUNT			METAVULCÂNICA	MVLC	QUARTZO BASALTO	QZBS	TRAQUITO	TRQT
B. DE FALHA	BRFL					MIGMATITO	MGMT	QUARTZO DIORITO	QZDR	TRAVERTINO	TRVT
B. VULCÂNICA	BRVL			HORNBLENDITO	HBLD	MILONITO	MLNT	QUARTZO GABRO	QZBG	TUFO	TUFO
BROTOS	BRTO	ECLOGITO	ECLG	HORNFELS	HRFL			QUARTZO KERATÓFIRO	QZKT	TURFA	TRFA
CALCARENITO	CCRN	EMBRECHITO	EMBR	HUMUS	HUMS			QUARTZO LATITO	QZLT		
CALCÁRIO	CALC	EPIBOLITO	EPBL					QUARTZO MONZONITO	QZMZ	VIDRO VULCÂNICO	VVLC
CALCÁRIO DOLM	CLCD	EPIDIABÁSIO	EPDB			MONZONITO	MNZN	QUARTZO PORFIRITO	QZPT	VITRÓFICO	VTRF
CALCÁRIO FERRG.	CLFR	EPIDIORITO	EPDR			MUDSTONE	MDSN	QUARTZO PÓRFIRO	QZPR	XISTO	XSTO
CALCÁRIO OOLITIC.	CLOL	EPIDOTITO	EPDT					QUARTZO SIENITO	QZSN	XISTO BETUMINOSO	XSBT
CALCÁRIO SILIC.	CLSL	ESKARNITO	ESKN								
CALICHE	CLCH	ESPILITO	ESPL	IGNIMBRITO	IGMB						
CARBONATITO	CABN	ESSEXITO	ESSX	IJOLITO	IJLT						
CARVÃO	CARV	EVAPORITO	EVPR	ITABIRITO	ITBR						

14-CLASSE DA AMOSTRA
S - Sed. Corrente
R - Rocha
L - Solo
B - Conc. Satélite
V - Vegetação
A - Água
M - Mineral/Minério
Z - Outras

15-TIPO DE AMOSTRAGEM
A - Simples
B - Composto
C - Canal
Z - Outros

16-FONTE DA AMOSTRA
A - Afloramento
B - Mina
C - Poço
D - Trincheira
E - Sondagem
F - Solo Residual
G - Solo Transportado
H - Solo não especificado
I - Pântano
J - Fonte
K - Mar
L - Rio
M - Lago
Z - Outras

17-ROCHA REGIONAL
A - Não Identificada
B - Sedimentar
C - Metamórfica
D - Ígnea Intrusiva
E - Vulcânica
F - Conglomerado
G - Arenito
H - Siltito
I - Argilito
J - Folhelho
K - Seq. Carbonática

17-ROCHA REGIONAL (cont.)
L - Arósia
M - Gnaisse 1-Cataclástico
N - Xisto 2-Vulcanoclástica
O - Quartzito
P - Mármore
Q - Filito
R - Hornfels
S - Ígnea Ácida
T - Ígnea Alcalina
U - Ígnea Máfica/Ultram.
V - Vulc. Ácida
X - Vulc. Básica/Interm.

18-IDADE GEOLÓGICA (2 colunas)
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 - Indeterminado

2ª Coluna
I - Inferior
M - Médio
S - Superior
X - Indeterminado

20-PLUVIOSIDADE DURANTE A COLETA
A - Período Seco
B - Chuvas esparsas
C - Chuvas diárias
D - Chuvas fortes recentes
E - Chuvas torrenciais

21-TIPO DE VEGETAÇÃO
A - Terra cultivada/pastagens
B - Floresta Fechada
C - Floresta Aberta
D - Cerrado/Agreste
E - Cerrado
F - Pantanal
G - Mangue

22-SITUAÇÃO TOPOGRÁFICA
A - Pé de Encosta
B - Meia Encosta
C - Topo

23-SITUAÇÃO DA AMOSTRA
A - Leito Seco
B - Leito Ativo ao N. Água
C - Leito Ativo Acima N. Água
D - Leito Ativo Acima N. Água
E - Banco
F - Superfície

27-FORMA ÍGNEA
A - Plutônica
B - Extrusiva
C - Dique ou Sill

28-SITUAÇÃO ESTRUTURAL
A - Fratura ou Junta
B - Cisalhada ou Falha
Z - Outra

29-MATRIZ (Predominante)
A - Sílica
B - Fe/Mn
C - Carbonato
D - Argila
Z - Outra

30-GRAU INTEMPERISMO/Oxidação
A - Decomposto ou Oxidado
B - Parcialmente ou Oxidado
C - Fresco ou não Oxidado

31-TIPO DE ALTERAÇÃO
A - Propilitização
B - Argilitização
C - Silicificação
D - Sericitização
E - Feldspatização
Z - Outros

33-MINERAL/MINÉRIO
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

34-CARACT. DEP. MIN.
A - Veio
B - Amas
C - Estratiforme
D - Nível Mineralizado
E - Veio+Amas
F - Veio+Estratiforme
G - Amas+Estratiforme
H - Veio+Amas+Estratif.

A - Maciço
B - Disseminado
C - Substituição
D - Preenchimento
E - Maciço + Substit.
F - Maciço + Preench.
G - Disseminado+Subst.
H - Disseminado+Preench.

38-VELOC. CORRENTE
0 - Parada
1 - Lenta
2 - Baixa
3 - Moderada
4 - Rápida

39-NÍVEL DA ÁGUA
0 - Seco
1 - Baixo
2 - Normal
3 - Alto
4 - Caudaloso

40-ÁREA DRENAGEM
1- Até 10 Km²
2- 10Km² - 50 Km²
3- 50Km² - 100 Km²
4- 100Km² - 500 Km²
5- 500Km² - 1000 Km²
6-1000Km² - 10000 Km²
7-Acima de 10000 Km²

41-TURBIDEZ DA ÁGUA
0-Nenhuma 2-Moderada
1-Pouca 3-Muita

42-POSIÇÃO NO LEITO
D- Margem Direita
E- Margem Esquerda
C- Calha

43-COR DA ÁGUA
A - Clara
B - Vermelha
C - Marrom
D - Cinza
E - Preta
F - Branca
G - Laranja
H - Verde
I - Amarela

44-ARREDONDAMENTO
A - Anguloso
B - Subanguloso
C - Subarredondado
D - Arredondado

45-GRANULOMETRIA (Use 2 colunas)
Máximo e mínimo
A-Maior do que
B-2,00 mm - 9 Mesh Tyler
C-1,00 mm - 16 " "
D-0,50 mm - 32 " "
E-0,25 mm - 60 " "
F-0,177 mm - 80 " "
G-0,147 mm - 100
M-Menor do que

49-TEXTURA DO SOLO/SED
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

50- COR DO SOLO
Idêntico ao Campo 43

52-HORIZONTE SOLO
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

53-TIPO DE SOLO
A - Laterítico
B - Salino
C - Orgânico
D - Calcário Bem Drenado
E - Calcário Mal Drenado
F - Jovem
G - Não especificado

55-AMBIENTE BIÓTICO
A - Xerófita
B - Mesófita
C - Hidrófita
D - Freatófita
E - Halófita
F - Epífita
G - Parasítica
H - Saprofítica

Tabela I: Códigos utilizados para preenchimento de caderneta de amostragem geoquímica.

CPRM

Tabela II: Códigos utilizados para preenchimento dos campos destinados à Codificação Livre

Código 1 - coluna 44: Área ou Sub-área

A: Orientativo Perau
B: Perau Norte 1 - Horizonte B
C: Perau Norte 1 - Horizonte C
D: Perau Norte 2 - Horizonte B
E: Perau Norte 2 - Horizonte C
F: Perau França
G: Perau Sul Antiga
H: Perau Azurita
I: Perau Faria
J: Perau Linha Geofísica
K: Orientativo Laranjal
L: Barrinha 1
M: Barrinha 2
N: Orientativo Água Clara
O: Água Clara - Morro do Zinco
P: Água Clara - Binos
Q: Orientativo Paqueiro
R: Paqueiro Regional
S: Orientativo Rocha

Código 2 - coluna 45:

O: amostra normal, de regional
A,B,C etc. (conforme a amostra, quando estiver no número original): amostras de orientativo, amostradas por horizonte ou de 30 em 30 cm.
V: Amostra para variância de amostragem
R: Réplica de laboratório
S: Sedimento de corrente

Código 3 - coluna 46: Horizonte de solo

A, B, C ou 0: não se aplica ou desconhecido

Código 4 - coluna 47: Material coletado

F: Solo autóctone residual
G: Solo Alóctone
S: Sedimento de corrente
M: Minério
R: Rocha
H: Solo não especificado
D: Trincheira

Código 5 - coluna 48: Litologia

A: Calcário
B: Calco-silicatada (Perau)
C: Calco-xisto (Barrinha e Paqueiro)
D: Xisto (Barrinha, Água Clara e Perau)
E: Arenito (Barrinha e Perau)
F: Diabásio
G: Metabasito
H: Quartzito
I: Galena

Tabela III: Teores de Cu, Pb e Zn, em amostras normais e duplicatas, para verificação de variância de amostragem, coletadas pela equipe LA.

AMOSTRAS NORMAIS				DUPLICATAS			
Nº	Cu	Pb	Zn	Nº	Cu	Pb	Zn
LA0468	45	65	70	LA1476	40	80	80
LA0502	28	180	40	LA1477	30	180	55
LA0582	35	60	30	LA1478	55	80	65
LA0534	29	65	35	LA1479	40	90	45
LA0591	35	45	26	LA1480	80	70	75
LA0622	55	75	60	LA1481	65	90	80
LA0651	50	70	50	LA1482	60	80	75
LA0681	90	290	70	LA1483	100	180	85
LA0701	75	55	60	LA1484	95	50	65
LA0726	110	35	40	LA1485	120	50	50
LA0756	70	70	45	LA1486	120	80	80
LA0776	16	8	12	LA1487	20	16	18
LA0802	40	16	60	LA1488	65	20	80
LA0849	50	85	45	LA1489	50	90	50
LA0821	27	30	45	LA1490	30	35	55
LA0892	50	100	80	LA1491	40	90	75
LA0933	50	60	40	LA1492	35	45	35
LA0960	14	70	30	LA1493	20	95	50
LA1018	23	40	35	LA1494	40	30	55
LA1068	10	14	8	LA1495	12	20	10
LA1112	28	40	40	LA1496	35	50	50
LA1172	35	55	30	LA1497	55	80	55
LA1226	40	380	130	LA1498	50	460	180
LA1305	30	55	30	LA1499	35	80	50
LA1310	45	500	55	LA1500	55	400	70
LA1367	40	27	45	LA1501	45	35	65
LA1368	40	18	40	LA1502	40	20	50
LA1470	40	55	55	LA1503	40	40	65
LA1427	10	20	16	LA1504	16	26	27
LA1447	24	35	70	LA1505	26	55	60
LA0244	35	14	50	LA1506	28	20	40
LA0284	26	16	55	LA1507	28	22	55
LA0315	30	6	30	LA1508	40	6	30
LA0366	40	6	26	LA1509	35	8	26
LA0416	55	10	29	LA1510	95	8	40
LA0398	24	20	45	LA1511	55	8	55
LA0449	28	6	30	LA1512	35	8	45
LA0024	35	9	60	LA1513	50	8	85
LA0011	60	18	50	LA1514	130	6	65
LA0044	65	1,5	50	LA1515	75	1,5	30
LA0063	120	0,9	65	LA1516	100	4	70
LA0071	450	40	75	LA1517	430	45	90
LA0101	100	190	420	LA1518	340	150	460
LA0127	30	20	65	LA1519	40	22	70
LA0153	19	11	55	LA1520	18	10	50
LA0182	19	7	45	LA1521	24	16	60
LA0212	19	10	30	LA1522	20	18	35
LA0243	19	9	27	LA1523	35	20	35

Tabela IV: Teores de Cu, Pb e Zn, em amostras normais e duplicatas, para verificação de variância de amostragem, coletadas pelas equipes EF e JA.

AMOSTRAS NORMAIS				DUPLICATAS			
Nº	Cu	Pb	Zn	Nº	Cu	Pb	Zn
EF0778	35	60	15	EF1123	40	75	18
EF0773	22	35	21	EF1124	20	35	20
EF0641	40	30	27	EF1125	45	35	28
EF0653	45	40	35	EF1126	40	40	35
EF0547	23	19	17	EF1127	22	24	20
EF0499	30	20	23	EF1128	35	20	26
EF0472	30	30	19	EF1129	50	30	24
EF0491	230	120	95	EF1130	240	100	75
EF0838	90	29	35	EF1131	140	40	40
EF0593	65	22	35	EF1132	60	28	40
EF0513	45	20	22	EF1133	50	22	20
EF0725	45	17	19	EF1134	50	20	20
EF0663	65	17	45	EF1135	80	26	50
EF0741	110	30	95	EF1136	150	35	120
EF0748	130	29	45	EF1137	140	35	50
EF0752	420	40	65	EF1138	460	40	70
EF0759	100	30	29	EF1139	130	35	40
EF0767	40	28	12	EF1140	60	30	20
EF0555	26	14	18	EF1141	26	20	20
EF0992	75	120	50	EF1147	110	150	60
EF0976	130	150	60	EF1148	130	130	60
EF1010	70	140	140	EF1144	70	150	150
EF1000	110	160	100	EF1145	110	100	140
EF0969	30	55	50	EF1146	200	180	55
EF0957	75	55	50	EF1149	60	40	55
EF0955	120	620	50	EF1150	300	550	60
EF1121	75	190	35	EF1151	60	160	30
EF1106	40	70	35	EF1152	50	85	30
EF0413	30	10	26	EF1153	35	16	35
EF0402	30	8	25	EF1154	40	14	35
EF0275	13	14	24	EF1156	16	16	30
EF0306	23	12	26	EF1157	24	14	28
EF0331	35	11	30	EF1158	30	22	35
EF0373	50	5	30	EF1159	30	12	35
EF0395	30	6	47	EF1160	35	10	55
EF0340	26	6	35	EF1161	30	10	40
EF1067	28	16	26	EF1142	30	20	26
EF1070	35	20	40	EF1143	35	22	28
JA0085A	35	320	260	JA0093A	30	290	200
JA0085B	45	260	260	JA0093C	40	210	180
JA0085C	450	3000	1200	JA0093G	95	550	700
JA0090A	95	3100	240	JA0095A	400	13000	620
JA0090B	260	6400	530	JA0095C	200	4800	400
JA0090C	400	9700	690	JA0090J	440	13000	670
JA0075A	29	300	120	JA0094A	30	340	120
JA0075B	50	190	180	JA0094C	60	270	180
JA0075C	22	40	65	JA0094F	60	200	110

Tabela V: Estatísticas utilizadas para o teste de variâncias conjuntas de GARRET (1969), para amostras coletadas em duplicatas no Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira.

	Total (95)			LA (48)			EF (38)			JA (9)		
Estimadores	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
S^2_{SA}	0,021	0,020	0,008	0,019	0,018	0,011	0,015	0,013	0,0036	0,059	0,061	0,015
S^2_1	0,104	0,292	0,066	0,082	0,306	0,064	0,097	0,208	0,054	0,257	0,591	0,134
S^2_2	0,112	0,247	0,060	0,091	0,269	0,059	0,118	0,156	0,054	0,207	0,531	0,093
$\overline{X}_1$	1,641	1,597	1,661	1,576	1,469	1,642	1,700	1,491	1,541	1,928	2,893	2,444
$\overline{X}_2$	1,723	1,682	1,729	1,676	1,560	1,742	1,774	1,574	1,585	1,960	2,966	2,444
F_1	4,95	14,60	8,25	4,32	17,00	5,82	6,47	16,00	14,95	4,36	9,67	8,67
F_2	5,33	12,35	7,50	4,80	14,94	5,36	7,80	12,00	14,95	3,51	8,69	6,01
Fc(5%,1,2N-2)	3,90			3,95			3,98			4,49		

S^2_1 = Variância das amostras normais

S^2_2 = Variância das duplicatas

$\overline{X}_1$ = Média das amostras normais

$\overline{X}_2$ = Média das duplicatas

F_1 = Fator de variância para amostras normais

F_2 = Fator de variância para duplicatas

F^2 = Estatística de Fisher-Snedecor para 1 e 2N-2 graus de liberdade, ao nível de significância de 5%

$$S^2_{SA} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \frac{(X_{1i} - X_{2i})^2}{2}$$

X_{1i} = log do valor da amostra de rotina

X_{2i} = log do valor da amostra duplicata

N = nº de pares

CPRM

A variância conjunta é comparada com as variâncias dos logaritmos dos teores das amostras normal e duplicata, sendo as razões resultantes testadas utilizando a estatística F de Fisher-Snedecor, ao nível de significância de 5%, com um grau de liberdade do numerador e 2n - 2 graus de liberdade no denominador.

A tabela V resume os resultados dos testes, para os subconjuntos amostrados por LA, EF e JA e para o total dos dados, indicando os resultados experimentais e os valores críticos segundo W. Bussab & J. Severo (1974), interpolados para valores aproximados conforme o número de graus de liberdade. Em nenhum dos casos o valor experimental da estatística foi menor do que o valor crítico, indicando que a variação entre duplicatas é significativamente menor que a variação entre os diversos locais de amostragem, sendo assim estes dados aceitáveis para determinar a variabilidade geoquímica, para os elementos analisados, na área estudada.

5.3 - Preparação e análise das amostras

5.3.1 - Considerações gerais

Os diversos materiais estudados foram sempre coletados em duplicata, ficando uma das parcelas arquivada na sede de campo do Projeto, sendo a outra enviada a SECQUI-SP, em cujo laboratório foi efetuada a preparação. Em seguida as amostras foram enviadas aos laboratórios, sendo a maioria analisada no LAMIN (CPRM/Rio) e 329 amostras, provenientes de estudos orientativos, analisadas nos laboratórios da Puriquima em São Paulo. Destas, 125 foram também analisadas pelo LAMIN. Foi efetuado um estudo estatístico para determinação da confiabilidade de cada laboratório e comparabilidade dos resultados.

5.3.2 - Preparação das amostras

As amostras de sedimentos de corrente e solos foram secadas em estufa a 80°C, desagregadas e peneiradas. A granulometria em geral utilizada para as análises foi a de -80 *mesh*, tendo sido utilizados, nos estudos orientativos para as regiões da Barrinha e Mina do Rocha, peneiramento a -32, -80 e -150 *mesh*, para determinação da granulometria mais eficiente para prospecção geoquímica nessas regiões.

As amostras de rochas e de minerais minérios foram enviadas *in natura* para o LAMIN, sendo nesse laboratório britadas a 5 mm, quarteadas e pulverizadas a -150 *mesh*.

5.3.3 - Espectrofotometria de absorção atômica

As determinações para Cu, Pb, Zn, Ag, Sb, Fe e Mn foram realizadas por absorção atômica. Uma alíquota de um grama de amostra pulverizada a -150 *mesh*, tratada com ácido nítrico concentrado a quente por duas horas, é diluída com água deionizada a um volume de 10 ml, homogeneizada, centrifugada e analisada num espectrofotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer mod. 103. Para algumas amostras do estudo orientativo da região da Barrinha (Laranjal) foi efetuada a extração a frio, sendo a amostra digerida em solução aquosa de sal dissódico de ácido etileno-diamino-tetracético (EDTA). Os limites superior e inferior do método utilizado são respectivamente, para Cu, Pb, Zn e Mn, de 3 a 10.000 ppm, para Fe, de 0,01 a 10%, para Sb de 1 a 50 ppm e para Ag de 0,5 a 1.000 ppm.

5.3.4 - Espectrografia de emissão

Uma alíquota de 10 mg de amostra, previamente moída a granulometria inferior a 150 *mesh*, é misturada 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 ele

mentos são registradas em filmes Kodak SA-1. A revelação é feita com 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 em comparador Jarrel Ash.

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

5.3.5 - Qualidade das análises por Absorção Atômica

Sendo o método de análise mais empregado no projeto o de absorção atômica sobre solução obtida com ácido nítrico concentrado a quente, este método foi submetido a um teste de confiabilidade.

Em cada lote de amostras enviado pela SECQUI-SP aos laboratórios de análise foi anexada uma réplica de controle, obtida de material coletado de uma só vez, no mesmo local e submetido a homogeneização. Foram utilizadas 68 dessas réplicas, sendo 62 enviadas ao LAMIN e 6 à PURIQUIMA, dando como resultado os teores apresentados na tabela VI.

Tabulados esses teores, resultam as distribuições de frequência apresentadas na tabela VII.

Pela simples observação das tabelas, nota-se a incompatibilidade entre os resultados obtidos pelos dois laboratórios. Comparados através das estatísticas *t* de Student e *D* de Kolmogorov-Smirnof, os dois lotes mostram-se significativamente diferentes aos níveis de 5 e 1%. Estes testes indicam que não se poderão usar ao mesmo tempo resultados analíticos vindos dos dois laboratórios.

Foi testada a normalidade e a lognormalidade das distribuições de frequência dos resultados analíticos, atra-

Tabela VI - Resultados analíticos da mesma amostra, dosada 68 vezes, em épocas diferentes, por Absorção Atômica.

LAMIN

Nº Campo	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
LA0025R	12	20	9
LA0050R	12	21	9
LA0025R	12	17	9
LA0050R	12	17	9
LA0075R	13	24	13
LA0100R	14	23	11
LA0125R	14	24	11
LA0150R	13	22	11
LA0175R	13	24	13
LA0200R	14	22	14
LA0225R	12	17	9
LA0250R	13	25	11
LA0275R	13	24	13
LA0300R	14	24	12
LA0325R	12	24	11
LA0350R	12	22	10
LA0376R	13	22	11
LA0400R	12	22	10
LA0425R	12	22	11
LA0431R	12	24	11
LA0438R	12	23	9
EF0125R	13	24	12
EF0150R	14	22	11
EF0175R	14	22	11
EF0200R	13	20	10
EF0125R	11	22	10
EF0150R	12	22	10
EF0175R	12	24	11
EF0200R	15	24	11
EF0217R	12	22	10
EF0231R	12	21	10
EF0246R	11	21	10
EF0275R	14	22	10
EF0300R	13	22	10
EF0325R	12	22	10
EF0350R	13	22	10
EF0375R	14	26	12
EF0400R	12	19	8
EF0425R	12	20	9
EF0475R	12	21	10
EF0500R	12	22	10
EF0525R	12	22	10
EF0550R	12	22	10
EF0575R	12	23	10
EF0600R	12	22	10

LAMIN (cont.)

Nº Campo	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
EF0625R	12	22	11
EF0650R	12	21	10
EF0675R	12	21	10
EF0700R	12	21	10
EF0725R	12	21	10
EF0750R	12	20	10
EF0775R	12	22	10
EF0800R	12	22	10
EF0825R	11	22	10
EF0850R	11	20	10
EF0875R	12	22	10
EF0900R	12	24	10
EF0925R	11	20	9
EF0950R	12	26	12
EF0975R	12	26	11
EF1000R	12	26	12
EF1025R	14	26	10

PURIQUIMA

EF0035B	7	11	25
EF0055B	8	16	27
EF0075B	8	14	28
EF0103A	8	14	25
EF0111D	7	12	26
EF0118C	7	13	25

Tabela VII: Distribuição de frequência dos resultados analíticos da mesma amostra, analizada 68 vezes.

Cu			
LAMIN		PURIQUIMA	
Teor (ppm)	f	Teor (ppm)	f
11	5		
12	37	7	3
13	10	8	3
14	9	8	3
15	1		

Pb			
LAMIN		PURIQUIMA	
Teor (ppm)	f	Teor (ppm)	f
17	3		
19	1	11	1
20	6	12	1
21	8	13	1
22	24	14	2
23	3	16	1
24	11		
25	1		
26	5		

Zn			
LAMIN		PURIQUIMA	
Teor (ppm)	f	Teor (ppm)	f
8	1		
9	8		
10	30	25	3
11	14	26	1
12	5	27	1
13	3	28	2
14	1		

CPRM

Tabela VIII: Parâmetros estatísticos dos resultados analíticos da mesma amostra, analisada 68 vêzes.

Elemento	LAMIN						PURIQUIMA		
	$\bar{X}$ ppm	S ppm	C %	X log	S log	C % log	$\bar{X}$ ppm	S ppm	C %
Cu	12,42	0,89	7,17	1,09	0,03	2,84	7,50	0,50	6,67
Pb	22,16	2,01	9,07	1,35	0,04	2,82	13,33	1,60	11,99
Zn	10,44	1,12	10,70	1,02	0,05	4,43	26,00	1,15	4,44

CPRM

vés do processo de Kolmogorov-Smirnof e das estatísticas assimetria, curtose e qui-quadrado. Em nenhum caso houve concordância para lognormalidade ou normalidade entre os testes utilizados.

A reprodutividade avaliada pelo coefiente de variação dos resultados analíticos fornecidos pelo LAMIN situou-se entre 7 e 10% e os fornecidos pela Puriquima entre 7 e 12%, conforme tabela VIII. Devido aos resultados não apresentarem distribuição normal e a trabalharmos frequentemente com dados logaritmizados, foram também calculadas as estatísticas para dados logaritmizados, e apresentadas na mesma tabela.

Os testes empregados indicam serem os resultados analíticos, fornecidos pelos laboratórios testados, perfeitamente adequados para trabalhos de prospecção geoquímica.

5.3.6 - Teste de peneiramento

Foram efetuados testes de comparação de resultados analíticos de frações granulométricas diferentes obtidas de amostras coletadas nos estudos orientativos das áreas de Barrinha (Laranjal) e Ribeirão do Rocha. Em alguns furos desses levantamentos as amostras foram coletadas em quantidade maior que a habitual e divididas após a secagem em três partes, sendo estas peneiradas separadamente, retendo-se as frações inferiores a 32, 80 e 150 *mesh*, respectivamente, em cada parte. Os resultados foram lançados em gráficos, apresentados nas figuras 2 a 7.

No estudo orientativo da área Mina do Rocha foram utilizadas as amostras coletadas nos três horizontes, nos furos de nº 0, 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 da linha 0. Sendo os resultados dos três horizontes muito semelhantes, podendo-se deles tirar as mesmas conclusões qualquer que seja o horizonte estudado, são apresentados neste relatório apenas os valores correspondentes ao horizonte B para Cu, Pb e Zn (figuras 2 a 4). Em todos os casos os resultados obtidos para as amostras de granulometria mais fina (- 150 *mesh)* são

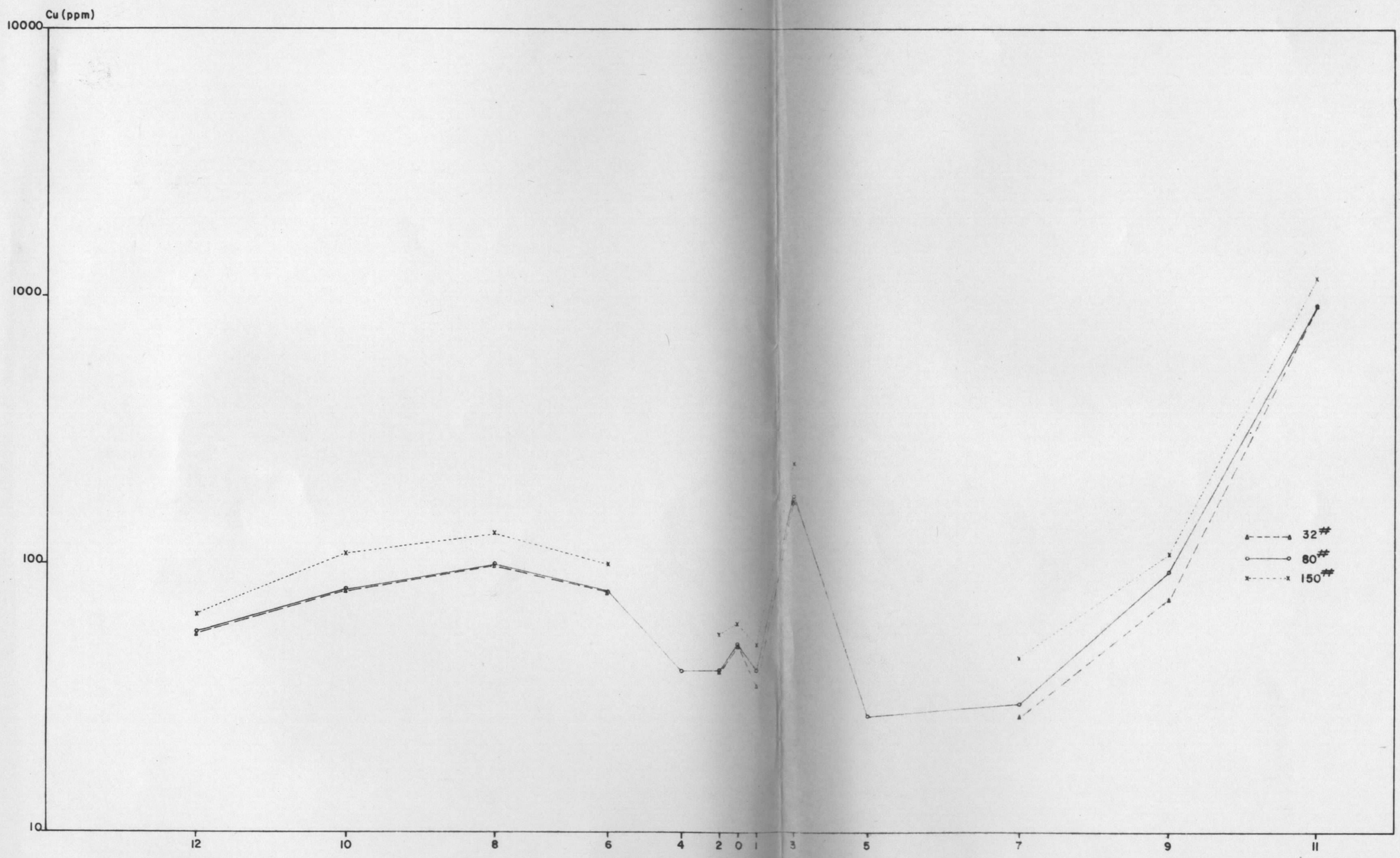


FIGURA 2 — PERFIL GEOQUÍMICO DE COBRE, PARA TEORES DOSADOS EM FRAÇÕES SUBMETIDAS A PENEIRAMENTOS DIVERSOS. HORIZONTE B, FUROS DA LINHA 0, ORIENTATIVO DA ÁREA MINA DO ROCHA.

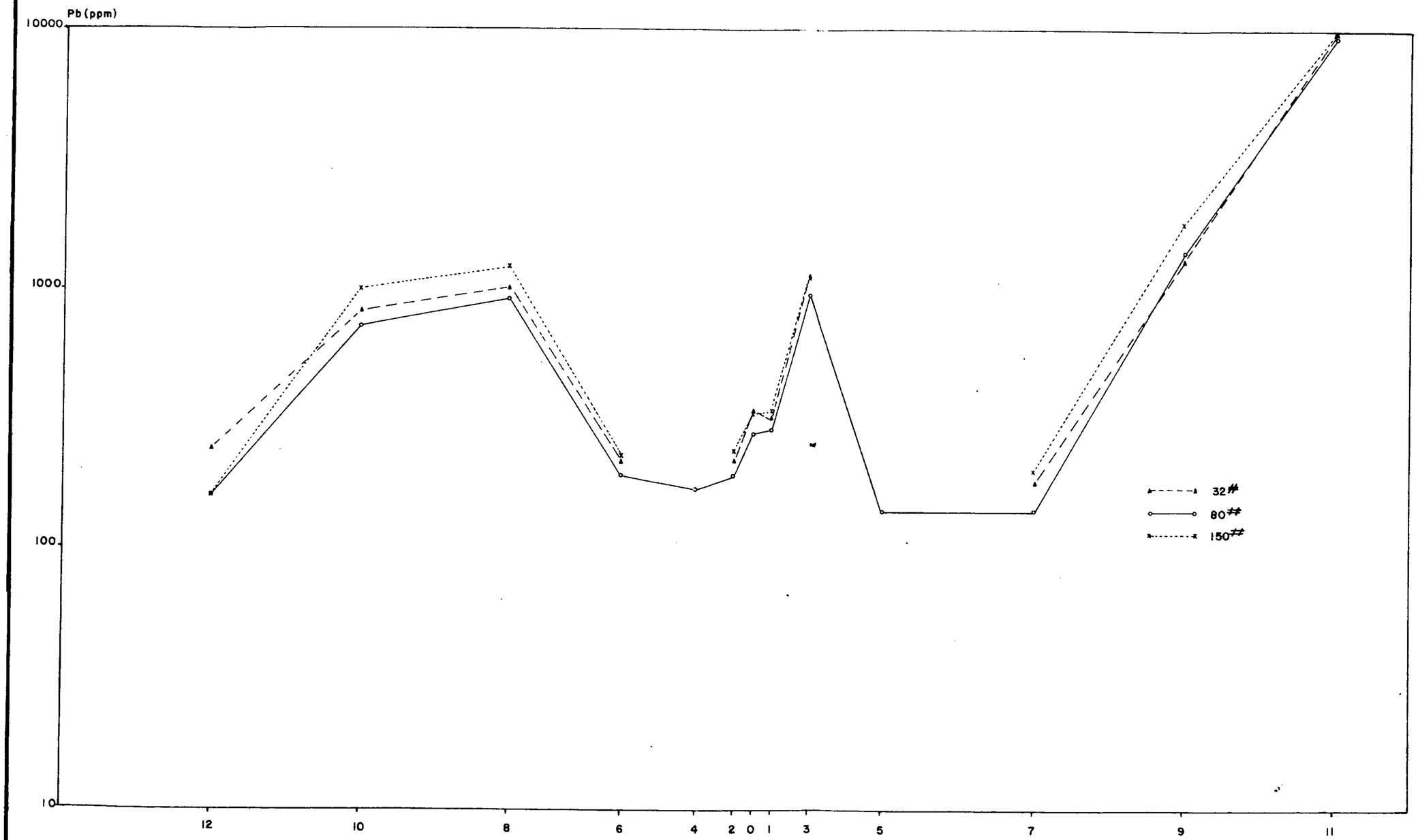


FIGURA 3 – PERFIL GEOQUÍMICO DE CHUMBO, PARA TEORES DOSADOS EM FRAÇÕES SUBMETIDAS A PENEIRAMENTOS DIVERSOS. HORIZONTE B, FUROS DA LINHA O, ORIENTATIVO DA ÁREA DA MINA DO ROCHA.

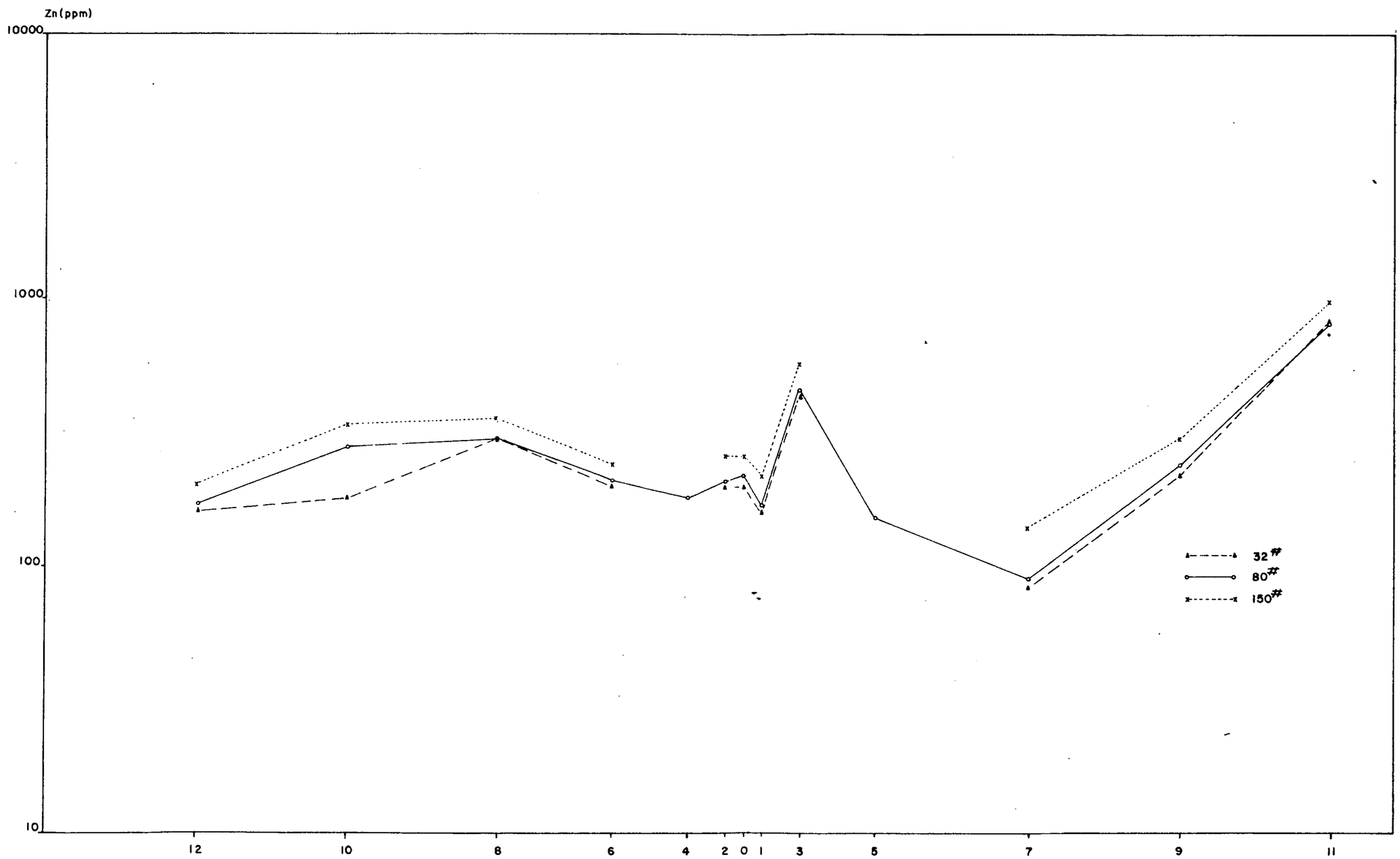


FIGURA 4 – PERFIL GEOQUÍMICO DE ZINCO, PARA TEORES DOSADOS EM FRAÇÕES SUBMETIDAS A PENEIRAMENTOS DIVERSOS. HORIZONTE B, FUROS DA LINHA 0, ORIENTATIVO DA ÁREA MINA DO ROCHA.

CPRM – PROJ. INT. DET. GEOL. V. RIBEIRA – RELATÓRIO FINAL – VOL. XIII – MACEDO, A.B. E BATOLLA, Jr. F., 1981

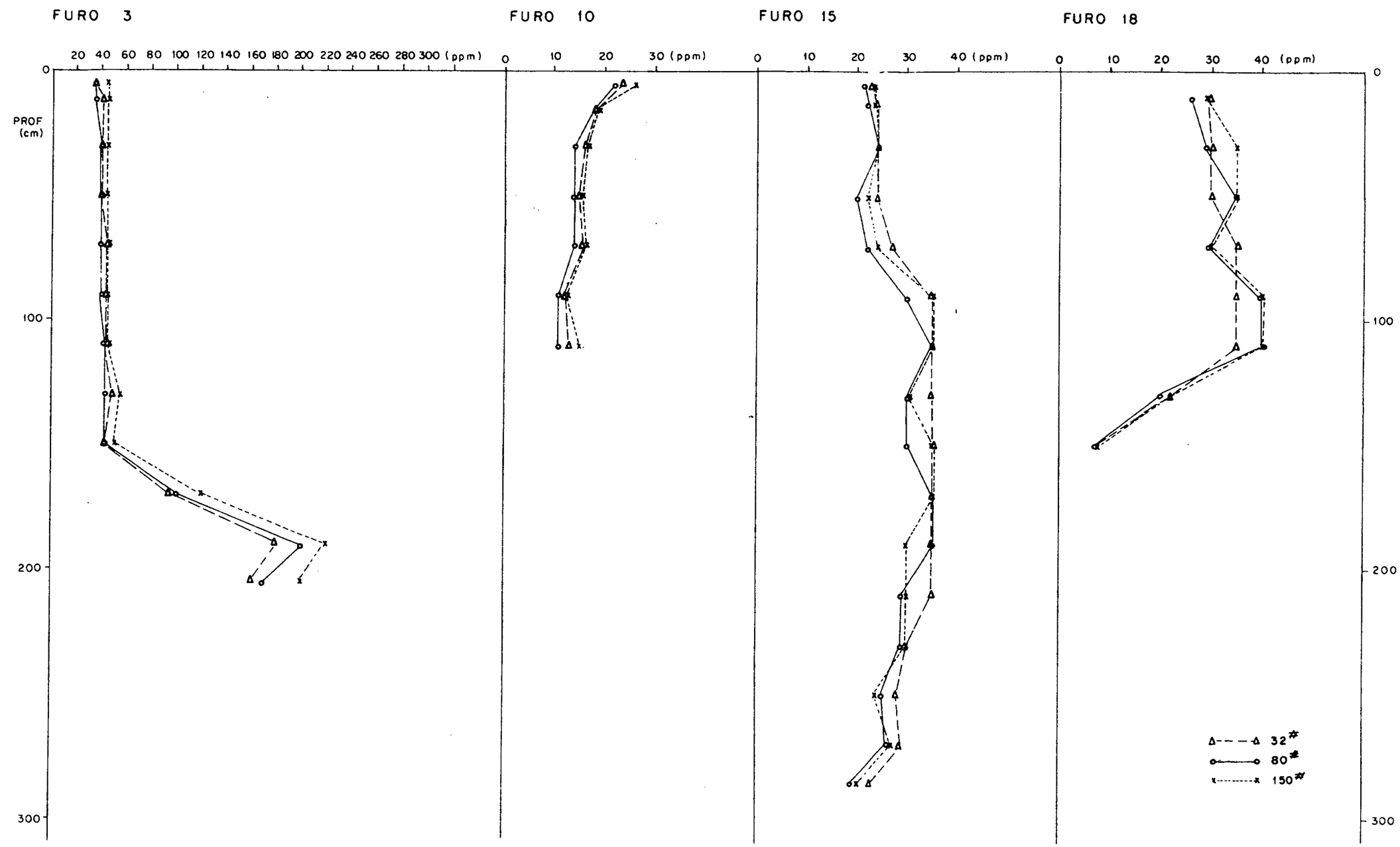


FIGURA 5 - PERFIS GEOQUÍMICOS VERTICAIS DE COBRE PARA TEORES DOSADOS EM FRAÇÕES SUBMETIDAS A PENEIRAMENTOS DIVERSOS. ORIENTATIVO DO LARANJAL (ÁREA MINA DA BARRINHA).

CPRM - PROJ. INT. DET. GEOL. V. RIBEIRA - RELATÓRIO FINAL - VOL. XIII - MACEDO, A.B. E BATOLLA, Jr. F, 1981

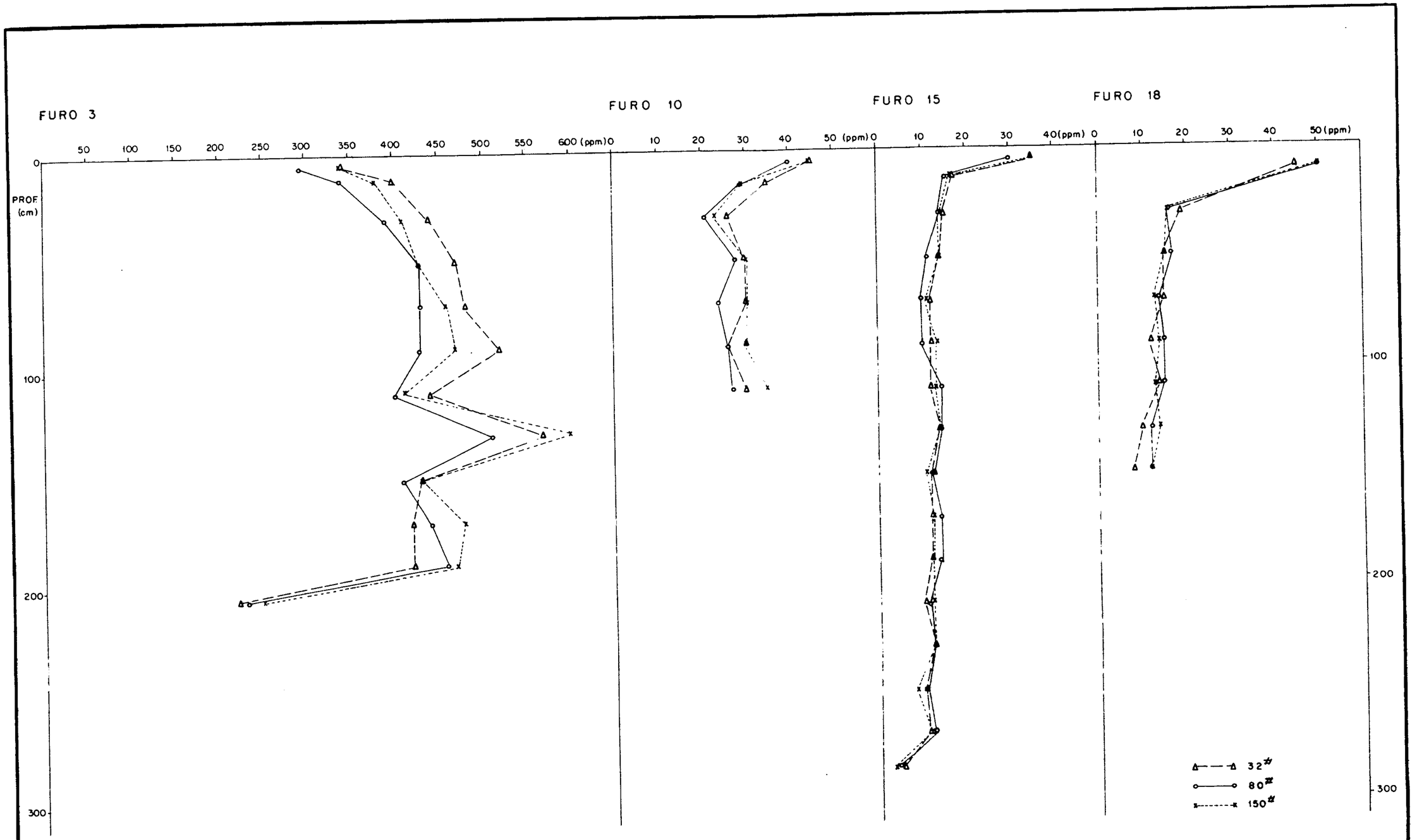


FIGURA 6 – PERFIS GEOQUÍMICOS VERTICAIS DE CHUMBO, PARA TEORES DOSADOS EM FRAÇÕES A PENEIRAMENTOS DIVERSOS. ORIENTATIVO DO LARANJAL (ÁREA MINA DA BARRINHA).

CPRM - PROJ. INT. DET. GEOL. V. RIBEIRA - RELATÓRIO FINAL - VOL. XIII - MACEDO, A.B. E BATOLLA, Jr. F., 1981

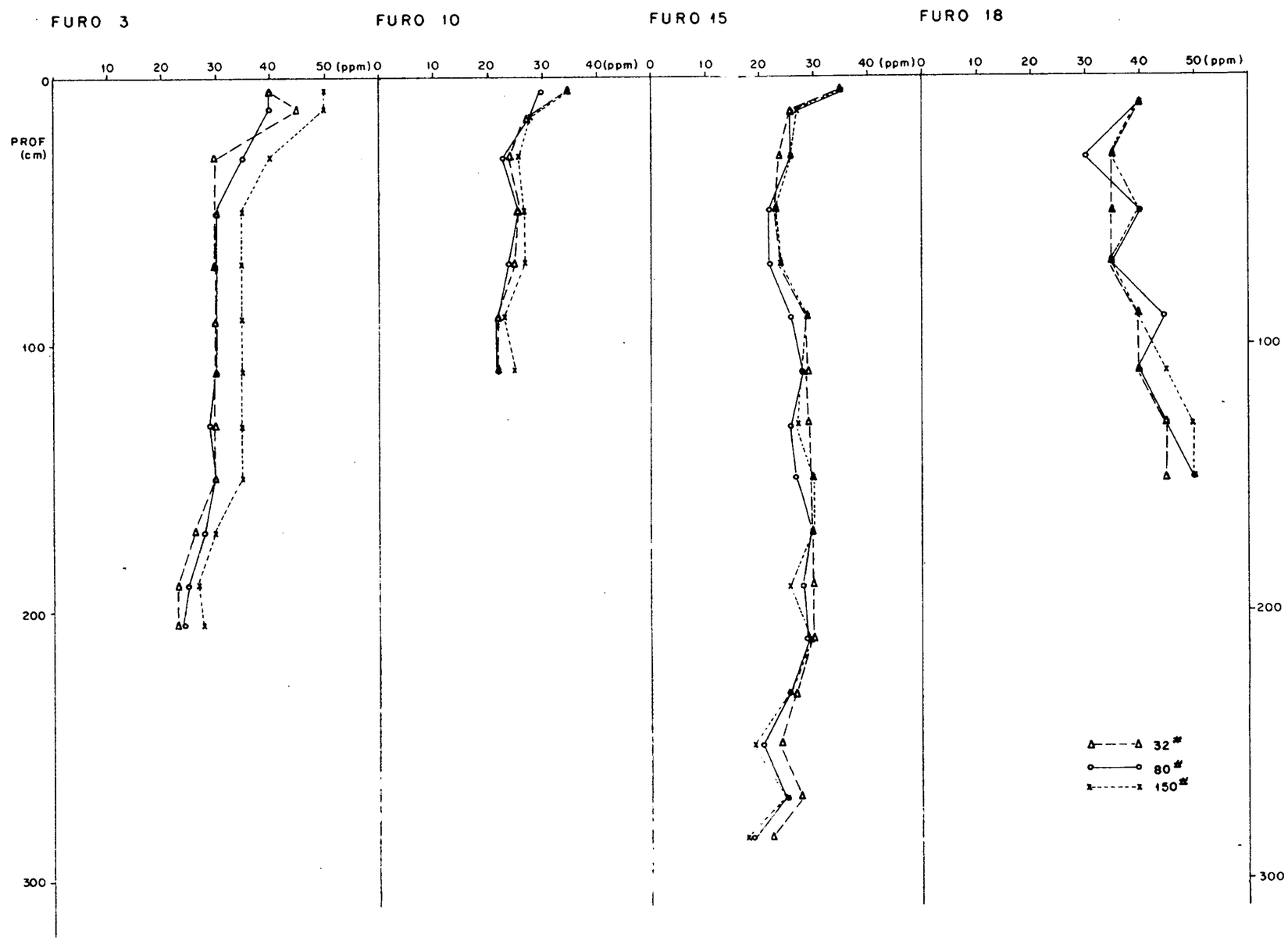


FIGURA 7 – PERFIS GEOQUÍMICOS VERTICAIS DE ZINCO, PARA TEORES DOSADOS EM FRAÇOES A PENEIRAMENTOS DIVERSOS. ORIENTATIVO DO LARANJAL (ÁREA MINA DA BARRINHA).

ligeiramente superiores àqueles obtidos para as amostras de granulometria mais grossa (- 32 e - 80 *mesh*), sendo dentre estes últimos, na maioria dos casos, os valores obtidos na fração de - 80 *mesh* muito pouco superiores aos obtidos na fração de - 32 *mesh*.

Foi efetuado teste estatístico de análise de variância nos resultados de Cu, que mostravam mais claramente as tendências apontadas acima, revelando-se essas diferenças não significativas ao nível de significância de 5%.

No orientativo do Laranjal, na área da Barrinha, os furos cujas amostras foram submetidas a testes de peneiramento foram aqueles amostrados detalhadamente, com coleta a cada 20 cm de profundidade. Os gráficos em que foram lançados os teores estão nas figuras 5 a 7. Neste caso os resultados são muito menos claros do que no caso da Mina do Rocha. Embora se note, em alguns furos, a tendência de maiores teores quanto menor a granulometria, as diferenças, quando aparecem, são muito pequenas e é frequente não aparecerem, havendo cruzamento das linhas dos gráficos, com predominância dos teores obtidos nas diversas granulometrias, alternadamente.

A partir dessas duas experiências, conclui-se:

a) as diferenças obtidas entre os teores dosados em frações granulométricas de - 32, - 80 e - 150 *mesh* indicam predominância dos teores obtidos nas frações de menor granulometria, em alguns furos, e mais claramente nas amostras provindas do orientativo da área Mina do Rocha;

b) as diferenças, mesmo quando suficientes para marcar uma tendência, são muito pequenas e não significativas estatisticamente, permitindo chegar às mesmas conclusões, qualquer que seja, entre os três peneiramentos estudados, o empregado;

c) estas conclusões se mantêm, qualquer que seja o horizonte de solo ou profundidade de amostragem.

A partir dessas conclusões, recomenda-se, nos levantamentos regionais realizados nas áreas estudadas, o peneiramento a - 80 *mesh*, que permite a comparação dos resultados com os de outros levantamentos, que empregam essa granulometria como padrão, não tendo sido constatada vantagem alguma no emprego do peneiramento em outras granulometrias.

5.4 - Processamento de dados

5.4.1 - Considerações gerais

O processamento dos resultados analíticos de amostras de solo consistiu em uma separação dos dados segundo as populações que representam e um tratamento, em cada conjunto referente a uma população-alvo, constituído de cálculos numéricos, por computador, representação gráfica das distribuições e apresentação dos resultados através de mapas de localização das áreas e das amostras, mapas de teores, mapas de curvas de isoteores e mapas interpretativos.

5.4.2 - População-alvo

Para o tratamento estatístico o conjunto de resultados analíticos disponíveis foi subdividido em subconjuntos associados às populações-alvo de que derivam. As áreas concernentes às diversas populações foram divididas utilizando dois critérios:

a) critério geográfico: foram consideradas como derivados de populações diferentes os dados provindos de áreas geograficamente distintas, sendo em primeiro lugar separadas aquelas pertencentes às diversas minas (denominadas neste relatório *regiões de amostragem)*, que foram as de Perau, Barrinha, Água Clara, Paqueiro e Rocha. Em segundo lugar, dentro de cada região foram consideradas suas subdivisões (aqui denominadas *áreas de amostragem)*. Por exemplo, na região de Água Clara, foram separadas as áreas do Morro do Zinco e Binos;

b) critério litológico: dentre os resultados analíticos referentes a uma determinada região ou área foram separados aqueles resultantes de amostragem em solos derivados de unidades litológicas distintas. Por exemplo, na área do Paqueiro, foram separadas as amostras derivadas de solos desenvolvidos sobre calcários, calco-xistos e sericita-xistos. Estas amostras foram consideradas em primeira aproximação como representativas de populações-alvo diferentes e tratadas separadamente. Nos casos em que os testes estatísticos indicavam não haver diferença significativa entre os resultados derivados de populações-alvo diferentes e nos casos em que há um parentesco entre as diversas populações, foi efetuado também um tratamento conjunto.

5.4.3 - Sequência de processamento

Para cada conjunto de dados referentes a uma população foi efetuada a seguinte sequência de processamento:

a) os dados qualificados nos resultados analíticos foram incorporados ao conjunto através da multiplicação por 1,0 dos valores assinalados com H, 0,3 dos com N, 0,5 dos com L e 1,3 daqueles com G;

b) os dados foram descritos através de tabelas de frequência simples, frequência percentual e frequência percentual acumulada, inicialmente calculando-se as frequências de todos os valores presentes e em seguida dividindo-se os valores conforme intervalos de 1/6 logarítmos (processo conhecido como "seis *steps*");

c) as distribuições descritas foram testadas para lognormalidade, empregando-se dois processos:

c.1) numérico: calculando numericamente os valores de assimetria e curtose e executando o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnof;

c.2) gráfico: plotando os dados das tabelas de frequência em papel de probabilidade lognormal;

d) em caso de lognormalidade, confirmada pelos testes, são utilizados para descrição das populações e fixação dos limiares para anomalias os valores de média geométrica e desvio geométrico calculados numericamente. Em caso de não aceitação dos testes de normalidade, os dados são considerados como provenientes de mistura de populações e estimados os parâmetros da população de *background*, definidos através do processo gráfico com papel de probabilidade lognormal;

e) os parâmetros são utilizados para definição dos intervalos a representar por curvas de isoteores, traçadas a partir dos mapas de teores;

f) os mapas de curvas de isoteores são utilizados para a integração dos dados geoquímicos com informações geológicas e geofísicas, resultando daí um mapa interpretativo para cada área.

5.4.4 - Processamento eletrônico

O processamento eletrônico foi utilizado para a maioria dos cálculos numéricos efetuados para interpretação do levantamento geoquímico do Projeto. Foram utilizados os programas produzidos pela SECQUI-SP e os do Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), implantados no computador Burroughs B-6700 do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo.

Foi montado no computador da CPRM (Rio) o Arquivo Geral do Projeto, sob a supervisão de Gilberto da Vinha e Gilberto José Machado, sendo ele apresentado nos volumes XIV e XV.

5.4.4.1 - Programas produzidos pela SECQUI-SP

A SECQUI-SP desenvolveu uma série de programas para processamento de dados geoquímicos, dos quais foi utilizado o programa "Três em um".

O programa "Três em um" calcula as estatísticas: média aritmética, desvio padrão, curtose, assimetria, coeficien

te de correlação linear de Pearson entre os elementos analisados, coeficientes da reta de regressão simples para pares de elementos, e executa os testes *t* de Student para significância de correlação e teste de normalidade, medindo a aderência entre a distribuição observada e uma distribuição normal teórica. Além disso, apresenta um histograma com frequências relativas percentuais. O histograma e o teste de Kolmogorov são efetuados com os dados distribuídos por intervalos do tipo "seis *steps*". O programa permite logaritmizar os dados, visto ser a hipótese lognormal a que normalmente mais se adapta à distribuição dos resultados analíticos estudados.

5.4.4.2 - Programas do SPSS

O Statistical Package for the Social Sciences é um conjunto de programas de computador para procedimentos estatísticos de aplicação geral, embora desenvolvido inicialmente para as Ciências Sociais. Consiste em um núcleo básico de arquivamento e transformação de variáveis e de subprogramas que executam os procedimentos particulares, estando descrito em Nie, Bent & Hull (1970). De seus subprogramas foram utilizados:

MARGINALS: calcula as frequências simples, relativas e acumuladas para todos os valores ou intervalos livremente fixados, além das estatísticas: média, desvio padrão, assimetria, curtose, coeficiente de variação, mediana, decis e quartis da distribuição.

PEARSON CORR: calcula o coeficiente de correlação de Pearson entre pares de variáveis e executa o teste de significância da correlação empregando o *t* de Student.

NONPAR CORR: calcula o coeficiente de correlação de Spearman entre pares de variáveis e executa o teste de significância da correlação empregando o *t* de Student.

5.4.5 - Gráficos de probabilidade

A aplicação dos testes de normalidade utilizando assimetria e curtose e o teste de Kolmogorov-Smirnof mostraram que os dados estudados no Projeto muito raramente apresentavam distribuição normal ou lognormal, sendo mais frequentemente bimodais. Este fato foi interpretado como derivado da amostragem ter sido efetuada em misturas de populações, seja pela área amostrada abranger tipos litológicos diferentes, seja, em cada área sustentada por um litotipo pela ocorrência de uma anomalia derivada de mineralização. O emprego de estatísticas, tais como média e desvio geométrico, calculadas sobre o total dos dados, como estimadores de parâmetros da população, não pode ser efetuado neste caso, pois são indicadores da mistura e não das populações que devem ser definidas. Isto foi apontado por C.B Tennant & M.L White (1975), com referência a dados geoquímicos, dando origem a métodos de separação das populações, dos quais o mais completo é citado com X.K. Williams (1967). O uso de gráficos em papel de probabilidade lognormal para estudo de dados de prospecção geoquímica generalizou-se a partir de C. Lepeltier (1969), sendo seu emprego documentado entre nós por S. Frizzo (1978) e L.C.B. Pereira (1979).

O método referido utiliza um papel de gráfico especial, que contém nas abscissas uma escala inversamente proporcional às frequências esperadas na distribuição normal e nas ordenadas uma escala logarítmica. Plotando-se nas ordenadas os teores e nas abscissas suas respectivas frequências acumuladas percentuais, os pontos se distribuirão por uma linha reta, caso os dados apresentem distribuição lognormal. No caso das distribuições reais, são aceitos desvios da reta até limites definidos pelo nível de significância escolhido. No presente relatório, a plotagem foi feita utilizando frequências acumuladas dos valores mais altos para os mais baixos e os desvios da reta aceitáveis para lognormalidade foram fixados para o nível de significância de 5%, conforme C. Lepel

tier *(opus. cit.)*. No caso da ocorrência de mistura de populações na área amostrada, a linha apresentará curvaturas e/ou truncamentos, devendo-se então efetuar a separação das populações. Esta pode ser feita de maneira rigorosa, conforme X.K. Williams *(opus. cit.)* ou simplificada, conforme S. Frizzo *(opus. cit.)* e G.R. Parslow (1979). Em nosso caso foi empregado o processo simplificado, devido a este ter apresentado, em testes preliminares, para a população dos valores mais baixos (background), resultados muito próximos àqueles permitidos pelo método rigoroso, com grande economia de tempo.

A determinação dos estimadores dos parâmetros populacionais, dos quais derivaram os limiares de anomalias e os limites de intervalos para curvas de isovalores, foi efetuada em nosso Projeto pelo processo apresentado a seguir, o qual repete aproximadamente o proposto por L.C.B. Pereira *(opus. cit.)*.

Foram calculadas, para todos os conjuntos de dados, considerados como provenientes de populações geográfica ou litologicamente diferenciadas, as estatísticas básicas, e efetuados os testes para lognormalidade, empregando assimetria, curtose e diferenças entre frequências percentuais acumuladas (Kolmogorov-Smirnof). Em todos os casos foram também preparados os gráficos em papel de probabilidade lognormal, unindo na mesma folha gráficos referentes a populações aparentadas. Nos casos em que todos os testes aceitam a lognormalidade, foram considerados como estimadores dos parâmetros populacionais os valores calculados da média geométrica (MG) e desvio geométrico (DG) e definidas as faixas: valores inferiores à média dividida por um desvio (abaixo do *background)*; valores situados entre a média dividida por um desvio e a média multiplicada por um desvio (valores de *background)*, valores situados entre a média multiplicada por um desvio e a média multiplicada por dois desvios (alto *background)*; valores situados entre a média multiplicada por dois desvios, valor este considerado como *limiar de anomalia*, e média multiplicada por três desvios (anomalia possível); e valores supe

riores à média multiplicada por três desvios (anomalia provável).

Nos casos em que na mesma área as diversas populações apresentam resultados próximos, é adotada para toda a área a mesma divisão em faixas para construção dos mapas de isovalores.

Quando os testes numéricos não aceitam a lognormalidade e/ou os gráficos apresentam claras curvaturas e truncamentos, é efetuada a separação das populações pelo método simplificado.

Quando a mistura é consequência de fatores considerados como não ligados à mineralização (variação litológica, de tipo de solo, etc.), os dados são separados e reprocessados. Se a mistura aparenta ser devida à mineralização, são adotados os valores avaliados segundo o gráfico para as estatísticas, utilizando a reta que representa a população dos valores mais baixos, da seguinte maneira: o valor da média geométrica é considerado igual ao valor da mediana da distribuição (ordenada do ponto onde a reta intercepta a linha correspondente à frequência acumulada de 50%), os valores MG.DG, $MG.DG^2$ e $MG.DG^3$ são tomados como as ordenadas dos pontos onde a reta cruza as frequências de 84,13%, 97,72% e 99,87% respectivamente. O desvio geométrico é tomado como a média dos valores MG.DG/MG, $MG.DG^2$/MG.DG e $MG.DG^3$/$MG.DG^2$, sendo estes valores ligeiramente diferentes devido à imperfeição do gráfico e do sistema de plotagem. Uma vez determinado o DG médio, os valores MG.DG, $MG.DG^2$ e $MG.DG^3$ são recalculados e arredondados, dando origem aos limites das faixas de valores definidas acima, utilizados para traçado dos mapas de isovalores.

Para melhor ilustrar o processo, apresentamos os resultados da análise estatística dos teores de chumbo dosados por absorção atômica, em 709 amostras coletadas em solos desenvolvidos sobre calcários na área do Paqueiro. Os valores obtidos por cálculo numérico foram os seguintes:

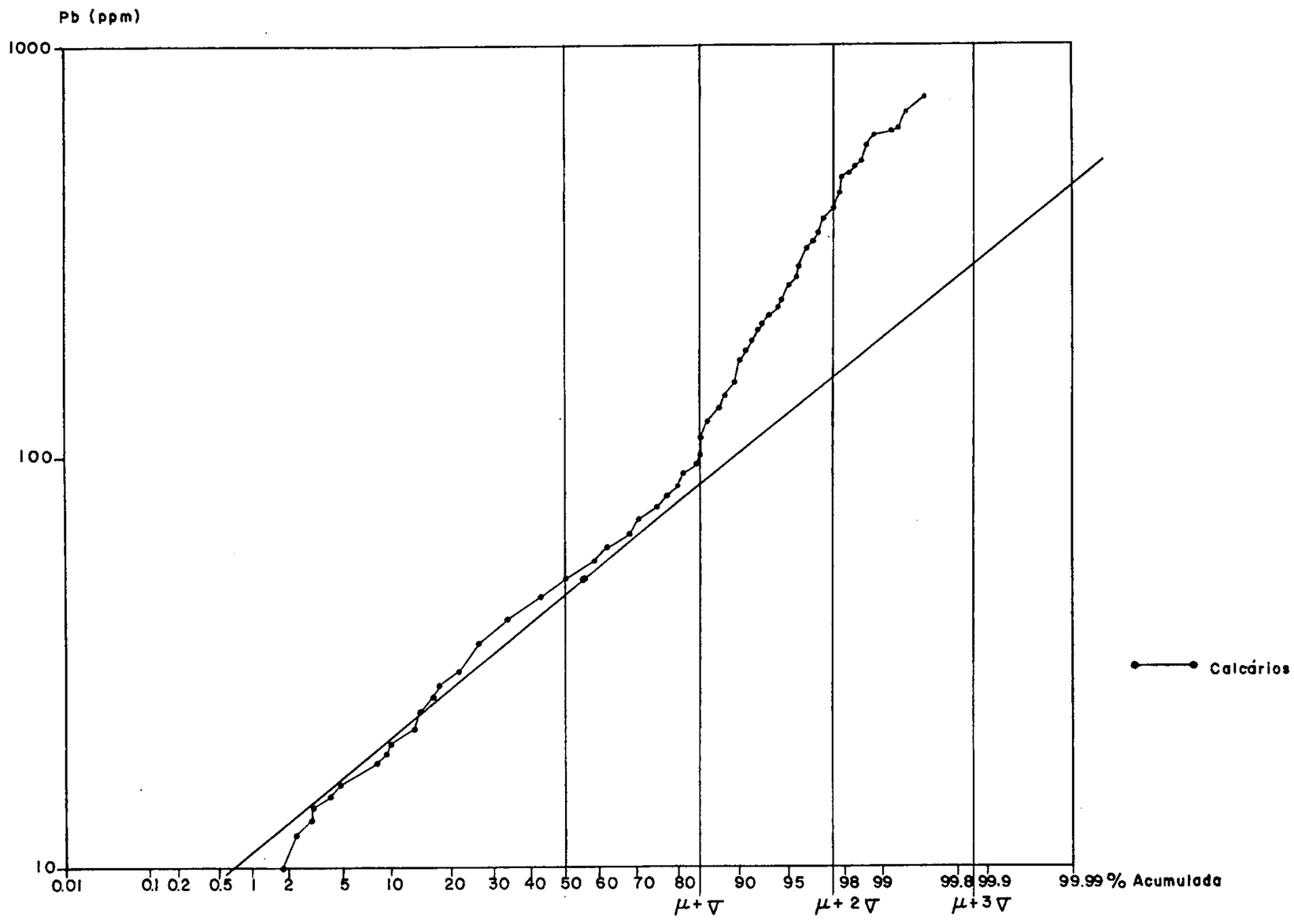


FIGURA 8 - DIAGRAMA DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE CHUMBO (ppm) EM AMOSTRAS DE SOLO COLETADAS SOBRE CALCÁRIOS NA ÁREA MINA DO PAQUEIRO

CPRM

Média geométrica: 50,7 ppm;

Desvio geométrico: 2,34;

Assimetria: 0,949;

Curtose: 6,247

Submetida a distribuição ao teste Kolmogorov-Smirnof, a hipótese de lognormalidade foi rejeitada tanto ao nível de 5% quanto de 1%.

Examinando-se o gráfico de probabilidade, apresentado na figura 8, observa-se que os pontos se organizam numa linha que pode ser interpretada como a junção de duas curvas, uma delas com um ramo maior aproximadamente reto, constituindo o conjunto uma curva complexa com ponto de inflexão situado aproximadamente no local onde a linha corta a marca de 90%. Isto indicaria, segundo X.K. Williams *(opus. cit.)* e outros, uma mistura de duas populações, uma abrangendo 90% dos dados, com valores menores, e outra, abrangendo 10%, com valores maiores. Considerando que a curva estudada deriva de uma área sustentada por um único tipo litológico, na qual ocorrem mineralizações conhecidas de chumbo, considerou-se a população dos valores menores como representante da dispersão normal de chumbo nos solos da área *(background)* e a população dos valores maiores como indicativa do halo formado pela mineralização no solo de suas proximidades. Para determinação dos parâmetros da população de *background*, foi utilizado o processo simplificado, tomando-se uma reta aproximadamente paralela ao ramo maior do gráfico, passando pelo ponto de cruzamento dos valores 49 ppm-55%, ponto este obtido lançando o valor calculado da frequência do valor 49 ppm na população de *background* isolada = $50 \times \frac{100}{90}$. A partir desta reta obtivemos os valores:

DG = 1,85

MG = 46 ppm; $MG.DG^2$ = 156 ppm;

MG.DG = 86 ppm; $MG.DG^3$ = 290 ppm;

Estes valores resultaram num DG médio de 1,85. Empregando este valor e arredondando, chegamos aos valores de

finitivos: MG = 46 ppm; DG = 1,85; MG.DG = 85 ppm;
$MG.DG^2$ = 157 ppm; $MG.DG^3$ = 291 ppm

Se tivéssemos utilizado os valores obtidos por cálculo numérico, que são representativos de mistura das duas populações, teríamos obtido valores de MG.DG = 119 ppm; $MG.DG^2$ = 277,61 ppm. Isto nos levaria a fixar como limiar um valor alto demais, que não concorda com resultados obtidos durante o estudo orientativo realizado na área, nem com trabalhos anteriores (E.C. Damasceno, 1967). Desta maneira foram adotados os valores obtidos pelo processo gráfico para os limites dos intervalos do mapa de isoteores nessa área.

5.4.6 - Mapas

5.4.6.1 - Mapas de localização das áreas de amostragem

As áreas nas quais foi efetuada a amostragem foram apresentadas nos mapas de localização de trabalhos de pesquisa das áreas de mina estudadas pelo Projeto, na escala de 1:5.000. Nos casos em que as áreas amostradas ultrapassam as de mina foram elaborados mapas de localização de áreas de amostragem, na escala de 1:25.000.

5.4.6.2 - Mapas de localização de amostragem

Os locais amostrados, dentro de cada área, foram apresentados em mapas de localização de amostragem, que constam de:

- elementos topográficos suficientes para localização da área: coordenadas UTM, principais estradas e drenagens, edificações, etc.;
- curvas de nível: traçadas a partir de levantamento topográfico plani-altimétrico expedito, realizado durante a locação dos pontos de amostragem;
- círculos indicativos dos pontos de amostragem, identificados pelo número de cada amostra coletada.

Estes mapas foram desenhados na escala 1:5.000, sendo, em alguns casos, reduzidos para enquadrar seu tamanho ao espaço disponível para apresentação, devendo sua escala ser conferida com a escala gráfica existente em cada mapa.

5.4.6.3 - Mapas de teores

Os teores dos elementos pesquisados, em partes por milhão, foram apresentados em mapas que contêm, além dos números indicativos dos teores, elementos topográficos para localização das áreas.

5.4.6.4 - Mapas de isoteores

A partir dos intervalos determinados durante o processamento numérico e gráfico, foram traçados mapas de isoteores, nos quais constam:

- contorno de área amostrada;
- curvas de isoteores;
- convenções representando as faixas de teores;
- histogramas mostrando simplificadamente a distribuição das amostras pelas faixas de valores representados no mapa.

5.4.6.5 - Mapas integrados

Para cada área de amostragem foi elaborado um mapa integrado, onde são levadas em conta informações geológicas e geoquímicas. Neste mapa constam dados topográficos de localização, curvas de nível, trabalhos de pesquisa, ocorrências minerais, geologia simplificada e anomalias geoquímicas, procurando num só documento todas as informações disponíveis sobre o controle das mineralizações.

5.5 - Interpretação integrada

A partir dos documentos citados nos ítens acima e informações geofísicas foi elaborada uma interpretação integrada, através do trabalho conjunto dos geólogos encarregados das diversas atividades. Nesse tópico do relatório foram co

mentadas as anomalias geoquímicas e geofísicas encontradas e suas relações com os fatores geológicos e topográficos, visando aquilatar a sua importância. Após o exame das anomalias, foi elaborada uma interpretação sintética, com recomendação de áreas mais favoráveis à continuidade dos trabalhos em cada região pesquisada.

6 - RESUMO DOS RESULTADOS

6.1 - Generalidades

Os trabalhos de prospecção geoquímica realizados pelo Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira produziram um grande volume de informações, das quais é apresentada no presente volume uma interpretação sumária.

Durante as atividades de prospecção geoquímica foram coletadas 517 amostras de solo para os estudos orientativos e 2819 amostras de solo para os levantamentos regionais, além de 21 amostras de sedimentos de corrente e 26 de rocha e minerais minério. Foram, além disso, coletadas 95 amostras extras de solo para verificação da variância de amostragem, e enviadas ao laboratório 68 réplicas da mesma amostra para verificação da variância analítica.

Das amostras de solo coletadas nos estudos orientativos, 74 foram submetidas a três peneiramentos, o que resultou num acréscimo de 142 amostras enviadas para análise. No total foram efetuadas pelo Projeto, para fins de prospecção geoquímica, 3700 análises químicas, nas quais foram feitas 14.201 determinaçoẽs de elementos químicos.

Como apoio à amostragem foram abertas e medidas, por métodos de topografia de precisão média (linear 1:500 e angular 20" por vértice) 30.640 m de linhas, e abertas, medidas e piquetadas, com espaçamento entre pontos de 25 a 50 m, 113.475 m de linhas, totalizando 114.115 m de linhas levantadas pela equipe de geoquímica do Projeto.

As tabelas IX a XII e os histrogramas e gráficos das figuras 9 a 17 resumem os resultados analíticos obtidos pelo método de absorção atômica para Cu, Pb e Zn, referentes ao total dos estudos orientativos e dos levantamentos regionais em solos, e aos resultados parciais para as diversas áreas trabalhadas, bem como os testes de distribuição utilizados. Tabulação e análises mais detalhadas são apresentadas nos volumes dedicados a cada área de detalhe, juntamente

com uma interpretação sumária da associação entre a distribuição dos elementos químicos e as mineralizações.

A seguir, comenta-se resumidamente o comportamento geoquímico de cada um dos principais elementos analisados.

6.2 - Comportamento dos elementos em amostras de solo

6.2.1 - Cobre

Os teores de cobre dosados em amostras de solos variaram de 3 a 3600 ppm, com duas amostras indicando L (abaixo do limite de detecção) e duas amostras indicando N (não detectado), sendo a variação de 3 a 1600 ppm para os levantamentos de detalhe. Não houve concordância na aceitação da hipótese de lognormalidade pelos testes de Kolmogorov-Smirnof e de assimetria e curtose em nenhuma das áreas estudadas, nem nos totais dos resultados. A média geométrica dos teores nos levantamentos regionais é de 36,72 ppm e o desvio geométrico de 2,21, calculados numericamente. A curva de frequência em papel de probabilidade lognormal mostra a mistura de uma população de valores mais baixos, abrangendo 98% dos dados, e um conjunto complexo de valores mais altos, provavelmente ligados a mineralizações. A média geométrica dos teores na população dos valores mais baixos, calculada pelo processo gráfico é de 35 ppm, e o desvio geométrico 1,96. Como valores básicos para fixação de limiares de anomalia em relação ao total dos dados recolhidos nos levantamentos de detalhe, foram tomados os valores arredondados de 35 ppm para média geométrica e 2 para o desvio geométrico. Assim, foram definidas as faixas de valores: abaixo do *background*: 3 a 17 ppm; faixa de *background*: 18 a 69 ppm; alto *background*: 70 a 139 ppm; anomalia possível: 140 a 279 ppm e anomalia provável: 280 a 1600 ppm. Acima do limiar de anomalia possível (140 ppm) ficaram 175 amostras, representando 6,2% dos dados. A tabela IX e as figuras 9, 10 e 11 ilustram esses resultados.

Calculados Numericamente										Avaliados Graficamente				
						K-S								
População	N	Min	Máx	MG	DG	5%	1%	Assim.	Curtose	MG	DG	MG.DG	$MG.DG^2$	$MG.DG^3$
Total Orient.+Det.	3336	3	3600	38,46	2,36	-	-	0,814	5,112	37	2,25	83	187	420
Total Orientativo	517	3	3600	46,77	2,91	-	-	0,786	4,605	36	2,05	74	151	310
Total de Detalhe	2819	3	1600	36,72	2,21	-	-	0,679	4,624	35	1,96	69	134	264
Barrinha	391	9	290	27,99	1,53	+	+	0,546	5,428	28	1,50	42	63	94
Paqueiro	1009	6	870	34,10	1,79	-	-	0,144	4,002	36	1,60	58	92	147
Água Clara	641	5	980	45,60	2,24	-	-	0,639	3,550	40	2,00	80	160	320
Perau Horizonte B	600	4	1600	44,16	3,00	+	+	0,611	3,010	43	3,30	143	468	1545
Perau Horizonte C	178	3	210	33,88	2,50	-	-	-0,697	4,190	25	2,60	65	169	440

Tabela IX: Estatísticas e testes de distribuição dos teores de Cu, dosados em amostras de solo coletadas pelo Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira.

CPRM

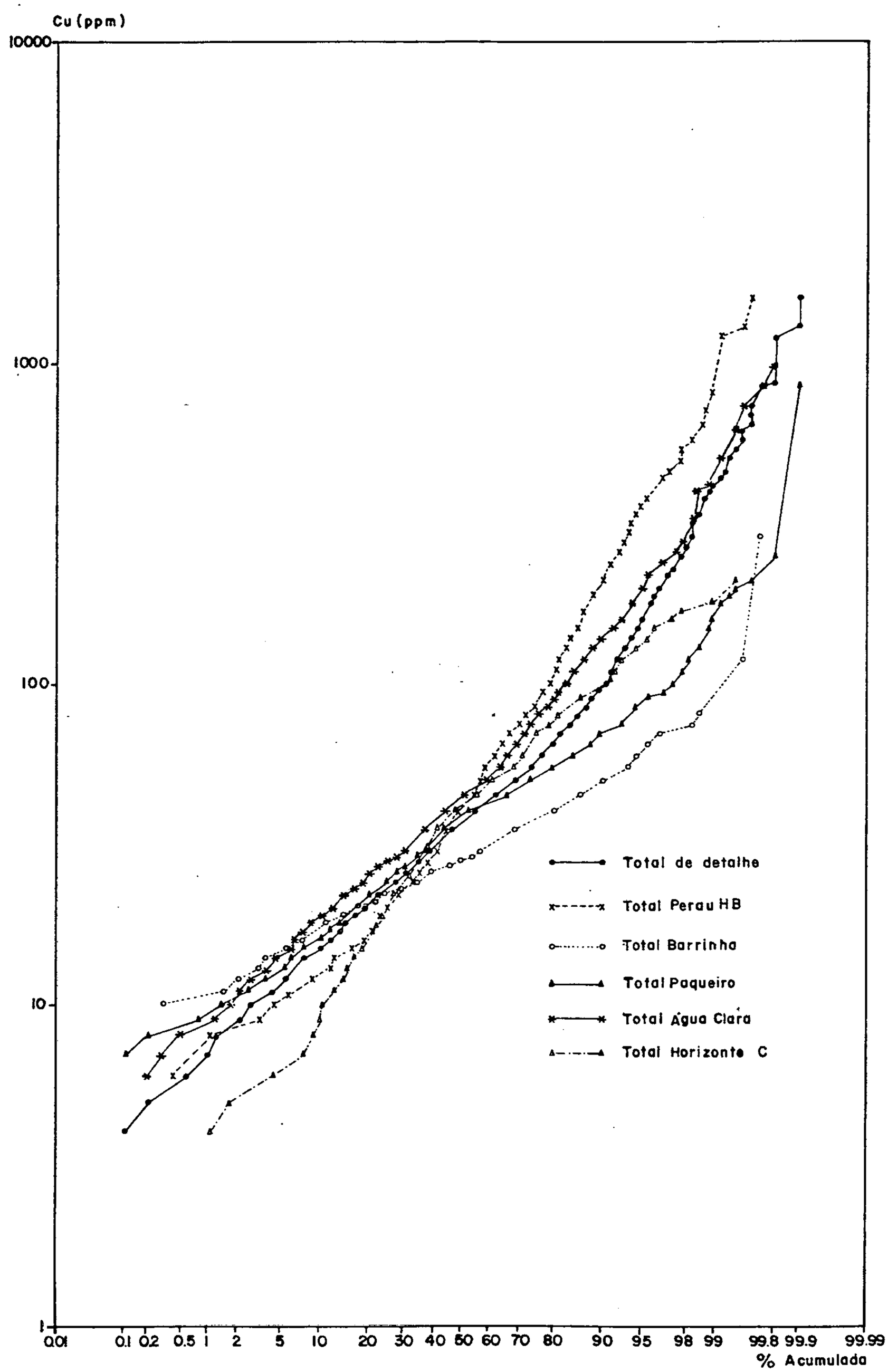


FIGURA 9 - DIAGRAMAS DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE COBRE (ppm) EM AMOSTRAS DE SOLO

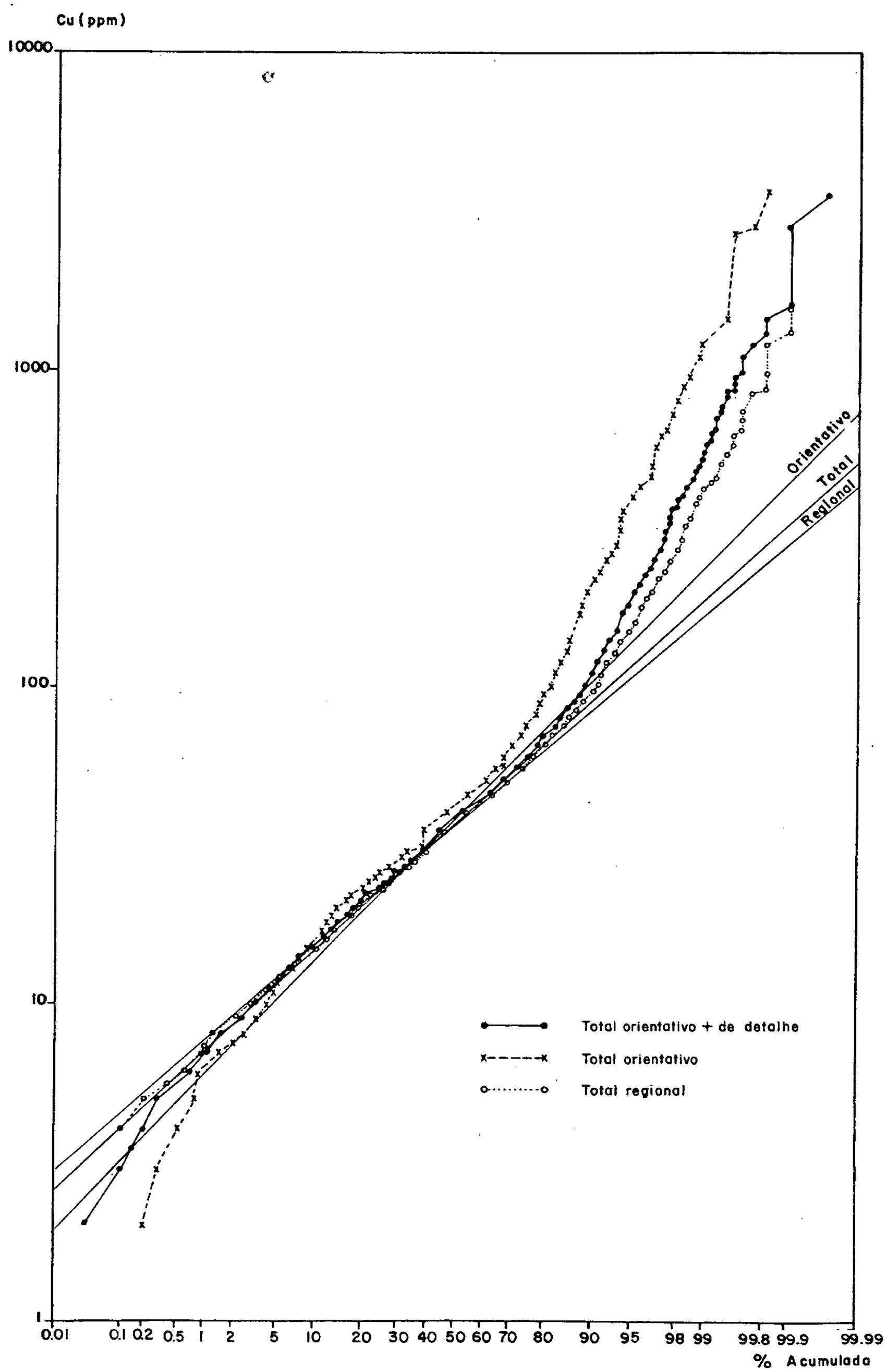


FIGURA 10 - DIAGRAMAS DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE COBRE (ppm) EM AMOSTRAS DE SOLO

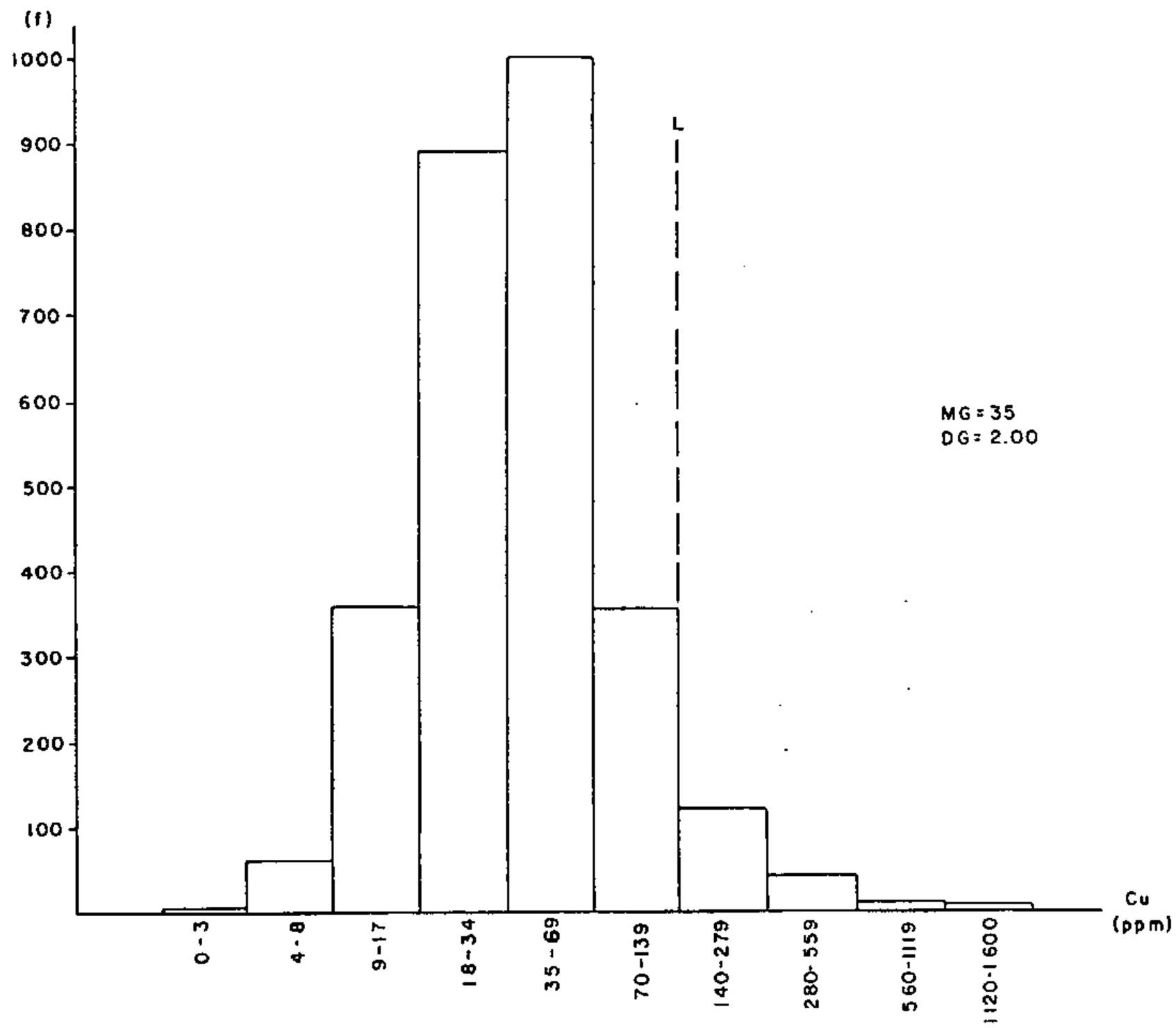


FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS TEORES DE COBRE EM AMOSTRAS DE SOLO COLETADAS EM LEVANTAMENTOS DE DETALHE

6.2.2 - Chumbo

Os teores de chumbo dosados em amostras de solos variaram de 3 a mais de 10.000 ppm (valores acima do limite de detecção, considerados como 13.000 ppm para cálculo de médias), tanto para o total das determinações quanto para os dados obtidos de levantamentos de detalhe, tendo 31 amostras indicado valor L, 32 valor N e 7 valor G. Em nenhuma das áreas estudadas, nem nos totais analisados, houve concordância entre os testes aplicados, para aceitação da lognormalidade. A média geométrica dos teores determinados em amostras coletadas em levantamentos de detalhe é de 25,23 ppm e o desvio geométrico de 3,10, calculados por processos numéricos. A curva de frequência em papel de probabilidade lognormal, para os mesmos dados, mostra uma mistura complexa, envolvendo uma população de valores baixos, que congrega 98% dos resultados e um conjunto de valores altos de distribuição mal definida, provavelmente resultado da influência de mineralizações em domínios geológicos diferentes. A média geométrica dos teores na população dos valores baixos, calculada pelo processo gráfico, é de 25 ppm, e o desvio geométrico de 2,7. Para a fixação de limiares de anomalias, em relação ao total dos dados recolhidos em levantamentos regionais, foi aceita a média geométrica de 25 ppm, e o desvio geométrico 2,0. A fixação deste limite, mais baixo do que o determinado pela curva, é devida ao fato de os dados do levantamento regional incluirem resultados de áreas muito mineralizadas, que exibem extensas zonas anômalas como a de Binos, na região da Água Clara e da região do Paqueiro, que aumentam a dispersão relativa dos resultados, expressa pelo desvio. A fixação de limite muito alto levaria à não individualização de áreas anômalas extensas, onde impera um *background* mais elevado. Assim, foi aceito o valor de 2,0, muito semelhante ao encontrado para a população de valores baixos das diversas áreas amostradas. Desta maneira, foram fixadas as faixas de valores seguintes: abaixo do *background*: até 12 ppm; faixa de *background*: 13 a 49 ppm; alto *background*: 50 a 99 ppm; anoma-

Calculados Numericamente										Avaliados Graficamente				
						K-S								
População	N	Min	Máx	MG	DG	5%	1%	Assim.	Curtose	MG	DG	MG.DG	$MG.DG^2$	$MG.DG^3$
Total Orient.+Det.	3336	3	13000	34,27	4,06	-	-	0,666	4,374	28	3,3	92	290	530
Total Orientativo	517	3	13000	127,30	5,32	+	+	0,245	2,811	100	5,3	530	2800	14800
Total de Detalhe	2819	3	13000	25,23	3,09	+	+	0,077	3,877	25	2,7	68	182	492
Barrinha	391	3	80	10,89	1,89	+	+	0,066	4,240	11	1,7	19	32	55
Paqueiro	1009	3	13000	47,30	2,44	-	-	0,675	5,055	45	1,9	86	162	309
Água Clara	641	3	1400	34,99	2,61	-	-	1,042	3,468	50	2,0	100	200	400
Perau Horizonte B	600	3	700	16,41	2,84	-	-	0,320	4,106			47	135	389
Perau Horizonte C	178	3	230	6,84	3,43	-	+	-0,027	2,490	7,5	3,0	22	68	203

Tabela X: Estatísticas e testes de distribuição dos teores de Pb, dosados em amostras de solo coletadas pelo Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira.

CPRM

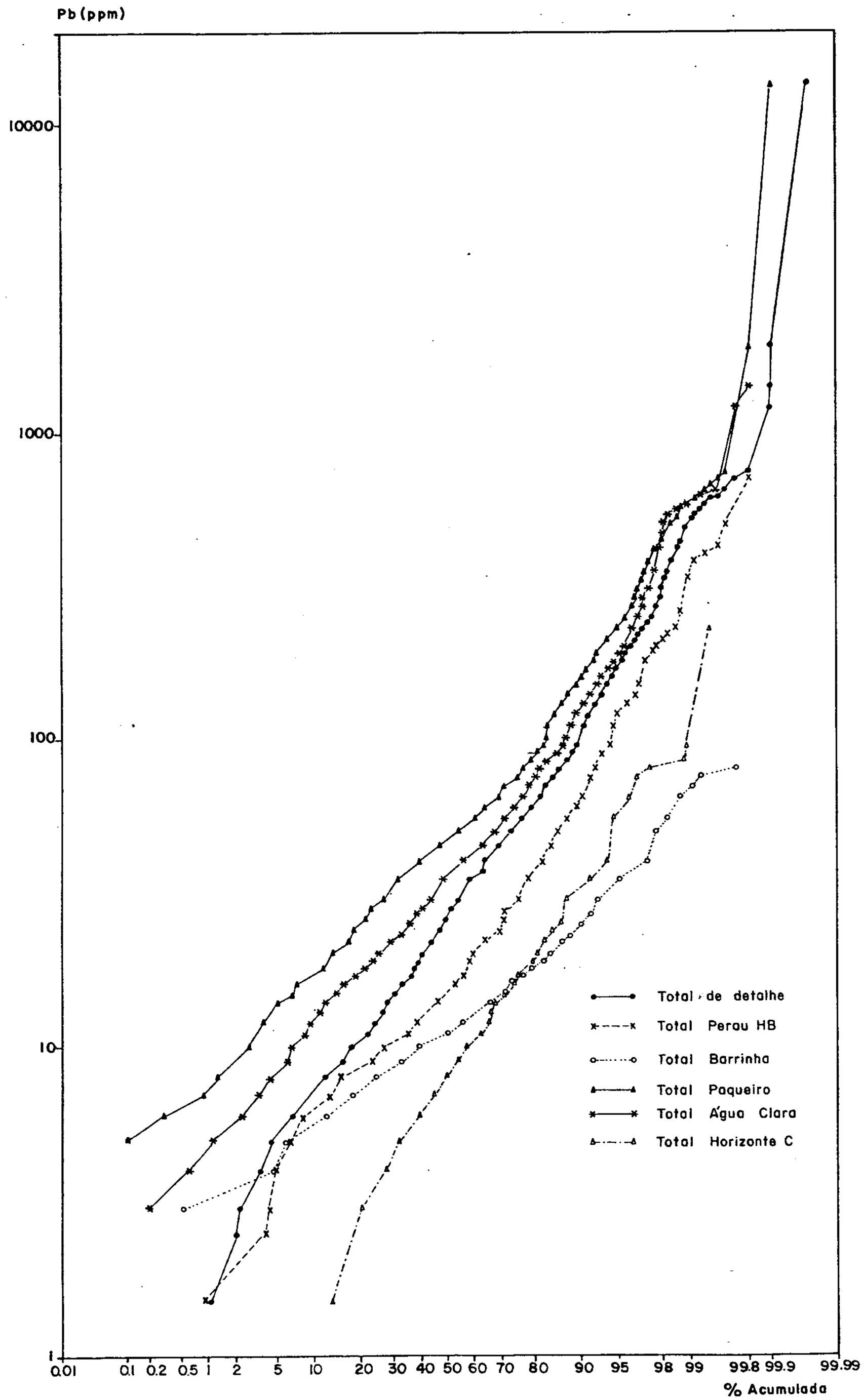


FIGURA 12 - DIAGRAMAS DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE CHUMBO (ppm) EM AMOSTRAS DE SOLO

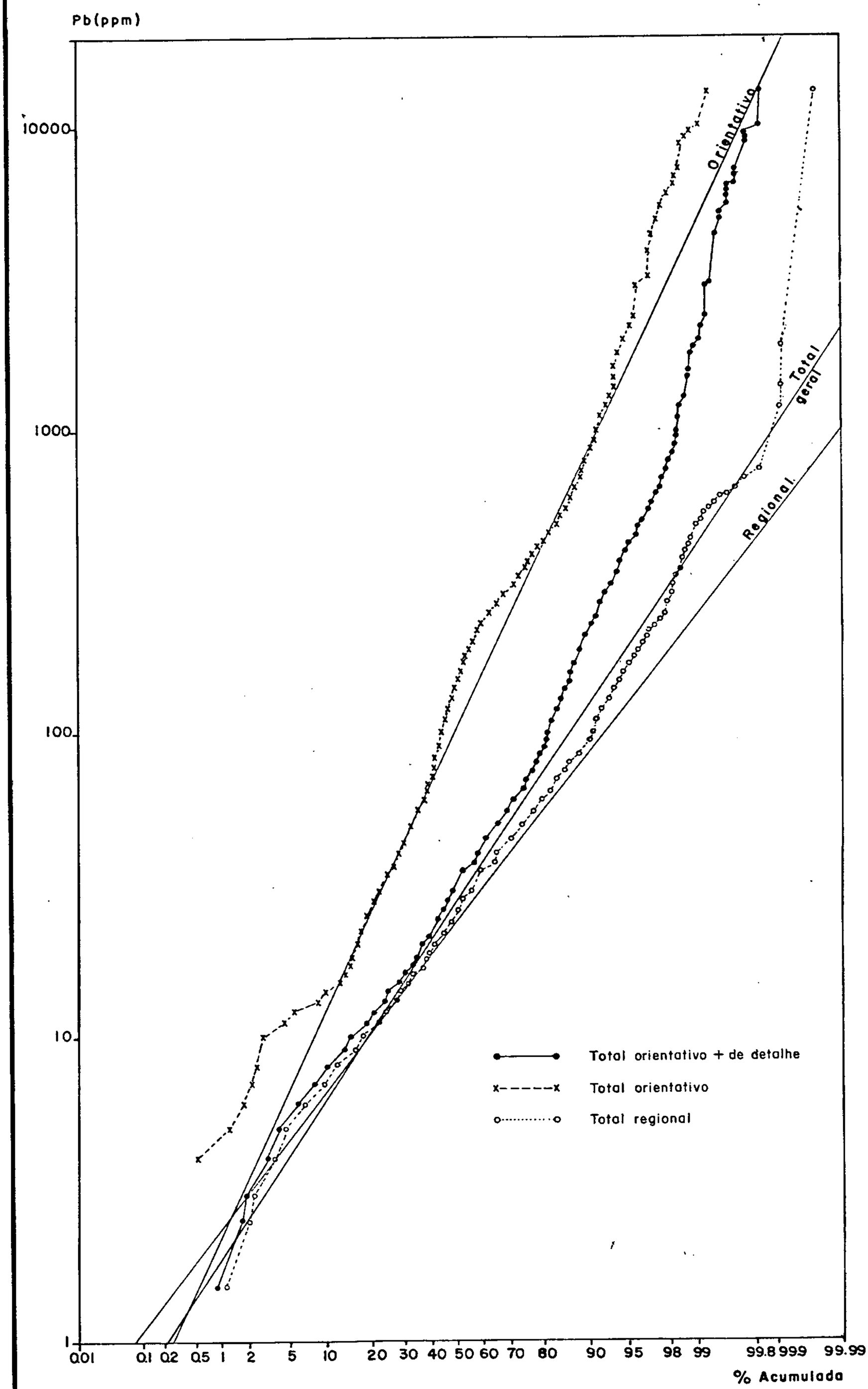


FIGURA 13 - DIAGRAMAS DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE CHUMBO EM AMOSTRAS DE SOLO

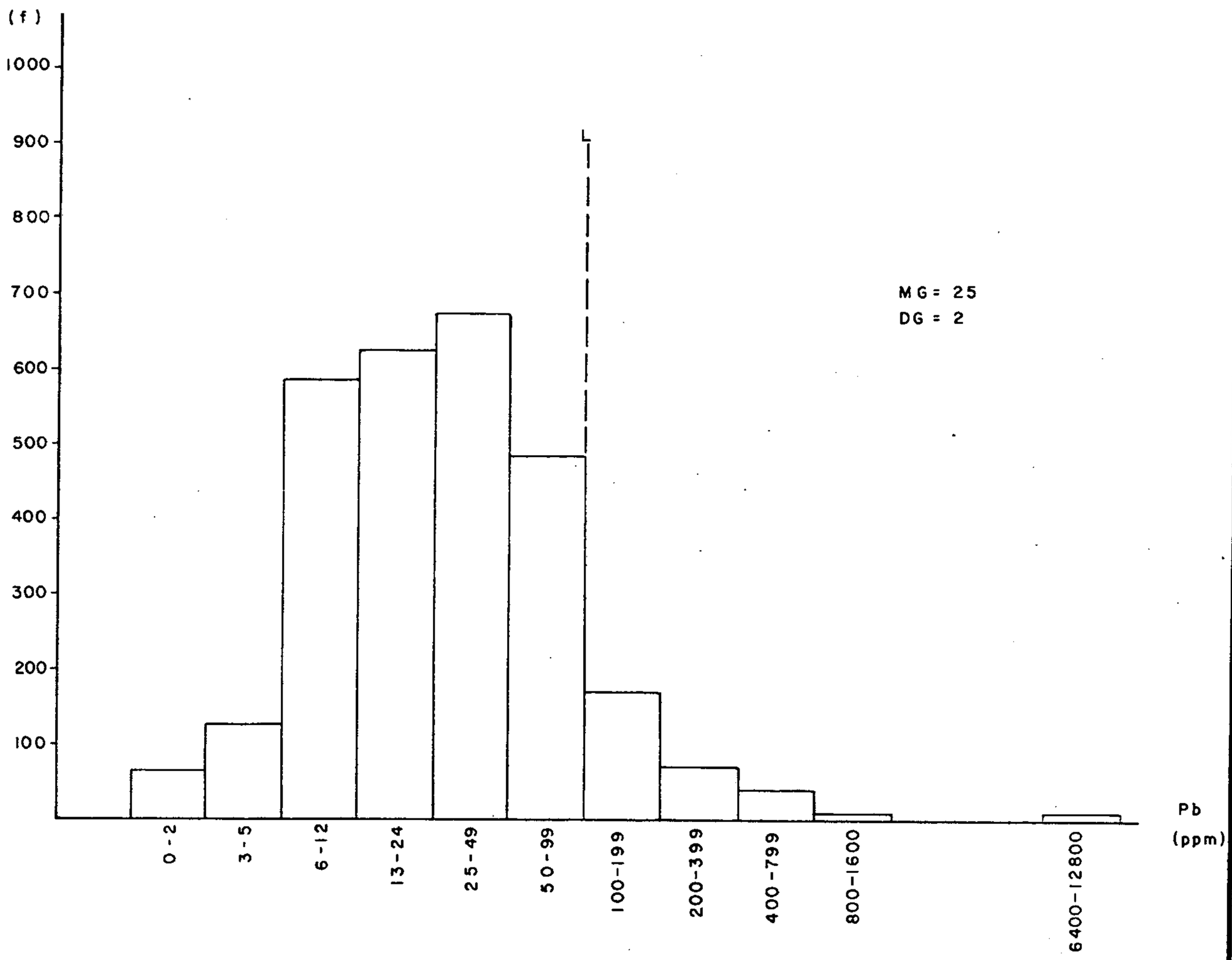


FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS TEORES DE CHUMBO EM AMOSTRAS DE SOLO COLETADAS EM LEVANTAMENTOS DE DETALHE.

lia possível: 100 a 199 ppm; anomalia provável: mais de 200 ppm. O limiar aceito de 100 ppm coloca 280 amostras como possivelmente anômalas, ou seja, 9,9% dos dados. Esse limiar é igual ao que G.C. Melcher (1967) e E.C. Damasceno (1969) consideram como limite inferior dos valores associados a mineralizações econômicas na área do Vale do Ribeira. Embora as análises realizadas por aqueles autores tenham sido por colorimetria e não por absorção atômica, o que limita a comparabilidade dos resultados, é notável a concordância encontrada entre os maiores levantamentos geoquímicos realizados até agora na região.

Durante os estudos orientativos realizados nas áreas pesquisadas o valor de 100 ppm mostrou-se satisfatório para separação do halo associado à mineralização da variação do *background*, sendo a largura do halo a este nível de teor utilizada para escolha do espaçamento de amostragem.

A tabela X e as figuras 12, 13 e 14 ilustram estes resultados.

6.2.3 - Zinco

Os teores de zinco apresentaram valores de 3 a 3200 ppm, tendo seis amostras indicado valor L e uma amostra valor N. Os resultados provenientes dos levantamentos de detalhe variaram entre 3 a 1500 ppm. Em nenhum dos casos estudados houve concordância, entre os testes adotados, para aceitação da lognormalidade. A média geométrica dos teores encontrados em amostras de levantamentos de detalhe é de 35,51ppm e o desvio geométrico 1,94. As curvas de frequência acumulada, em papel de probabilidade lognormal, indicam mistura de populações, havendo uma população predominante de valores baixos, com média geométrica de 36 ppm e desvio geométrico de 1,74, sendo estes os parâmetros utilizados para fixação dos limiares de anomalias. Assim, definiram-se as faixas de valores: abaixo do *background*: até 20 ppm; *background*: 21 a 62 ppm; alto *background*: 63 a 108 ppm; anomalia possível: 109 a 189 ppm; anomalia provável: mais de 190 ppm. Dessa maneira, ficam acima do valor do limiar de 109 ppm 87 amostras, representando 3,16% dos dados, o que mostra serem bem menos promissoras as áreas estudadas para zinco do que para chumbo ou mesmo cobre, levando em conta que numa área sem mineralização, com teores lognormalmente distribuídos, seriam esperados 2,28% de valo

Calculados Numericamente										Avaliados Graficamente				
População	N	Min	Máx	MG	DG	K-S 5%	K-S 1%	Assim.	Curtose	MG	DG	MG.DG	$MG.DG^2$	$MG.DG^3$
Total Orient.+Det.	3336	3	3200	40,64	2,26	-	-	0,639	5,438	39	1,94	76	145	285
Total Orientativo	517	3	3200	81,47	2,80	-	-	0,448	2,867			228	641	1798
Total de Detalhe	2819	3	1500	34,51	1,94	+	+	-0,347	4,724	36	1,74	63	109	190
Barrinha	391	17	220	32,43	1,58	+	+	-0,188	7,186	33	1,51	50	75	113
Paqueiro	1009	3	240	38,02	1,75	-	-	-0,480	3,687	45	1,50	68	101	152
Água Clara	641	4	1500	31,99	2,13	+	+	1,584	3,443	33	2,10	69	146	306
Perau Horizonte B	600	3	420	31,05	2,34	-	-	-0,573	4,600	29	2,13	62	132	280
Perau Horizonte C	178	10	120	41,21	1,64	+	+	-0,519	2,697	40	1,50	60	90	135

Tabela XI: Estatísticas e testes de distribuição dos teores de Zn, dosados em amostras de solo coletadas pelo Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira.

CPRM

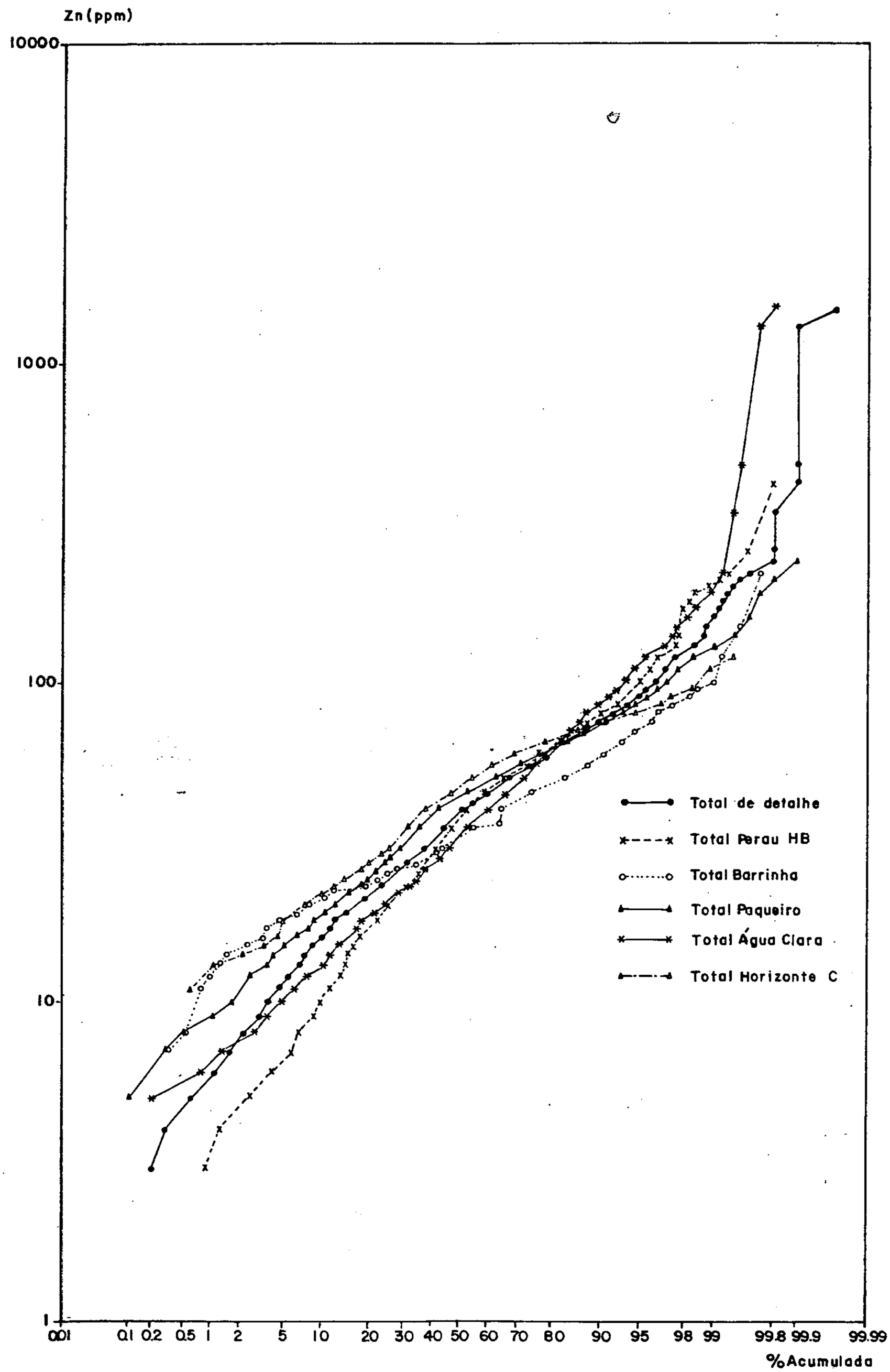


FIGURA 15 - DIAGRAMA DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE ZINCO (ppm) EM AMOSTRAS DE SOLO.

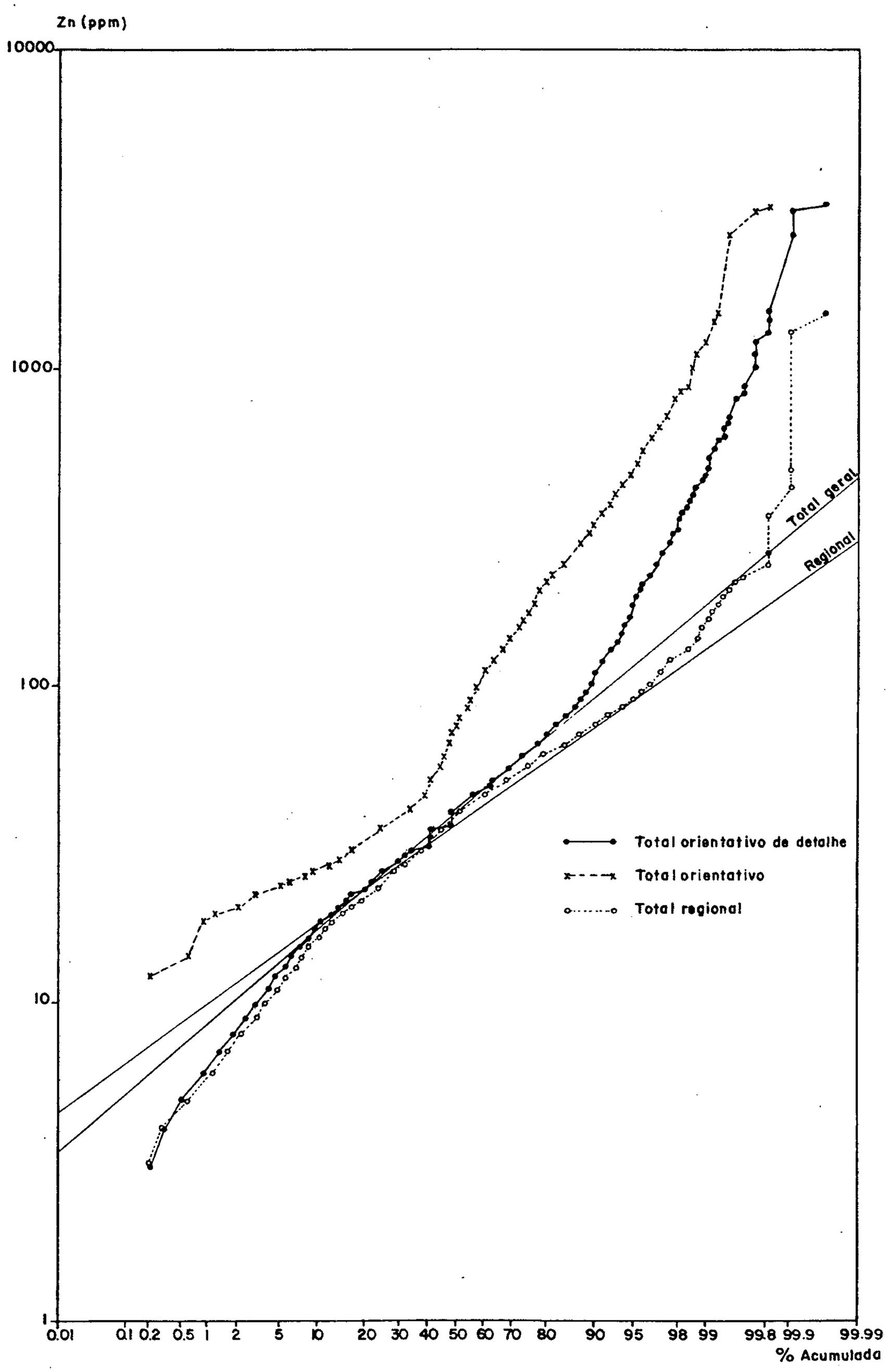


FIGURA 16 - DIAGRAMAS DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE ZINCO (ppm) EM AMOSTRAS DE SOLO.

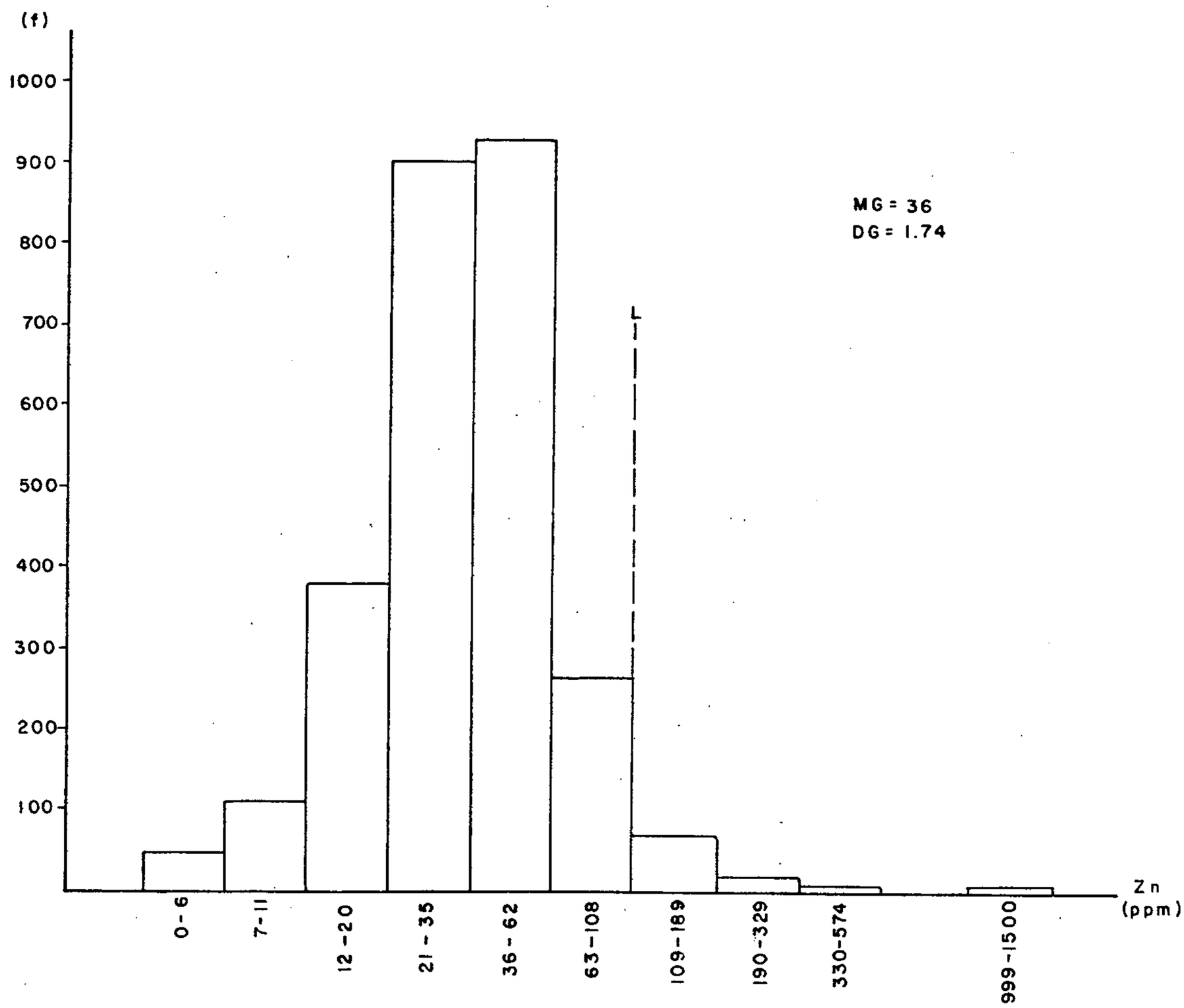


FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS TEORES DE ZINCO EM AMOSTRAS DE SOLO COLETADAS EM LEVANTAMENTO DE DETALHE.

res superiores ao produto da média geométrica pelo quadrado do desvio geométrico, limiar adotado para anomalia possível no presente trabalho.

A tabela XI e as figuras 15, 16 e 17 ilustram esses dados.

6.3 - Prospecção geoquímica por sedimentos de corrente

6.3.1 - Considerações gerais

A prospecção geoquímica por sedimentos de corrente foi utilizada no Projeto como ferramenta auxiliar para determinar, rapidamente e a baixo custo, a potencialidade de áreas próximas àquelas onde foi desenvolvida a prospecção de solos, e que pareciam reunir condições geológicas favoráveis. O número de amostras coletadas foi muito pequeno, totalizando somente 21 amostras, o que forçou a apoiar a interpretação em dados de projetos anteriores de mesma natureza, realizados em áreas análogas, principalmente o Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira. A localização das amostras encontra-se nos mapas referentes a cada área de amostragem nos volumes VIII a XII, os gráficos de frequência dos teores na figura 18 e os dados completos sobre cada amostra no Arquivo Geral do Projeto, volumes XIV e XV.

6.3.2 - Cobre

Os teores de cobre em sedimentos de corrente, coletados no Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira, variaram entre 6 e 70 ppm, apresentando média geométrica de 14,7 ppm e desvio geométrico de 1,9, sendo aceita a hipótese de distribuição lognormal pelo teste de Kolmogorov Smirnof ao nível de significância de 5%, embora os dados em papel em probabilidade lognormal se alinhem segundo uma linha truncada, não aparentando lognormalidade. Estes resultados são semelhantes aos encontrados pelo Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira, que indicam para as amostras coletadas em rochas do Grupo Açunguí a média geométrica de 23 ppm e

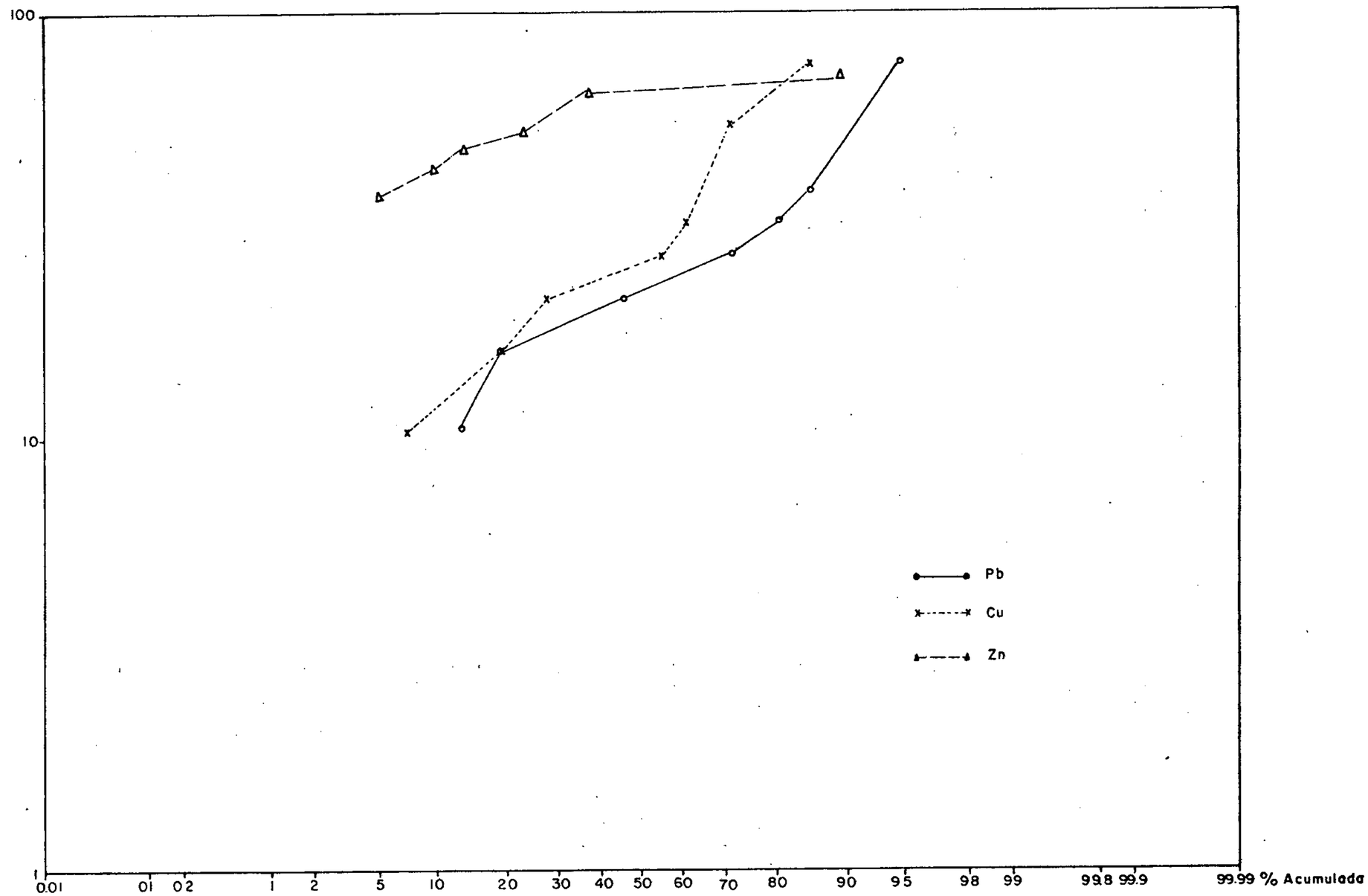


FIGURA 18 - DIAGRAMA DE PROBABILIDADE LOGNORMAL PARA FREQUÊNCIAS PERCENTUAIS ACUMULADAS DE TEORES DE COBRE, CHUMBO E ZINCO, EM AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DE CORRENTE

CPRM

desvio geométrico de 2,13. Calculando, chegamos aos valores: MG.DG = 28 ppm, $MG.DG^2$ = 54 ppm e $MG.DG^3$ = 104 ppm. As amostras que ultrapassaram o limiar de $MG.DG^2$ foram:

EF0446: rio Ouro Fino, próximo à mina de Água Clara: o teor de 59 ppm é provavelmente devido à influência de um corpo de metagabro.

EF0257: situada ao N da Mina do Perau, na Área do França, em bacia de drenagem sustentada por quartzitos e gnaisses. O teor de 70 ppm e o teor de 50 ppm da amostra EF0256, próxima, devem ser causados por mineralizações semelhantes à que ocorre na mesma posição estratigráfica na mina próxima, ou por corpos de anfibólio-xisto de pequena expressão, que ocorrem em toda a área.

EF0258 e EF0259: situados ao N da Mina do Perau.Os teores de 70 ppm, que apresentam,devem ser causados por um dique de diabásio coincidente com a linha de drenagem.

6.3.3 - Chumbo

Os teores de chumbo em sedimentos de corrente coletados no projeto em pauta variaram entre 5 e 70 ppm, apresentando a média geométrica de 21,58 ppm e o desvio geométrico de 1,89. O teste de Kolmogorov-Smirnof não rejeita a lognormalidade, enquanto que gráfico de probabilidade lognormal apresenta desvios nas partes inferior(20%) e superior (90%). Considerando apenas a porção central do gráfico de probabilidade, a média geométrica seria de 18 ppm e o desvio geométrico 1,5. O levantamento regional do Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira aponta para o Grupo Açunguí a média geométrica de 15 ppm e o desvio geométrico de 2,01. Juntando esses dados, podemos considerar como resultados utilizáveis para a prospecção os de 15 ppm para MG e 2,0 para DG, o que fornece os valores:

MG.DG = 30 ppm e $MG.DG^2$ = 60 ppm

EF0250: apresenta 70 ppm de chumbo. Situada ao N da Mina do Perau, na Área do França, abrangendo sua bacia de drenagem rochas situadasem posição estratigráfica semelhante à mineralização de chumbo da Mina do Perau, e que mostram composição semelhante, com rochas contendo carbonatos. Embora as amostras de sedimento de corrente situadas acima exibam baixos teores de chumbo (20 e 5 ppm respectivamente), o local deveria ser mais estudado.

EF0443: com 38 ppm: situada abaixo das galerias da Água Clara, com altas anomalias de chumbo em solo nas proximidades.

EF0444: com 37 ppm: situada dentro da área de Água Clara, abaixo de região com teores de chumbo em solos com valores situados na faixa de *background*.

EF0448: com 33 ppm: sua bacia de drenagem abrange a Área dos Binos, com grande área anômala para chumbo em solos.
Seria interessante verificar porque as altas anomalias em solos não se refletiram nos sedimentos de corrente.

6.3.4 - Zinco

Os teores de zinco nos sedimentos de corrente coletados no Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira variaram entre 30 e 67 ppm, apresentando a média geométrica de 53,3 ppm e o desvio geométrico de 1,23. O teste de aderência à distribuição lognormal por Kolmogorov-Smirnof não rejeita a lognormalidade, mas o histograma e o gráfico de probabilidade lognormal mostram não ser possível esta interpretação para a distribuição dos dados. Adotando os pa

râmetros calculados, vemos que o limiar para anomalia (MG. DG^2) é de 81 ppm, superior ao valor máximo, além do gráfico de lognormalidade não apresentar forma indicativa de anomalias. A amostra que apresenta valor máximo, a EF0446, com 67 ppm de zinco, também apresenta valor relativamente elevado de Cu, mas estes valores devem estar relacionados à presença de um corpo de metagabro.

6 .4 - Correlação entre elementos

Foram calculados os coeficientes de correlação entre os elementos pesquisados, para todas as áreas estudadas. Devido aos dados não seguirem distribuição normal, mas apresentaram distribuição próxima da lognormal, foi calculado o coeficiente de Pearson usando dados logaritmizados, e também, para os mesmos conjuntos, o coeficiente de correlação não-paramétrico de Spearman. Os coeficientes calculados são apresentados na tabela XII, possibilitando as seguintes observações:

a) existe grande semelhança entre os resultados obtidos utilizando qualquer dos dois métodos de cálculo dos coeficientes;

b) aparecem apenas correlações positivas, a não ser aquelas entre teores de Pb com Cu e Zn em amostras coletadas no horizonte C;

c) as correlações entre os teores de Pb e os de Cu e Zn são, em todas as áreas pesquisadas, muito maiores nos conjuntos de dados provenientes do estudo orientativo do que nos levantamentos de detalhe. O mesmo acontece com a correlação entre os teores de Cu e Zn nas áreas de Água Clara e Perau. Na área do Paqueiro os resultados são inconclusivos (o coeficiente de correlação de Pearson entre os teores de Cu e Zn é um pouco maior no orientativo do que no de detalhe, tendo o de Spearman comportamento inverso). Na área da Barrinha a correlação entre Cu e Zn é maior no de detalhe do que no orientativo. Esta diferença de comportamento pode ser interpretada

como resultado da diferença de mobilidade entre os elementos. Assim, na região próxima à mineralização, os teores dos três elementos têm comportamento semelhante, sendo sua variação em grande parte devida à dispersão mecânica do minério em consequência do relevo muito acidentado. À medida que nos afastamos da mineralização, haverá uma separação entre os elementos, causada pela maior mobilidade do Cu e do Zn, em relação ao Pb, no ambiente secundário, ocasionando a diferença na correlação. Esta diferença é menos sensível nas correlações entre os teores de Cu e Zn, com mobilidades mais semelhantes entre si.

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO

ÁREA	SPEARMAN			PEARSON		
	Cu Pb	Cu Zn	Pb Zn	Cu Pb	Cu Zn	Pb Zn
Água Clara	0,495	0,624	0,551	0,536	0,644	0,586
Orientativo Água Clara	0,789	0,888	0,874	0,804	0,837	0,916
Perau	0,126	0,194	0,074	0,032	0,054	0,378
Orientativo Perau	0,759	0,711	0,915	0,766	0,694	0,874
Paqueiro	0,253	0,770	0,378	0,186	0,710	0,335
Orientativo Paqueiro	0,635	0,705	0,580	0,730	0,770	0,610
Barrinha	0,097	0,576	0,245	0,107	0,564	0,275
Orientativo Barrinha	0,468	0,386	0,288	0,550	0,290	0,330
Orientativo Rocha	0,591	0,692	0,760	0,636	0,837	0,707
Total horizonte B	0,326	0,528	0,362	0,279	0,410	0,395
Total Orientativos	0,600	0,575	0,757	0,548	0,595	0,793
Total horizonte C	-0,274	0,207	-0,157	-0,262	0,157	-0,146
Total Geral	0,325	0,494	0,469	0,355	0,465	0,585

Tabela XII: Coeficientes de correlação de Pearson e Spearman, entre elementos dosados em amostras coletadas em estudos orientativos e de detalhe, nas diversas áreas trabalhadas pelo Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira.

7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 - Conclusões

A experiência obtida durante a execução dos trabalhos de levantamento geoquímico do Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira, juntamente com a análise dos resultados analíticos, permitem que se alcancem as seguintes conclusões gerais:

a) os solos nos quais foi efetuada a amostragem situam-se na zona de transição entre as áreas dominadas pelos solos tropicais, bem desenvolvidos e as áreas cobertas por cambissolos característicos de climas mais frios. Ambos os tipos são afetados pelo relevo acidentado, apresentando-se em geral imaturos;

b) os solos da região, embora geralmente imaturos e apresentando problemas de lixiviação e escorregamento, bem como grande pedregosidade, mostram-se adequados à prospecção geoquímica, evidenciando anomalias ligadas a mineralizações conhecidas e outras, que provavelmente estão relacionadas a mineralizações ainda não estudadas;

c) os estudos orientativos indicaram todos halos de dispersão associados a mineralizações conhecidas, permitindo adequar a metodologia de amostragem às condições locais de cada jazimento esperado;

d) durante os trabalhos de amostragem, revelaram-se como adequados à região os seguintes procedimentos:

- locação de pontos de amostragem com bússola de luneta, manobrada por operadores treinados entre a mão de obra local;
- amostragem efetuada em furos abertos por furadeira boca-de-lobo que permite melhor observação do solo por furo largo, pode ser bem empregada em solo pedregoso e é bem manejada pelo pessoal da região;

- coleta das amostras efetuada por pessoal bem qualificado, de nível médio (técnicos em mineração) ou superior (geólogos), pois a complexidade dos solos da região obriga à diferenciação entre horizontes de características aparentes muito semelhantes e comportamento químico diferente, como os subhorizontes A_2 e B_2, em alguns solos estudados;

e) os testes de variância conjunta de amostragem e analítica, e o de reprodutibilidade de resultados em análise química revelaram variações não significativas, mostrando serem os dados obtidos pelo levantamento perfeitamente adequados para prospecção geoquímica;

f) os testes de peneiramento, entre os resultados analíticos obtidos, revelaram não haver diferença significativa, em frações granulométricas inferiores a 32, 80 e 150 *mesh* podendo os levantamentos regionais em solos análogos aos das áreas de Barrinha e Ribeirão do Rocha serem efetuados com análise da fração inferior a 80 *mesh*;

g) as populações estatísticas estudadas apresentaram-se quase todas como misturas de populações, em grande parte causadas pela sobreposição de um halo provindo de mineralização a uma dispersão lognormal estéril. Para determinação de limiares de prospecção foram usadas técnicas estatísticas gráficas de separação de populações;

h) os dados analíticos obtidos indicaram anomalias geoquímicas para os três elementos estudados em amostras de solo, em maior proporção para chumbo, um pouco menor para cobre e pequena para zinco. Os limiares definidos concordam com os encontrados em trabalhos anteriores (G.C Melcher, 1960 e E.C. Damasceno, 1967);

i) foram coletadas poucas (21) amostras de sedimentos de corrente, as quais revelaram áreas interessantes próximas às mineralizadas e que merecem estudo posterior;

j) o estudo das correlações estatísticas entre os

três elementos pesquisados indicou:

- concordância entre os resultados obtidos utilizando o coeficiente de Pearson e o de Spearman;
- correlações entre os teores de Pb e os de Cu e Zn, muito maiores nos dados de estudos orientativos do que nos de levantamentos de detalhe, permanecendo em ambos os tipos de levantamentos altas correlações entre os teores de Cu e Zn. Esta diferença nas correlações deve ser causada pelo diferente comportamento de Pb em relação aos outros elementos no ambiente secundário, sendo o Cu e o Zn muito mais móveis que o Pb.

7.2 - Recomendações

A partir das conclusões acima, recomenda-se:

a) Efetuar mapeamento de solos, em nível de detalhe compatível com a amostragem, previamente a levantamentos geoquímicos de solo ou sedimentos de corrente na região, como parte de estudos orientativos, realizados obrigatoriamente em cada área a ser trabalhada;

b) Devem ser trabalhadas com métodos mais detalhados todas as anomalias detectadas pelo levantamento geoquímico de solos e sedimentos de corrente;

c) O estudo das correlações entre elementos, em áreas comprovadamente mineralizadas e comprovadamente estéreis, utilizando análise de multi-elementos, poderá levantar relações entre diversos elementos, semelhantes às observadas entre Cu, Pb e Zn, que possibilitarão a descoberta de mineralizações não detectáveis por anomalias em elementos isolados.

Recomendações particulares, relativas a cada área de amostragem, encontram-se nos volumes a elas dedicados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDAS, W. - *Geoquímica de solo*. Projeto Geoquímica na área de Guaratubinha-Piên, Relatório Final. São Paulo, Convênio DNPM-CPRM, 1980. Vol. II, 273 p. il., mapas, inédito.

ALVES, M.J. et alii - *Mapeamento Geológico e Levantamento Geoquímico da área de Cobre e Chumbo. Barra do Perau.* Convênio CEGEP-UFP-Eletro São Marco Ltda., 1977. mapas, tab., graf. inédito.

BUSSAB, W.O. & SEVERO, J.C.P. - *Tábuas de Estatística e Matemática.* São Paulo, Brasiliense, 1974. 39 p.

COMINAS, Mineradora Conventos Ltda. - *Relatório de Pesquisa do Alvará 1.241/77*, Criciuma, SC, 1977. Vol. 1, 57 p. il. inédito.

DAMASCENO, E.C. - *"Geologia da Mina do Paqueiro*, tese de Doutoramento, Fac. Fil. Ciên. e Letras da USP" São Paulo, inédito, 1967. 69 p. graf., tab., mapas.

FASOLO, P.J. et alii - *Levantamento de reconhecimento dos solos do sudeste e centro-leste do Estado do Paraná (áreas 4, 5, 6 e 10).* Convênio SUDESUL-EMBRAPA-Gov. Est. Paraná - IAPAR, 1980. inédito.

FRIZZO, S.J. - *Estatística aplicada à prospecção geoquímica. Princípios.* Rio de Janeiro, Cia. Pesq. Recursos Minerais, pub. interna, 1978, 69 p.

GARRET, R.G. - The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. *Econ. Geology*, 64: 568-569. 1969.

HAWKES, H.E. & WERB, J.S. - *Geochemistry in mineral exploration.* Tokio, Harper, 1965. 415 p. il.

LEPELTIER, CLAUDE - A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation. *Econ. Geology*, 64:538-550, 1969.

LEVINSON, A.A. - *Introduction to Exploration Geochemistry*. Wilmette, Ill., Applied Pub., 1974. 614 p. il.

MELCHER, G.C. - Geochemical exploration in the Rio Ribeira de Iguape Lead District, Brazil. in: Inter. Geol.Congress, 30, 1960. *Anais*, III tomo, 585-596.

MELFI, A.J. & PEDRO, G. - Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. *Rev. Bras. Geociências*, 7: 271-286, 1977.

MUNSELL - *Munsell Soil Color Charts*. Baltimore, Munsell Color, 1975. 15 p. il.

NIE, N., BENT, D. & HULL, C. - *Statistical Package for the Social Sciences*. New York, McGraw-Hill, 1970. 343 p.

PARSLOW, G.R. - Interpretation of some geochemical distributions in Key and Seahorse Lakes, Saskatchewan. *CIM Bull*, April 1979: 112-117.

PEREIRA, L.C.B. - Escolha do limiar (threshold) na prospecção geoquímica, mais arte que ciência? *Jornal do Geólogo*, SBG-Núcleo de SP, 2 (6):13. 1979.

RANZANI, G. - *Manual de Levantamento de Solos*. S.Paulo, il Edgar Blucher/EDUSP, 1969. 167 p.

RAUEN, Moacir de Jesus, et alii, - *Levantamento de reconhecimento dos solos do litoral do Estado do Paraná (área 11) Informe preliminar*. Bol. Técnico nº 54: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Curitiba, 1977. 128 p. fotos, mapas.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - COMISSÃO DE MÉTODO DE TRABALHO DE CAMPO - *Manual de Método de Trabalho de campo*. Campinas, SP. Soc. Bras. Ciência do Solo, 1976, 36 p.

SOUZA, I.M. & CAMPANHA, G.A.C. - Geoquímica para cobre, chumbo, zinco no local São Bento, município de Adrianópolis, Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1980. *Anais*, 5:2174-2184.

TENNANT, C.B. & WHITE, M.L. - Study of the distribution of some geochemical data. *Econ. Geology*, 54: 1281-1290. 1959.

WILLIAMS, X.K. - Statistics in the interpretation of geochemical data. *New Zealand Jour. Geol. Geophys.*, 10: 771-797. 1967.

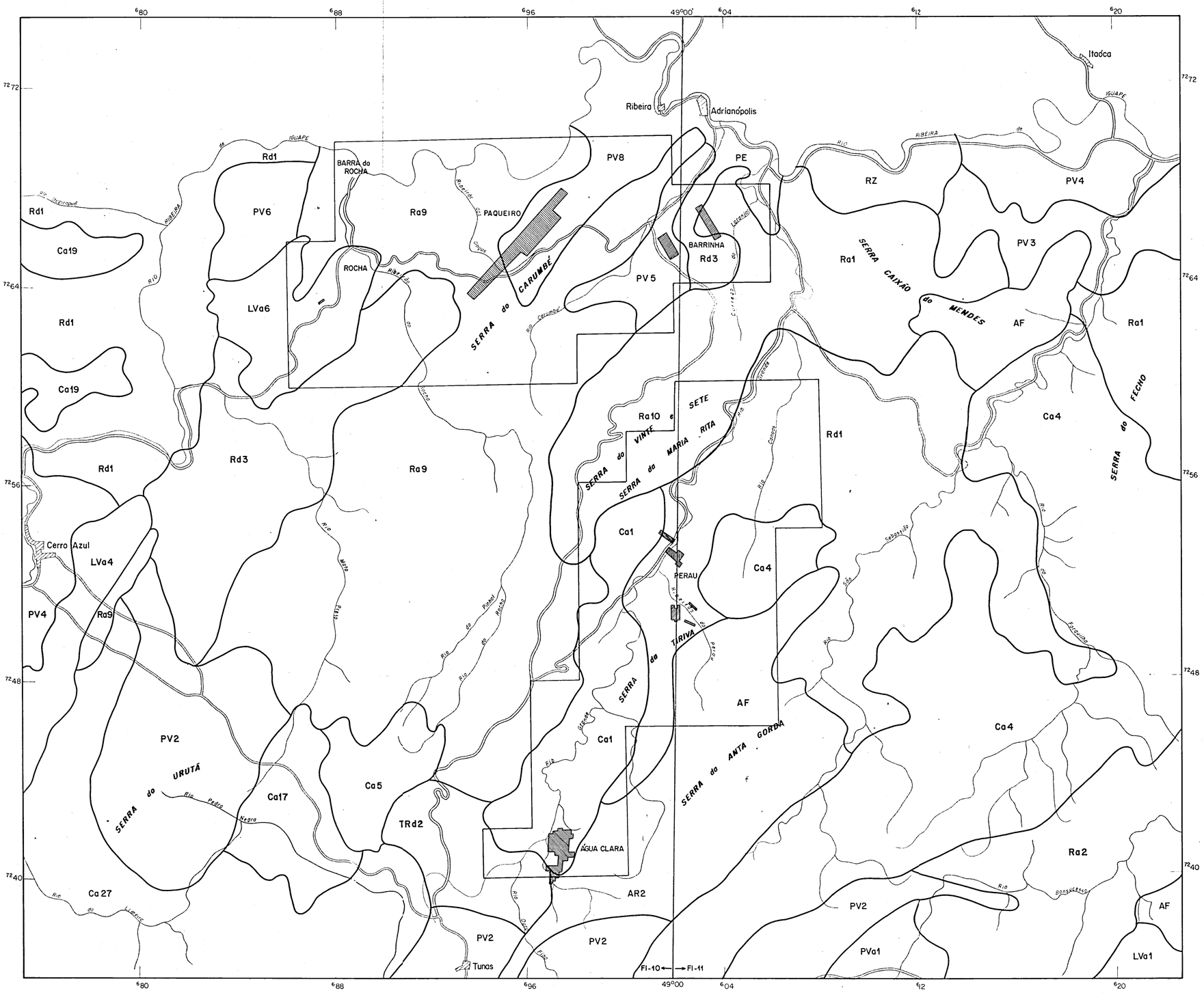
9 - ANEXOS

Mapa de Solos

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

DNPM-CPRM



CONVENÇÕES

PEDOLÓGICAS

CAMBISSOLOS

folha 10:

Ca1 ..... - CAMBISSOLO ÁLICO Tb,A proeminente, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo suave ondulado substrato migmatito.

Ca5 ..... - CAMBISSOLO ÁLICO Tb,A moderado, textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato siltitos e arenitos finos.

Ca17 ..... - Associação CAMBISSOLO ÁLICO Tb fase floresta subtropical subperenifólia substrato migmatitos + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb cambico fase floresta subtropical perenifólia ambos A moderado textura argilosa com cascalho relevo forte ondulado.

Ca19 ..... - Associação CAMBISSOLO ÁLICO latossólico substrato rochas cristalinas ácidas + PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO Tb ambos A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo forte ondulado a montanhoso

Ca27 ..... - Associação CAMBISSOLO ÁLICO Tb,relevo forte ondulado + solos LITÓLICOS DISTRÓFICOS relevo montanhoso ambos A moderado textura argilosa fase campo subtropical substrato filitos.

folha 11:

Ca4 ..... - Associação de CAMBISSOL ÁLICO com A moderado textura argilosa fase campo subtropical relevo montanhoso (substrato filito e xisto) - LATOSSOL VERMELHO AMARELO ÁLICO pouco profundo com A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo montanhoso.

AFLORAMENTOS DE ROCHA

folha 10 e 11

AR2 - AF - Associação AFLORAMENTOS DE ROCHA granitos e quartzitos + SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS A proeminente textura argilosa fase campo e floresta subtropical perenifólia relevo escarpado e montanhoso substrato granitos e quartzitos.

SOLOS LITÓLICOS

Rd1 (fl 10 e 11) - SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS com A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo montanhoso e escarpado (substrato gnaisse e anfibolitos).

Rd3 (fl 10 e 11) - Associação de SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS com A moderado textura argilosa e média, fase campo subtropical relevo montanhoso (substrato filito, xisto e quartzito) + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO abrúptico com A moderado textura média/argilosa fase floresta subtropical subperenifólia relevo ondulado.

Ra10 (fl 10) - Ra1 (fl 11) - Associação de SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS relevo montanhoso e escarpado + CAMBISSOLO ÁLICO relevo montanhoso, ambos com A moderado textura argilosa fase campo subtropical substrato xistos e filitos.

Ra9 (fl 10) - Ra2 (fl 11) - Associação de SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS relevo montanhoso e escarpado + CAMBISSOLO ÁLICO relevo montanhoso ambos com A moderado textura argilosa fase pedregosa floresta subtropical perenifólia (substrato filito, xisto e quartzito).

ASSOCIAÇÕES COM SOLOS PODZÓLICOS

PV2 (fl 10) - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo forte ondulado.

PV4 (fl 10) - Associação PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb relevo ondulado + LATOSSOLO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO relevo ondulado suave ondulado ambos A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia.

PV5 (fl 10) - Associação PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb abrúptico textura média/argilosa relevo ondulado + CAMBISSOLO DISTRÓFICO Tb textura argilosa relevo forte ondulado substrato filitos e xistos.

PV8 (fl 10) - Associação PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb A proeminente textura média/argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo forte ondulado + SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS A moderado textura argilosa fase campo subtropical relevo montanhoso substrato filitos, xistos,quartzitos ambos textura argilosa.

PV3 (fl 11) - Associação de PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrúptico textura média/argilosa relevo ondulado + CAMBISSOL DISTRÓFICO textura argilosa relevo forte ondulado (substrato filito e xisto) ambos com A moderado fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado.

PV4 (fl 11) - Associação de PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrúptico com A proeminente textura média /argilosa com cascalho + REGOSSOL EUTRÓFICO COM A chernozêmico textura média com cascalho (substrato granito) ambos fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado.

PE (fl 11) - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO abrúptico com A chernozêmico textura média/ argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado.

PV6 (fl 10) - Associação PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb abrúptico A proeminente textura média / argilosa com cascalho + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A chernozêmico textura média com cascalho substrato granito ambos floresta tropical subperenifólia relevo ondulado .

PVa1 (fl 11) - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO A proeminente textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

LATOSSOLOS

LVa4 (fl 10) - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ÁLICO podzólico A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo ondulado.

LVa6 (fl 10) - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ÁLICO pouco profundo A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo forte ondulado.

LVa1 (fl 11) - LATOSSOLO VERMELHO AMARELO ÁLICO pouco profundo A moderado textura argilosa fase floresta subtropical perenifólia relevo forte ondulado.

TERRA ROXA ESTRUTURADA

Trd1 (fl 10) - Associação TERRA ROXA ESTRUTURADA DISTRÓFICA floresta subtropical perenifólia + SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS floresta subtropical subperenifólia + CAMBISSOLO DISTRÓFICO floresta subtropical subperenifólia, todos substrato rochas do derrame do Trapp. A proeminente textura argilosa fase pedregosa relevo forte ondulado e montanhoso.

CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUREG-SP

PROJETO INTEGRAÇÃO E DETALHE GEOLÓGICO NO VALE DO RIBEIRA

ELEMENTOS UTILIZADOS

Rauen, M.J. et allii - levantamento de reconhecimento dos solos do litoral do Estado do Paraná (área 10). Bol. Técnico nº 54 - SNLCS, Curitiba, 1977.

Fasolo, P.J. et allii - levantamento de reconhecimento dos solos dos sudeste e centro - leste do Estado do Paraná (áreas 4,5,6, e 10) - IAPAR - inédito.

ESCALA

1:100 000

2Km 1Km 0 1Km 4Km

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

NM NG 14°45'

Declinação magnética no centro da folha 1980 - variação anual 9' Ano base 1975.

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Limite das áreas mapeadas à escala de 1:25000

Áreas de amostragem geoquímica

Limite de área ocupada por tipo de solo

Estrada

Drenagem

Cidade

RELATÓRIO FINAL

VOLUME XIII

ANEXO - MAPA DE SOLOS

PARTE DAS FOLHAS: CERRO AZUL e APIAÍ

(SG.22-X-B-IV) (SG.22-X-B-V)

Compilação: Luiz Antonio Silva

Arlei Benedito Macedo