


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

PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUÍ
LEVANTAMENTO REGIONAL - ETAPA I - MINAS GERAIS
RELATÓRIO FINAL
TEXTO E ILUSTRAÇÕES
VOLUME I

*Carlos Alberto Heineck
Adolfo Alves de Souza
José João Correia de Oliveira
Virgílio de Paula Guimarães
Hélio Antônio de Sousa*

PHL 13806

I-96

 CPRM	SUREMI SEDOE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º 695	
N.º de Volumes: 4 v.: 1	
OSTENSIVO	



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUI

LEVANTAMENTO REGIONAL - ETAPA I - MINAS GERAIS

Chefe do Projeto : Carlos Alberto Heineck

Equipe Executora : Adolfo Alves de Souza
José João Correia de Oliveira
Virgílio de Paula Guimarães
Hélio Antonio de Sousa

Prospectores : Seiji Oki
Luiz Antonio Lisboa
Adautivo Nunes de Carvalho
José Ronaldo Barros Rosa

Supervisão e Planejamento : Gustavo Noronha Diniz Gonçalves

Colaboração Especial : Luiz Carlos Buriti Pereira

PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUI

LEVANTAMENTO REGIONAL - ETAPA I - MINAS GERAIS

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOL. I — TEXTO E ILUSTRAÇÕES

Resumo
Abstract
Introdução
Descrição das Áreas
Técnicas de Amostragem
Preparação das Amostras e Técnicas Analíticas
Avaliação e Interpretação dos Dados
Discussão das Anomalias
Conclusões
Recomendações
Referências Bibliográficas
Documentação Fotográfica

VOL. II — ANEXOS — PARTE I

Mapas de Amostragem Geoquímica

VOL. III — ANEXOS — PARTE II

Mapas Geoquímicos

APRESENTAÇÃO

Este trabalho contém a interpretação e apresentação dos resultados da primeira etapa de prospecção geoquímica regional, levada a efeito na borda oriental da bacia de sedimentação Bambuí, dentro do que se propõe o Projeto Geoquímica do Bambuí.

Neste volume encontram-se expostos a sistemática empregada durante o levantamento regional e os resultados obtidos para os diversos elementos analisados, junto com histogramas, tabelas de parâmetros estatísticos e listagens das anomalias definidas para sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados. A discussão das anomalias geoquímicas, ao final do volume, encerra igualmente alguns comentários sobre a ambiência geológica e as potencialidades geo-econômicas das respectivas áreas.

O volume II comporta 15 (quinze) mapas de amostragem geoquímica, na escala 1:100.000, de toda a área estudada, junto com o esboço geológico de cada uma das folhas.

No volume III estão incluídos os mapas geoquímicos (símbolos) relativos às associações de elementos considerados para interpretação e apresentação dos resultados, sendo esta distribuição geoquímica pertinente aos principais meios de amostragem, quais sejam, sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados.

2.4.2 - Mineralização	17
2.5 - Aerogeofísica	17
2.5.1 - Introdução	17
2.5.2 - Interpretação	18
3 - TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM	21
3.1 - Generalidades	21
3.2 - Sedimentos de corrente	21
3.3 - Concentrados de minerais pesados	23
3.4 - Seixos	23
3.5 - Rocha	24
3.6 - Solo	24
4 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS	26
4.1 - Secagem e Peneiramento	26
4.2 - Métodos analíticos	27
4.2.1 - Espectrografia de emissão	27
4.2.2 - Espectrofotometria de absorção atômica	27
4.2.3 - Colorimetria	28
4.2.4 - Eletrodo de íon específico	28
4.3 - Laboratório e pessoal responsável	29
5 - AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	30
5.1 - Generalidades	30
5.2 - Critérios de interpretação	32
5.3 - Avaliação estatística dos dados	37
5.3.1 - Análise de variância	37
5.3.2 - Sumários das estatísticas	39
5.3.3 - Matrizes de correlação	40
5.3.4 - Histogramas e gráficos de probabilidade	41
5.4 - Distribuição geoquímica dos elementos	42

5.4.1 - Sedimentos de corrente	42
5.4.1.1 - Chumbo, zinco e cobre	42
5.4.1.2 - Fósforo e flúor	51
5.4.1.3 - Ferro e manganês	53
5.4.2 - Concentrados de minerais pesados ...	57
5.4.2.1 - Chumbo, zinco e cobre	57
5.4.2.2 - Berílio, ouro e fósforo ..	60
6 - DISCUSSÃO DAS ANOMALIAS	62
6.1 - Sedimentos de corrente em sequência carboná	
tica	62
6.1.1 - Células anômalas	62
6.1.1.1 - Chumbo, zinco e cobre	62
6.1.1.2 - Fósforo e flúor	64
6.1.1.3 - Ferro e manganês	66
6.1.2 - Anomalias individuais	68
6.1.2.1 - Chumbo, zinco e cobre	68
6.1.2.2 - Fósforo e flúor	74
6.1.2.3 - Ferro e manganês	77
6.2 - Sedimentos de corrente em sequência clástica	81
6.2.1 - Células anômalas	81
6.2.1.1 - Chumbo, zinco e cobre	81
6.2.1.2 - Fósforo e flúor	85
6.2.1.3 - Ferro e manganês	89
6.2.2 - Anomalias individuais	93
6.2.2.1 - Chumbo, zinco e cobre	93
6.2.2.2 - Fósforo e flúor	101
6.2.2.3 - Ferro e manganês	105
6.3 - Concentrados de minerais pesados em sequên	
cia carbonática	111
6.3.1 - Células anômalas para chumbo, zinco	
e cobre	111

6.3.2 - Células anômalas para berílio, ouro e fósforo	113
6.4 - Concentrados de minerais pesados em sequên cia clástica	115
6.4.1 - Células anômalas para chumbo, zinco e cobre	115
6.4.2 - Células anômalas para berílio, ouro e fósforo	121
7 - CONCLUSÕES	127
8 - RECOMENDAÇÕES	131
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
10 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	141

VOLUME II

ANEXOS - PARTE I

MAPAS DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA - Escala 1:100.000

- 1 - Capitão Enéas
- 2 - Francisco Sá
- 3 - Montes Claros
- 4 - Botumirim
- 5 - Jequitaiá
- 6 - Bocaiúva
- 7 - Serra do Cabral
- 8 - Inhaí
- 9 - Corinto
- 10 - Curvelo
- 11 - Costa Sena
- 12 - Sete Lagoas
- 13 - Baldim

14 - Pedro Leopoldo

15 - Belo Horizonte

VOLUME III

ANEXOS - PARTE II

MAPAS GEOQUÍMICOS - Escala 1:250.000

- 1 - Mapa de Pb-Zn-Cu em sedimentos de corrente - Folha Norte
- 2 - Mapa de Pb-Zn-Cu em sedimentos de corrente - Folha Sul
- 3 - Mapa de P-F em sedimentos de corrente - Folha Norte
- 4 - Mapa de P-F em sedimentos de corrente - Folha Sul
- 5 - Mapa de Fe-Mn em sedimentos de corrente - Folha Norte
- 6 - Mapa de Fe-Mn em sedimentos de corrente - Folha Sul
- 7 - Mapa de Pb-Zn-Cu em concentrados de minerais pesados - Folha Norte
- 8 - Mapa de Pb-Zn-Cu em concentrados de minerais pesados - Folha Sul
- 9 - Mapa de Be-Au-P em concentrados de minerais pesados - Folha Norte
- 10 - Mapa de Be-Au-P em concentrados de minerais pesados - Folha Sul

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

(No texto)

TABELAS

- 1 - Características das mineralizações sulfetadas.
- 2 - Variância analítica em sedimentos de corrente.
- 3 - Variância de amostragem e analítica em sedimentos de corrente.
- 4 - Sumário dos Estimadores - Células de drenagem - Sedimentos de corrente.
- 5 - Sumário dos Estimadores - Amostras Individuais - Sedimentos de corrente e Concentrados de Minerais pesados.
- 6 - Matriz de correlação - Sedimentos de corrente - Sequências carbonática e clástica.
- 7 - Matriz de correlação - Concentrados de minerais pesados - Sequências carbonática e clástica.
- 8 - Células anômalas em sedimentos de corrente.
- 9 - Valores anômalos em sedimentos de corrente.
- 10 - Valores anômalos em concentrados de minerais pesados.

FIGURAS

- 1 - Histogramas de chumbo - Sedimento de corrente
- 2 - Histogramas de zinco - Sedimento de corrente
- 3 - Histogramas de cobre - Sedimento de corrente
- 4 - Histogramas de fósforo - Sedimento de corrente
- 5 - Histogramas de flúor - Sedimento de corrente
- 6 - Histogramas de ferro - Sedimento de corrente
- 7 - Histogramas de manganês - Sedimento de corrente
- 8 - Histogramas de chumbo - Concentrado de minerais pesa
dos
- 9 - Histogramas de zinco - Concentrado de minerais pesa
dos
- 10 - Histogramas de cobre - Concentrado de minerais pesa
dos
- 11 - Histogramas de berílio - Concentrado de minerais pesa
dos
- 12 - Histogramas de ouro - Concentrado de minerais pesados
- 13 - Histogramas de fósforo - Concentrado de minerais pesa
dos.

RESUMO

O levantamento geoquímico regional do Grupo Bambuí, em Minas Gerais, constou, basicamente, da coleta de 3000 amostras de sedimentos de corrente e 484 de concentrados de minerais pesados, seguidas de medições de pH. Esta etapa cobriu uma área de 22.690 km², onde foram delimitadas 515 bacias ou células de drenagem com áreas de captação medindo, em média, 44 km², tendo sido tomadas, em cada uma delas, cerca de 7 amostras.

Para efeito de programação e interpretação dos dados, foram consideradas duas populações-alvo, representadas pelas sequências carbonática e clástica.

Os resultados alcançados com a avaliação e interpretação dos dados, tanto por células como por amostras individuais, constituem-se, principalmente, na definição de importantes zonas anômalas para a maioria dos elementos estudados, destacando-se, entre outras, as seguintes:

- Conjunto de anomalias para Pb, Zn, P e F na região de Capitão Enéas, no limite norte da área estudada;

- Conjunto de células anômalas para Pb, Zn e F nas proximidades de Joaquim Felício, entre as serras do Cabral e do Espinhaço;

- Conjunto de anomalias para Pb, Zn, Cu, F e F nas regiões de Sete Lagoas, na extremidade sul, e do Boaiúva, no centro-norte da área;

- Conjunto de células anômalas para Mn, na borda meridional da bacia Bambuí, na região de Jaboticatubas e Taquaraçu de Minas.

ABSTRACT

The regional geochemical survey of the Bambuí Group in Minas Gerais consisted basically of 3000 stream sediments and 484 pan concentrates samples followed by pH measurements. This stage of work comprised an area of 22690 km² where 515 small basins or drainage cells with a catchment area about of 44 km² were delimited. An average of seven samples were collected in each one of these cells.

Two target populations represented by clastic and carbonatic sequences were considered for data interpretation purposes.

The results obtained from the evaluation of both cell and individual sample data provided the forthcoming of anomalous zones to the majority of the analysed elements.

The following zones could be distinguished among those mentioned above:

- Group of anomalies of Pb, Zn, P and F in the Capitão Enéas region, in the northern limit of the studied area;

- Group of anomalous cells to Pb, Zn and F, by Joaquim Felício, between the Cabral and Espinhaço Mountains;

- Group of anomalies of Pb, Zn, Cu, P and F, in the southern edge of Sete Lagoas and in the southern center of Bocaiúva regions;

- Group of anomalous cells to Mn in the southern bord of the Bambuí basin, in the region of Jabotibatubas and Taquaraçu de Minas.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico

A execução de um levantamento geoquímico regional, confiado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, integra um programa de prospecção de mineralizações principalmente sulfetadas no domínio do Grupo Bambuí. A atual etapa do levantamento em caráter regional (Fase C), desenvolvida na borda ocidental do Espinhaço Meridional, deu-se em continuidade aos trabalhos de compilação de dados sobre o Grupo Bambuí (Fase A) e ao levantamento geoquímico piloto (Fase B).

A área objeto para o desenvolvimento de uma prospecção geoquímica, por parte da Superintendência Regional da CPRM em Belo Horizonte, foi selecionada com base nos seguintes critérios:

a) presença de ocorrências minerais cadastradas, na região de Sete Lagoas;

b) condicionamento geológico favorável, como expressivas faixas de rochas carbonáticas e probabilidade de conter mineralizações econômicas;

c) existência de um razoável acervo de informações geológicas e bases cartográficas, bem como de aerofotografias disponíveis, o que poderia levar a uma economia apreciável de tempo e recursos financeiros;

d) dados do levantamento aerogeofísico executado pelo Convênio Geofísica Brasil-Alemanha, que revelara significativos traços estruturais (altos paleogeográficos)

ficos) na região;

e) resultados da cartografia geológica leva da a efeito pelo Projeto Três Marias (Convênio DNPM-CPRM);

f) experiência pessoal de geólogos com renomado conhecimento do Grupo Bambuí.

O desenvolvimento dos trabalhos seguiu a orientação dada pela Divisão de Geoquímica (RJ), tendo ocorrido inclusive a participação de geólogos da referida Divisão, nos trabalhos de amostragem geoquímica. A coleta de amostras, efetuada por quatro equipes de técnicos, teve esquemas semelhantes para as Superintendências Regionais da CPRM em Belo Horizonte, Goiânia e Salvador. Esta programação envolvia, basicamente, a coleta de cerca de 4.000 amostras, entre sedimentos de corrente, concentrados de bateia, seixos (rolados), solo e rocha, cobrindo uma área de 40.740 km², dos quais 22.690 km² são constituídos de rochas argilosas e carbonáticas do Grupo Bambuí.

A amostragem geoquímica foi desenvolvida de março a dezembro de 1976, após um curto período de preparação dos mapas e materiais julgados indispensáveis, tendo sido percorridos, para a realização dos serviços, 114.200 km de carro e 1.200 km a pé.

1.2 - Objetivo do Trabalho

O levantamento geoquímico regional na borda ocidental da bacia do Grupo Bambuí no Estado de Minas Gerais, teve como principal finalidade a identificação das áreas potencialmente mineralizadas em sulfetos de chumbo e zinco, que são os mais suscetíveis de ocorrer na referida unidade, bem como fluorita, fosfato, ouro e cobre. Pa

ra a consecução de tal objetivo, foram utilizados sistematicamente amostras de sedimentos de corrente, complementadas por concentrados de minerais pesados, seixos, solos e rochas.

1.3 - Localização e Acesso

A região trabalhada localiza-se na porção central e centro-norte do Estado de Minas Gerais, situando-se a cidade de Belo Horizonte no sul da mesma.

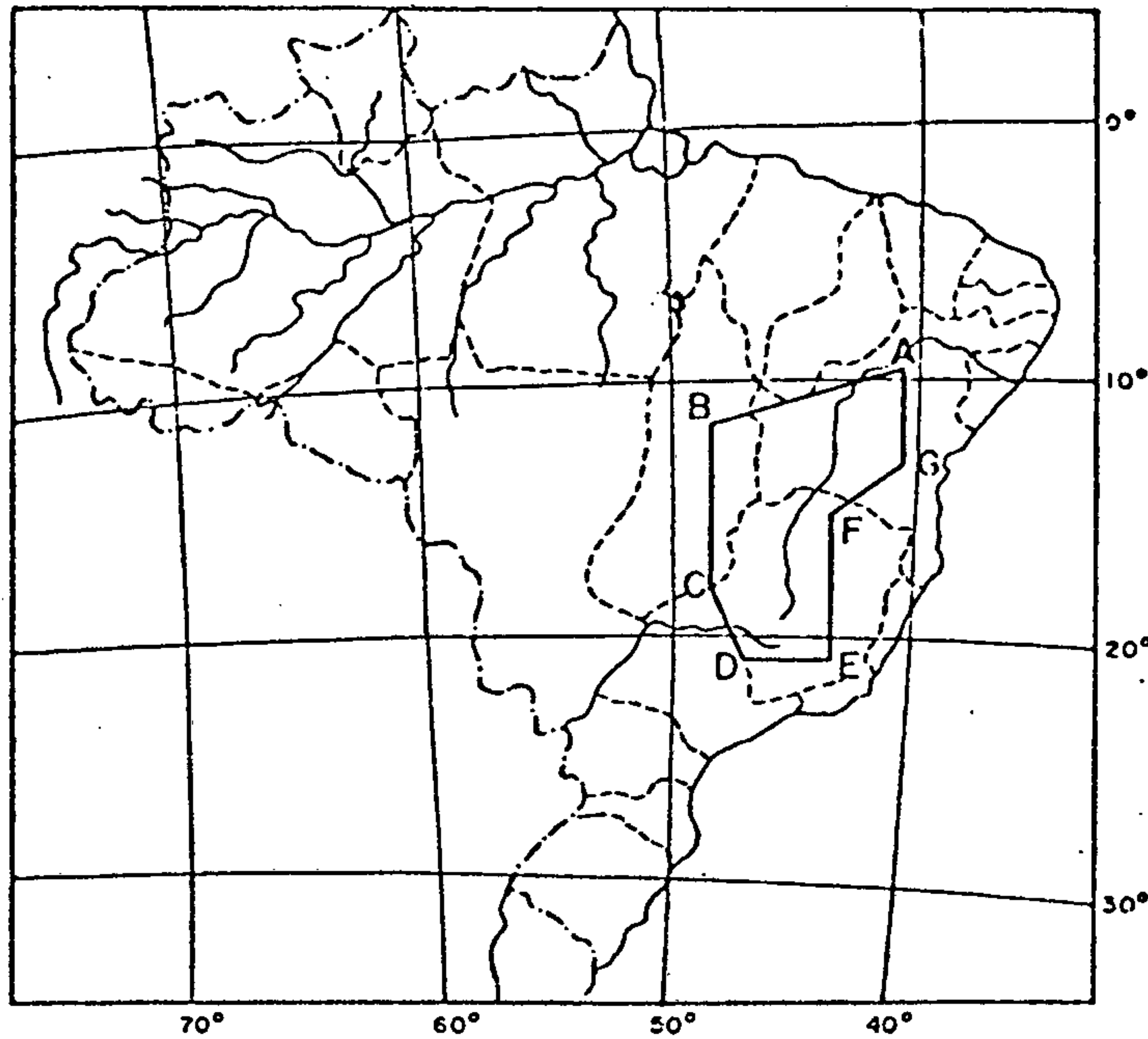
A situação da área, composta por 15 (quinze) folhas topográficas na escala 1:100.000, encontra-se ilustrada na planta em anexo, tendo os vértices da mesma as seguintes coordenadas:

A	- 43° 00' W	e	16° 00' S
B	- 44° 00' W	e	16° 00' S
C	- 44° 00' W	e	17° 00' S
D	- 44° 30' W	e	17° 00' S
E	- 44° 30' W	e	20° 00' S
F	- 43° 30' W	e	20° 00' S
G	- 43° 30' W	e	19° 00' S
H	- 43° 45' W	e	19° 00' S
I	- 43° 45' W	e	18° 30' S
J	- 44° 00' W	e	18° 30' S
K	- 44° 00' W	e	18° 00' S
L	- 43° 30' W	e	18° 00' S
M	- 43° 30' W	e	17° 00' S
N	- 43° 15' W	e	17° 00' S
O	- 43° 15' W	e	16° 30' S
P	- 43° 00' W	e	16° 30' S

O acesso rodoviário às áreas é feito, a partir de Belo Horizonte, pela BR-135, atingindo-se sucessi

PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUÍ

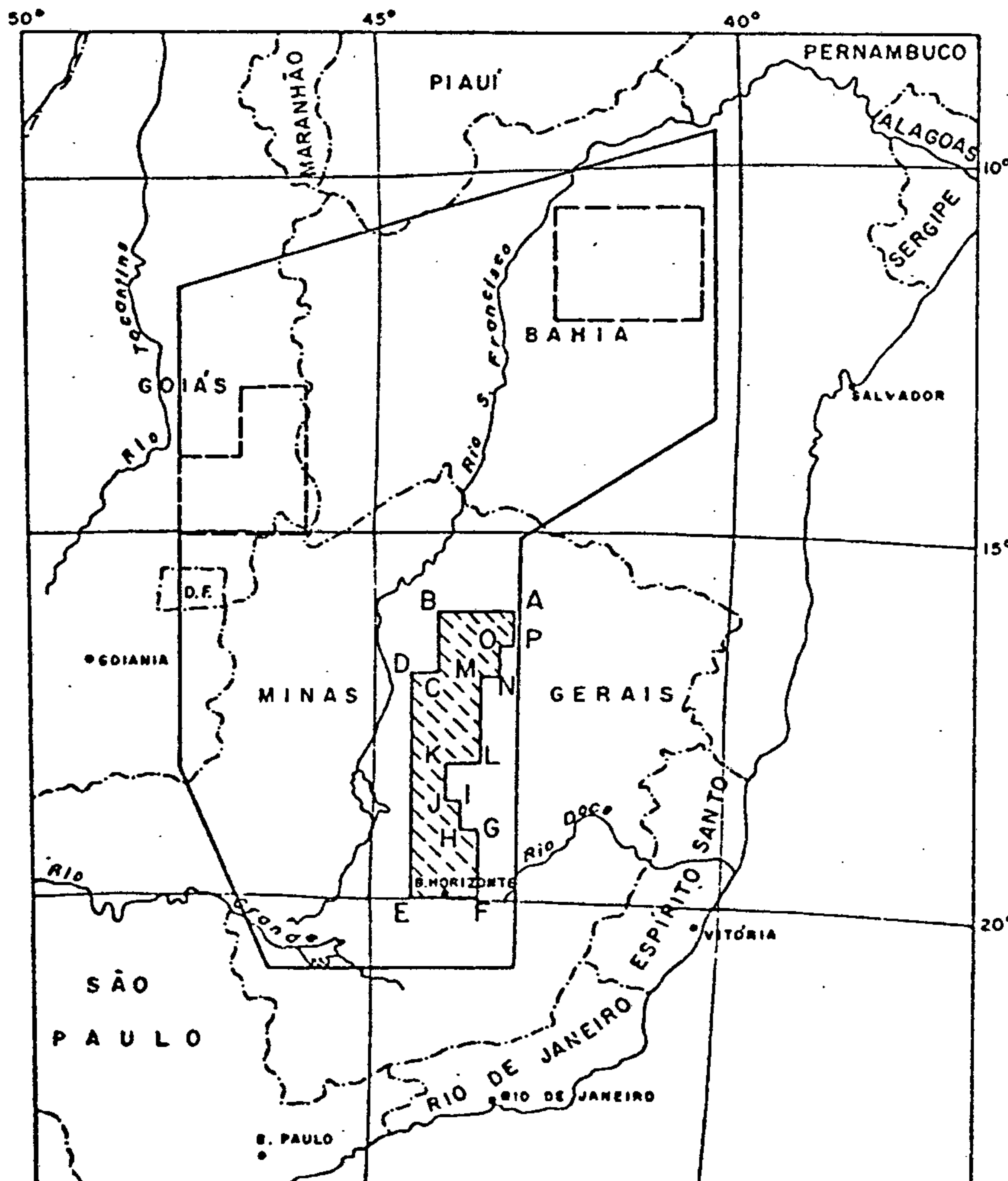
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



- A - 40°20'W - 9°30'S
- B - 48°00'W - 11°30'S
- C - 48°00'W - 18°10'S
- D - 46°25'W - 21°00'S
- E - 43°00'W - 21°00'S
- F - 43°00'W - 15°00'S
- G - 40°20'W - 13°30'S

Escala : 1 : 60.000.000

SITUAÇÃO DO LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO REGIONAL EM MINAS GERAIS - ETAPA-I



- A - 43°00'W - 16°00'S
- B - 44°00'W - 16°00'S
- C - 44°00'W - 17°00'S
- D - 44°30'W - 17°00'S
- E - 44°30'W - 20°00'S
- F - 43°30'W - 20°00'S
- G - 43°30'W - 19°00'S
- H - 43°45'W - 19°00'S
- I - 43°45'W - 18°30'S
- J - 44°00'W - 18°30'S
- K - 44°00'W - 18°00'S
- L - 43°30'W - 18°00'S
- M - 43°30'W - 17°00'S
- N - 43°15'W - 17°00'S
- O - 43°15'W - 15°30'S
- P - 43°00'W - 16°30'S

Escala : 1 : 15.000.000

vamente as cidades de Sete Lagoas, Paraopeba, Curvelo, Co
rinto, Buenópolis, Bocaiúva e Montes Claros, em pista as
faltada, seguindo-se por estrada encascalhada (BR-122) até
Capitão Enéas e Janaúba, esta última situada já ao norte
dos limites do Projeto e a pouco mais de 500 km de Belo
Horizonte. Diversas estradas federais, estaduais e municí
pais, com boas condições de utilização, em especial duran
te a estação mais seca, permitem o acesso aos mais dife
rentes pontos da área e a partir das citadas rodovias.

1.4 - Trabalhos Anteriores

Dentre os trabalhos de cunho geológico desta
cam-se alguns executados no campo da cartografia e pros
pecção, como os de J.V.N.Dorr II e colaboradores (1957 e
1969) no Quadrilátero Ferrífero, de R. Pflug e outros
(1964, 1965 e 1969) na região da serra do Espinhaço e J.
P. Cassedanne (1972), que abordou características geológi
co-econômicas das ocorrências plumbíferas existentes na
região de Sete Lagoas.

Mais recentemente, foram efetuados levanta
mentos aerogeofísicos e geoquímicos por equipes do Convê
nio Geofísica Brasil-Alemanha (1973 e 1975) e cartogra
fias geológicas sistemáticas, na escala 1.250.000, atra
vés do Convênio DNPM/CPRM (Projeto Três Marias, de 1977,
e Projeto Jequitinhonha, em execução).

2 - DESCRIÇÃO DA ÁREA

2.1 - Clima, Vegetação e Hidrografia

2.1.1 - Clima

O comportamento climático não é bem definido devido à existência de dados mais completos, mas, tendo em vista a grande extensão da área, pode-se caracterizar o domínio de três tipos climáticos:

a) Clima tropical (Aw) de savanas (cerrados) tropicais, quente e úmido com estação seca de outono-inverno, e no qual 80 a 90% das chuvas caem no período de outubro a março, sendo particularmente atuante na região da depressão sanfranciscana.

b) Clima mesotérmico de verões brandos (Cwb) e estação chuvosa no verão, adscrito às zonas mais elevadas da serra do Espinhaço.

c) Clima mesotérmico de verões quentes (Cwa) e inverno seco, relacionado à serra do Cabral, no centro-oeste da área.

A delimitação destas modalidades de clima está intimamente ligada à dinâmica das massas de ar que dominam a região nos diferentes períodos do ano, exibindo ainda uma ampla conexão com os fatores relevo, vegetação, altitude, latitude e continentalidade. No norte da área, o índice de pluviosidade é inferior a 1.000 mm e a umidade do ar não atinge 65%. No sul a pluviosidade situa-se em torno de 1.300 mm e a umidade aproxima-se de 75%. A temperatura média anual é de 22°C.

2.1.2 - Vegetação

Do ponto de vista fitogeográfico, verifica-se a existência de formações complexas (cerrados), campestres e florestais, relacionadas às diferenças climáticas, natureza do solo, relevo e fatores de ordem geográfica.

Na maior parte da área, a formação predominante é a complexa (cerrados), principalmente onde as litologias são pelíticas e o clima tropical Aw é dominante.

O denominado campo ocorre sempre insulado dentro dos cerrados, aparentemente ocupando os níveis topográficos mais elevados. Abrange fisionomias diversas, que variam desde o campo herbáceo até o campo sujo, entre meado de arbustos e árvores.

Quando há predominância de rochas pelítico-carbonáticas, a vegetação transiciona e adquire aspectos de cerrado e mesmo de floresta aberta, até alcançar as rochas tipicamente carbonáticas, onde estas características se apresentam bem pronunciadas.

2.1.3 - Hidrografia

Os rios da área identificam-se por uma moderação geral no que se refere às descargas médias mensais e aos débitos extremos, moderação essa possibilitada pela espessura notável do manto de decomposição, que armazena as águas meteóricas e as restitui durante o período de estiagem. Uma exceção é constituída pelas áreas de rochas carbonáticas, onde as referidas descargas sofrem maiores variações.

Na região central e norte, as drenagens, em

sua maioria, tornam-se secas no período de estiagem, enquanto na estação chuvosa os rios adquirem características torrenciais. No restante da área o regime dos rios é mais constante.

Os sistemas de drenagem variam em função dos tipos litológicos, sendo mais densos nas áreas onde há predomínio da sequência pelítica e mais pobres nas zonas carbonáticas ou aplainadas.

Os rios que controlam basicamente o regime hidrográfico são o rio das Velhas, Jequitinhonha, Jequitaí, Verde Grande, Cipó, Curimataí, Paraúna e Paraopeba.

2.2 - Geomorfologia

O relevo da área estudada insere-se no denominado Planalto Brasileiro, tal como o propõe A.N. Ab' Sábber (1968). Dentro deste grande bloco do relevo brasileiro foram individualizadas, mais especificamente, duas províncias morfoestruturais: o Planalto Central, representado pela borda ocidental da depressão periférica sanfranciscana, e o Planalto Oriental, constituído pela serra do Espinhaço.

a) Depressão Sanfranciscana

A atuação de diversos ciclos erosivos na depressão periférica do médio e alto São Francisco produziu um relevo suavizado, caracterizando-se, ainda, uma sucessão de vastas superfícies de erosão elaboradas através de processos de pediplanação. As definições referentes aos principais aspectos geomorfológicos, gerados pelos ciclos erosivos, correspondem basicamente às formuladas por L.C. King (1956).

Na área da depressão predominam amplamente rochas sedimentares carbonáticas e argilosas do Grupo Bambuí, por vezes denotando um metamorfismo de baixo grau, como a marmorização de calcários e filitização de argilitos na borda ocidental da serra do Espinhaço.

Os resquícios do ciclo mais antigo, datado do Jurássico e denominado de ciclo Gonduana, bem como do ciclo subsequente, Post-Gonduana (Cretáceo Inferior a Médio), são encontrados nas partes mais elevadas da serra do Cabral (1.200 m). Na região a sul e oeste de Montes Claros, estas superfícies permanecem inumadas (fósseis) sob a cobertura de arenitos da Formação Urucuia.

Um novo ciclo erosional, denominado superfície Sul-Americana (L.C. King, op. cit.), produziu um aplainamento generalizado durante o Cretáceo Superior ao Terciário Médio. Os remanescentes são encontrados sob a forma de chapadas no topo dos arenitos cretáceos, a cotas em torno de 900 metros e, tanto em Bocaiúva, como em Lagoa Santa e adjacências, o ciclo Sul-Americano cortou calcários Bambuí, originando-se uma morfologia cárstica (dolinas) sobre e/ou logo abaixo dessa superfície.

A evolução multicíclica do relevo mostra ainda uma outra retomada de erosão, a superfície Velhas (Plió-Pleistoceno), que produziu entalhamentos profundos no ciclo Sul-Americano e destruiu quase toda a sedimentação cretácea. A maior parte das incisões profundas e pequenos aplainamentos existentes nas bacias dos rios das Velhas e Verde Grande encontra-se relacionados a este ciclo.

b) Serra do Espinhaço

A serra do Espinhaço apresenta um relevo montanhoso, com uma direção predominante segundo norte-sul, e as feições morfológicas são decorrentes principalmente da atuação do ciclo Post-Gondwana, que esculpiu diversos aplainamentos a diferentes níveis. As cristas de quartzitos resistentes que sobressaem em meio à topografia local, semelhante inselbergues, corroboram, junto com os solos cascalhentos, as suposições de um clima árido a semi-árido atuante quando da formação dos plainos elevados.

Nos esgalhamentos mais elevados da serra do Espinhaço, a 1.450 m de altitude, ocorrem pequenos plainos remanescentes da atuação do ciclo Gondwana.

Na região limítrofe entre os quartzitos e filitos do Grupo Espinhaço e as rochas de natureza argilo-carbonática do Grupo Bambuí, desenvolveu-se uma topografia alcantilada devido à erosão diferencial entre as mesmas.

2.3 - Solo

Os principais tipos de solos da área são os latossolos vermelho-escuro e vermelho-amarelo, que se correlacionam ao domínio das diversas modalidades de cerrado, aparecendo subordinadamente os litossolos; apenas localmente ocorrem lateritas hidromórficas.

Os latossolos são bem ou muito bem drenados, profundos, friáveis, porosos, coloração variando de vermelho até amarelo ou bruno forte, intensamente meteorizados e lixiviados, com ínfima reserva de minerais meteorizáveis. Os perfís típicos são desprovidos de horizonte sub

superficial, com evidência de significativa acumulação de argila.

Os litossolos são cascalhentos, paupérrimos em matéria orgânica e sua textura está intimamente relacionada com a do substrato rochoso. Formam-se principalmente sobre quartzitos, arenitos e siltitos silicificados e estão quase sempre relacionados a relevos de grandes inclinações.

A laterita hidromórfica apresenta horizonte subsuperficial de acumulação de argilas e óxidos de ferro.

A seguir são abordadas algumas das particularidades inerentes aos solos oriundos das duas sequências litológicas definidas para o Grupo Bambuí.

2.3.1 - Sequência Carbonática

Apresenta solos com espessura média de 5 m, textura argilo-síltica a argilo-arenosa, e exibindo como principal característica a coloração bruno-amarelado a bruno-avermelhado intenso, além do seu aspecto friável e fracamente estruturado, ou mesmo sem estrutura. A transição entre os horizontes é geralmente gradual, com passagens denotadas apenas pelas variações de coloração e textura.

O horizonte B (0,60 a 1 m de espessura) é argilo-arenoso, fracamente a ligeiramente estruturado e a cor passa a bruno-avermelhado.

Por vezes observa-se uma possível existência do horizonte C, onde a coloração é bruno-amarelado e a textura um pouco cascalhenta.

2.3.2 - Sequência Clástica

Os solos desta sequência são predominantemente latossolos com coloração bruno-amarelado a amarelo-claro e uma textura argilo-síltica a silto-arenosa, sendo fracamente estruturados. Estes solos em geral são recobertos por cerrados e têm uma espessura média de 4 metros (máximo de 10 m), apresentando-se ainda ligeiramente plásticos e com pequena porosidade.

O horizonte A mostra, em média, uma espessura de 0,10 m e a transição do horizonte B para o C é normalmente gradual, com mudança de coloração, e a textura argilo-síltica apresenta níveis cascalhentos.

Em vários locais, desenvolvem-se solos (litossolos) representados somente por uma fina camada de cascalho assentada sobre a rocha, quase sempre decomposta; a vegetação então predominante é constituída de cerrado ralo e gramíneas.

2.4 - Geologia e Mineralização

2.4.1 - Geologia

2.4.1.1 - Complexo Basal

Sob a denominação de Complexo Basal foram reunidas diversas sequências litológicas, como os componentes da associação gnáissico-migmatítica, constituída de gnaisses bandeados, gnaisses cataclásticos e, menos frequentemente, por estaurolita-granada-xisto, além de complexos granitóides, migmatitos e anfibolitos.

Na região ao sul de Sete Lagoas e Lagoa Santa, as rochas granito-gnáissicas correspondem a um comple

xo arrasado e encontram-se sotopostas em discordâncias do tipo erosional e angular ao Grupo Bambuí, indicando ainda condições tectônicas estáveis quando da sedimentação dos lutitos e calcários Bambuí.

Na porção noroeste da área trabalhada, de I tacambira a Riacho dos Machados, aflora um complexo granito-gnáissico segundo uma faixa de direção aproximadamente norte-sul e recoberta discordantemente por quartzitos do Grupo Espinhaço. A sua posição faz supor que tenha formado um alto topográfico na época da sedimentação dos quartzitos, qual seja, a de uma ruga miogeanticlinal, ora parcialmente exposta e rebaixada pela erosão.

2.4.1.2 - Unidade Pré-Espinhaço

O sistema de dobramentos Pré-Espinhaço constitui uma extensa faixa de direção N 45°W, próximo a Conceição do Mato Dentro, sofrendo uma inflexão para norte-sul em Gouvêa, com mergulhos das camadas predominantemente para nordeste e leste. As primeiras definições sobre um posicionamento mais exato das rochas Pré-Espinhaço são devidas a R. Pflug (1965), seguindo-se as investigações geológicas ainda mais detalhadas de F. Renger (1968).

Esta unidade representa, possivelmente, uma ruga miogeanticlinal aflorante na área da miogeossinclinal Espinhaço e encerra filitos, quartzitos micáceos, quartzo-micaxistos, gnaisses, migmatitos e granitóides diversos.

2.4.1.3 - Super-Grupo Rio das Velhas

Tal como foi definido por J. V. N. Dorr II

(1969), que interpretou uma grande discordância angular entre os metassedimentos Minas e os desta unidade, com põe-se predominantemente de quartzitos, micaxistos, cloritaxistos, filitos, dolomitos e metabasitos. Algumas rochas como as formações ferríferas, que mostram ser de fácies carbonatado, são economicamente importantes devido às jazidas de ouro que encerram.

Há que considerar, ainda, a concordância estrutural entre as unidades Rio das Velhas e Minas, tanto na sinclinal de Itabira, quanto nas demais regiões do Quadrilátero Ferrífero. Uma reunião das duas unidades significaria, acima de tudo, um simples retorno ao esquema de D. Guimarães (1964), que considera a discordância existente entre ambas como sendo um produto de processos tectônicos pós-Minas.

2.4.1.4 - Super-Grupo Minas

De acordo com as concepções atuais, a unidade de Minas, definida por O. A. Derby (1906) restringe-se à região do Quadrilátero Ferrífero (Grupos Caraça, Itabira e Piracicaba) e as litologias predominantes são filitos, quartzitos sericíticos e possantes itabiritos, com intercalações subordinadas de quartzitos, conglomerados, filitos hematíticos e dolomitos.

2.4.1.5 - Grupo Espinhaço

A sequência litológica desta unidade compreende quartzitos, quartzitos conglomeráticos, metaconglomerados e filitos com quartzitos micáceos (áreas aplainadas), em um conjunto metassedimentar tipicamente de fácies xisto-verde e forma o arcabouço da própria serra do Espinhaço

go. Na borda ocidental da referida serra, tem-se falhamen-
tos inversos ou de empurrão sobre os Grupos Macaúbas e
BambuÍ, observando-se frequentes dobramentos próximo a
Diamantina, enquanto na região de Sêrro predominam mergu-
lhos regionais e homoclinais.

Há uma grande variedade de denominações e po-
sicionamentos estratigráficos para esta sequência: "Série
Itacolomi" (D. Guimarães, 1964), Grupo Espinhaço (correla-
cionável ao Super-Grupo Rio das Velhas), "Série Minas"
(R. Pflug, 1965) e, finalmente, tem-se o Grupo Espinhaço
numa posição correspondente à unidade Itacolomi.

2.4.1.6 - Grupo Macaúbas

O Grupo Macaúbas distribui-se ao longo da
borda ocidental da serra do Espinhaço e surge também na
serra do Cabral, mas somente atinge um grande desenvolvi-
mento na região do alto Rio Jequitinhonha, quando assume
características da bacia relativamente profunda e com me-
tamorfismo mais elevado. De um modo geral, as rochas reve-
lam um metamorfismo fraco, predominando quartzitos, quart-
zitos conglomeráticos, metaconglomerados, filitos e quart-
zo-sericita-xistos. As litologias mais grosseiras apresen-
tam um aspecto tilítico, motivo pelo qual foram considera-
dos como sendo de origem glacial. Menos abundantes são as
rochas dolomíticas, calcárias e grafíticas.

2.4.1.7 - Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí depositou-se em fácies de ba-
cia de plataforma na atual bacia do São Francisco, que
constituía uma região cratônica na época da sedimentação
Espinhaço, fornecendo material para esta.

Na zona marginal da bacia, as camadas Bambuí transicionam para os sedimentos mais grosseiros do Grupo Macaúbas, ou se encontram sotopostas a estes por falhamentos inversos, feição esta que também ocorre no contato com o Grupo Espinhaço. O ciclo tectônico que produziu estas movimentações é atribuído ao Brasileiro (900 - 550 m.a.), com a promoção, paralelamente, de dobramentos e fenômenos epimetamórficos nos calci-lutitos Bambuí jacentes próximo à serra do Espinhaço. Mais para o interior da bacia, como na região de Paraopeba e mais a oeste, observa-se uma maior tranquilidade tectônica na disposição das camadas.

As rochas desta unidade foram separadas em três seqüências, nas quais tem-se uma predominância de material carbonático, clástico ou uma mistura de ambos (margas).

A seqüência carbonática reúne calcários, calcários oolíticos, brechas sedimentares, conglomerados de matriz calcífera e, mais raramente, rochas de natureza dolomítica. Esta seqüência é bastante expressiva na porção sul da área, na região de Sete Lagoas e Lagoa Santa, bem como bordejando a serra do Espinhaço até as cercanias de Bocaiúva. Uma outra faixa carbonática, com um relevo montanhoso e planícies cársticas, além de frequentes intercalações argilosas, estende-se desde as proximidades de Montes Claros até ao norte de Capitão Enéas.

A seqüência clástica predomina amplamente, em termos de expressão areal, sobre a seqüência carbonática, englobando ardósias, filitos, siltitos e arenitos.

Na região a leste de Montes Claros e corres

pondente a parte da borda oriental da bacia Bambuí, foi individualizada uma associação litológica composta de margas, calcários e ardósias calcíferas, que se assemelha, com mais propriedade, à sequência carbonática acima abordada.

2.4.1.8 - Formação Urucuia

A sedimentação cretácea da Formação Urucuia restringe-se a uma pequena zona montanhosa situada a sul e oeste de Montes Claros, e compõe-se principalmente de arenitos quartzosos.

Os arenitos Urucuia recobrem em discordância angular pronunciada a sequência areno-pelítica do Grupo Bambuí, sendo a superfície de discordância de caráter fóssil e reportada à atuação dos ciclos de erosão Gondwana e Post-Gondwana. No topo, os arenitos exibem remanescentes de aplainamentos (chapadas típicas) relacionados ao ciclo Sul-Americano.

2.4.1.9 - Coberturas detrito-lateríticas

As coberturas detríticas, laterizadas ou não, ocorrem capeando quase todas as unidades e situam-se a diferentes níveis de altitude, em consequência da atuação de diversos ciclos e estágios de aplainamento. Estas superfícies correspondem a solos elúvio-coluvionares, areno-argilosos a areias siltosas mal estratificadas; são consideradas de idade terciária a quaternária e, de um modo geral, formam plainos com cotas superiores a 550 metros.

2.4.1.10 - Quaternário

Compreende predominantemente depósitos aluvi

onares correspondentes a sedimentos areno-argilosos e que localmente exibem concentrações de cascalho, algumas vezes sob a forma de terraços fluviais. Planícies aluvionares de grande expressão desenvolveram-se bordejando os cursos dos rios Jequitáí, Jequitinhonha e Velhas.

2.4.2 - Mineralização

O diminuto número de indícios e ocorrências minerais sulfetadas contrasta em muito com o tamanho da área prospectada regionalmente, denotando tanto a existência de um ainda pequeno grau de conhecimentos geológicos, como uma fraca correlação para com os condicionamentos favoráveis à sua formação.

A maior parte das ocorrências plumbo-zincíferas conhecidas encontra-se disposta na região de Sete Lagoas, e apenas uma foi constatada em Capitão Enéas, no norte da área trabalhada. Em todas elas há uma íntima associação com os níveis carbonáticos do Grupo Bambuí.

Cabe salientar, ainda, a presença de mineralizações de ouro e manganês, as últimas das quais se relacionam com sequências litológicas de idade Pré-Bambuí.

Para efeito de simplificação, foi elaborada a tabela em anexo, onde são mostradas as principais características dos indícios sulfetados.

2.5 - Aerogeofísica

2.5.1 - Introdução

A interpretação dos mapas aeromagnéticos foi incluída no contexto do Projeto Geoquímica do Bambuí com a finalidade de fornecer informações sobre a geologia em

OCORRÊNCIA DESCRIÇÃO	FAZENDA DA MÁQUINA	FAZENDA MATA GRANDE	FAZENDA VARGEM DA PIA	FAZENDA BOM JARDIM	MORRO DA CANOA	LAPA RICA (FAZ. VARGEM DA PIA)	SÃO JOÃO DO ERMO
SINONÍMIA		Faz. das Melancias Lapa do Chumbo Morro do Chumbo	Morro Cresciúma	Fazenda Palmeiras	Sítio das Canoas Fazenda das Canoas Minas de Inhaúma		
LOCALIZAÇÃO (UTM)	Long. 571700 Lat. 7844100	Long. 577000 Lat. 7844100	Long. 596450 Lat. 7850800	Long. 596400 Lat. 7840550	Long. 565100 Lat. 7843500	Long. 596300 Lat. 7850150	Long. 638350 Lat. 8212800
VEGETAÇÃO	Cerrado no contexto geral; vegetação de calcário no local	Cerrado	Cerrado	Cerrado com árvores de médio porte	Cerrado no contexto geral, localmente de calcário	Cerrado e mata de mé- dio porte	Floresta aberta
RELEVO	Ondulado	Pouco ondulado com morrotes de calcá- rio	Ondulado, recortado por pequenos vales	Ondulado com colinas de calcário cárstico	Montanhoso com peque- nas escarpas e reco- rtado por vales	Pouco ondulado e re- cortado por pequenos vales abertos	Relevo cárstico e montanhoso
ENCAIXANTE	Calcário cinza escuro com níveis esbranqui- çados, laminado	Calcário cinza-escu- ro, cinza-claro a marrom	Calcário cinza-claro, laminado	Calcário castanho e cinza-claro	Ardósia de cor rósea; creme-esbranquiçada, violácea	Calcário cinza-claro a escuro, camadas mó- dias	Calcário oolítico e pinolítico do tipo ração cinza-médio
TEXTURA	Fina com níveis mais grosseiros e cal- cita romboédrica	Fina com níveis mais grosseiros	Fina com leitões escu- ros mais grosseiros	Fina a grosseira, sen- do friável em mu- ltos locais	Argilo-siltica	Fina com níveis mais grosseiros	Média com poucas evi- dências de recrista- lização
SITUAÇÃO	Porção inferior da se- quência carbonática	Porção mediana do ho- rizonte carbonático	Porção mediana do ho- rizonte carbonático	Em meio a espesso pa- cote carbonático	Passagem de calcário para rochas argilosas	Porção mediana do cal- cário	Topo da sequência carbonática
FORMA	Disseminada nos estru- tos laminados	Disseminada ou em lentes de quartzo en- globando calcita e siderita	Veios paralelos, fi- nas vênulas ou disse- minado no quartzo - branco	Disseminado em lei- tões e lentes de cal- cita leitosa	Veio discordante (N70°W) com as cam- das da encaixante	Veios concordantes com a estratificação	Estratiforme, condi- cionado pelo ambien- te de sedimentação
MEDIDAS			0,10 a 0,15 m. de espessura		Cerca de 3 m de espes- sura	Cerca de 0,05 m de espessura	0,30 m de espessura e 7 m de comprimento
PARAGÊNESE	Galena, calcopirita e blenda	Calcopirita, galena, pirita e cuprita	Galena	Galena	Galena, cerusita, piro- morfita e wulfenita	Galena e pirita	Galena, pirita e cal- copirita
GANCA	Calcita, quartzo e fluorita	Quartzo, calcita e siderita	Quartzo e calcita	Quartzo e calcita	Quartzo e calcita	Calcita e quartzo	Quartzo e calcita
MINERAIS SECUNDÁRIOS		Malaquita, magnetita e limonita	Idmonita	Idmonita	Limonita, manganês e magnetita	Idmonita	Malaquita e limoni- ta
SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	Ardósia Calcário Gnaíse (Complexo Ba- sal)	Calcário intercalado com ardósia Gnaíses, micaxistos e granito	Calcário Gnaíse (Complexo Ba- sal)	Calcário Gnaíse (Complexo Ba- sal)	Ardósia com calcário intercalado Gnaíse (Complexo Ba- sal)	Ardósia com calcário intercalado Gnaíse (Complexo Ba- sal)	Calcários cinza-médio a escuros Ardósia
ATITUDES LOCAIS	Estrat.: N30°W a N35°W	Estr.: N20°E, sub-horiz- ontalizada Frat.: N30°E, sub-ver- ticalizadas	Estrat.: N75°W; 15°NE	Estrat.: N20°E; 10°SE	Direção geral de aca- madamento: N40°E; 15°SE	Camadas sub-horizonta- lizadas e basculadas	N-S; 7°W; regionalmen- te horizontalizados a sub-horizontalizados
ALTERAÇÃO	Cor róseo-esbranquiça- da	Branco-amarelada	Crema-esbranquiçada	Crema-esbranquiçada a rósea	Amarelo-esbranquiçada a rósea	Crema-esbranquiçada	Amarelo-esbranquiçada
ESTRUTURAS	Pequenas dobras; vên- ulas de calcita de cor branca e preta, além de calcita branca rom- boédrica em um veio de 1 m de espessura; pequenas lapas de dis- solução; micro-falhas	Veios de quartzo lei- toso, centimétricos até 2,5 m de espessu- ra; veios de calcita fraturas; pequenas dobras; micro-falhas	Veios de calcita e quartzo; fraturas; pe- quenas lapas de dis- solução	Leitões de calcita branca grosseira; veios de quartzo; fra- turas; dissolução - com pequenas lapas	Veios de quartzo lei- toso e agregados cris- talinos; fraturas	Lentes e veios de cal- cita romboédrica e de quartzo; estalactites e estalagmites; lapas	Dolinas, caneluras, dissoluções; veios e drusas de quartzo

TABELA 1 - Características das Mineralizações Sulfetadas

profundidade, revelar diferenças até então não observadas nas rochas e mostrar as grandes feições estruturais.

Os dados destacam-se como sendo de maior importância para o embasamento sotoposto ao Bambuí e sugerem a presença de estruturas regionais influentes no seu desenvolvimento.

2.5.2 - Interpretação

Os calci-lutitos Bambuí, em sua quase totalidade, são fracamente magnéticos e de susceptibilidade virtualmente nula.

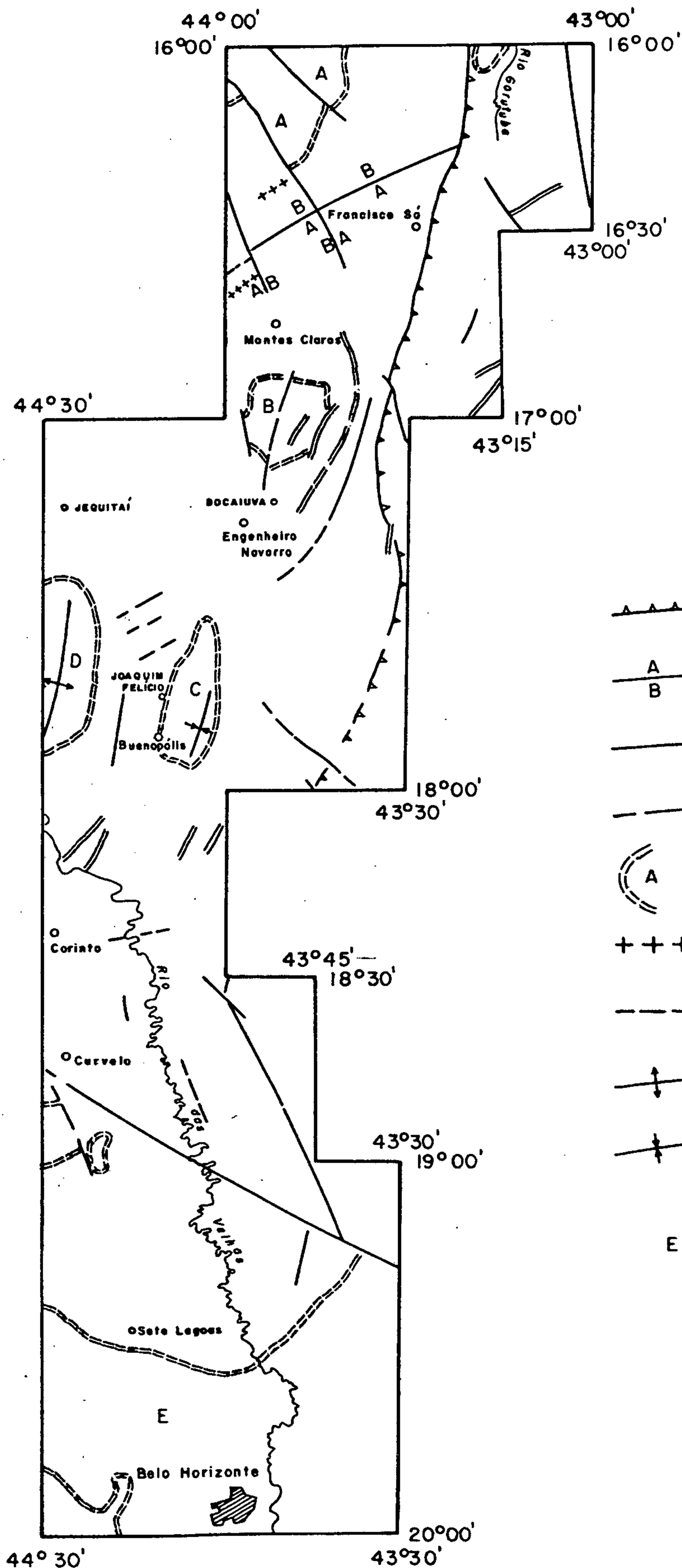
Apesar do levantamento aerogeofísico ter sido executado com equipamento de precisão, teve um caráter de levantamento regional, com perfis espaçados de 2 km e voados a uma altura média de 150 m acima do terreno.

Os parâmetros de voo, associados aos tipos de rochas componentes da bacia, não permitem distinguir horizontes rasos fracamente magnéticos. Deste modo, o padrão de anomalias revelado é típico de corpos profundos, possivelmente do embasamento.

Dentre os lineamentos estruturais, no limite oeste da bacia Bambuí destaca-se uma grande falha inversa. No norte ressalta-se um sistema de falhas de direção NE-SW, reconhecíveis quando deslocam um horizonte magnético mais intenso, que pode ser identificado nos dois blocos da falha e permite concluir sobre o movimento relativo dos mesmos. Pelos mesmos critérios identifica-se nesta região uma falha de direção NW-SE, com bloco alto do lado sul.

Próximo a Montes Claros afloram calcários

MAPA DE INTENSIDADE MAGNÉTICA TOTAL



CONVENÇÕES

- Falha inversa ou de empurrão
- Falha com movimento relativo
- Falha indiscriminada
- Falha inferida
- Limite de zonas magnéticas
- Eixo positivo de anomalias
- Eixo negativo de anomalias
- Anticlinal
- Sinclinal

ESCALA 1:2.000.000

parcialmente cobertos por arenitos cretáceos, identificando-se alinhamentos caracterizados por um conjunto de anomalias circulares de pequeno diâmetro e orientadas na direção NNE. Estes alinhamentos podem ser atribuídos a diques básicos ou falhas preenchidas com material magnético; outros alinhamentos similares estão assinalados ao norte de Corinto.

No sul sobressae um grande lineamento que se estende por algumas centenas de quilômetros, com direção NE-SW, e que deve ser interpretado como uma falha, identificada pelo preenchimento de material magnético, sendo que o bloco alto estaria do lado sul.

A seguir são abordadas algumas particularidades de cinco zonas magneticamente diferenciadas.

Na parte norte da área distingue-se uma zona constituída de anomalias anelares, identificadas no mapa anexo pela letra A, que são atribuídas a intrusões de rochas básicas no embasamento ou constituem mesmo um bloco elevado.

Ao sul de Montes Claros, onde se destaca uma aglomeração de pequenos diques, assinala-se uma zona de pequenas anomalias (B) não orientadas e de fraco momento magnético. Estas anomalias, típicas de horizontes concordantes, são causadas possivelmente pelos arenitos cretáceos, que contém quantidades apreciáveis de magnetita.

A oeste de Joaquim Felício e Buenópolis, surge uma zona (C) formada por anomalias alongadas de direção NW-SE, provavelmente causada por rochas do cristalino, sotoposta que se encontra a uma sinclinal de calci-lutitos

e arenitos Bambuí.

A zona D, que recobre a região da serra do Cabral, formada por quartzitos e filitos, é distinguida por anomalias de fraco gradiente causadas possivelmente por essas mesmas rochas do Grupo Espinhaço.

Ao sul de Sete Lagoas, tem-se o contato entre o Bambuí e o Complexo Basal, feição esta que pode ser marcada com segurança no mapa aeromagnético. Esta região é coberta em sua quase totalidade por rochas da associação Gnáissico-Migmatítica, destacando-se ainda as anomalias intensas causadas pelas formações itabiríticas do Quadrilátero Ferrífero.

3 - TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

3.1 - Generalidades

A metodologia adotada neste levantamento regional baseou-se mormente nos dados obtidos pela execução da geoquímica piloto.

A área foi dividida, inicialmente, em 26 grandes bacias hidrográficas, e estas, por sua vez, foram então subdivididas em 515 microbacias ou células de drenagem medindo, em média, 44 km². Do total de 22.690 km² relativos à superfície trabalhada do Grupo Bambuí, a sequência clástica (ardósias, siltitos, arenitos, etc) perfaz 17.762 km², ao passo que as rochas carbonáticas (calcários e margas), principal alvo da prospecção geoquímica, equivalem a 4.928 km².

Os pontos de coleta foram definidos nas células como sendo correspondentes a amostras de sedimentos de corrente e com uma densidade variável de acordo com a sequência litológica predominante. Em paralelo a estes pontos, foram também estabelecidos critérios para a coleta dos demais tipos de materiais, via de regra muito próximos ou mesmo coincidentes com os de sedimentos de corrente.

3.2 - Sedimentos de corrente

A programação para a amostragem de sedimentos de corrente, de um modo geral, foi norteada de acordo com os tipos litológicos do Grupo Bambuí. Assim, na sequência carbonática procurou-se obter a densidade de uma amostra para 5 km², ao passo que na sequência clástica a

respectiva densidade seria, então, de uma amostra para $8,8 \text{ km}^2$. Cuidou-se para que a área de captação de cada amostra não ultrapassasse a 5 km^2 , de modo a que os dados geoquímicos refletissem sempre uma representatividade ótima, com os pontos incidindo, predominantemente, nas drenagens de 2ª e 3ª ordem. Apenas no caso das amostras de controle de cada célula, que praticamente concluem a cobertura da área pela prospecção indireta, foram utilizadas drenagens com bacias de captação significativamente maiores.

Durante todo o trabalho, foram coletadas 3.000 amostras de sedimentos de corrente, incluindo-se neste total 80 amostras duplicatas, sendo 40 referentes a duplicatas de campo e 40 de laboratório, para verificação dos erros de amostragem e analíticos, respectivamente; assim, a densidade final de amostragem foi de uma amostra para $7,6 \text{ km}^2$.

A amostragem realizada foi do tipo composta, onde cada amostra corresponde à coleta de três a cinco porções de sedimento, tomadas ao longo de aproximadamente 20 metros ou transversalmente à calha das drenagens. A coleta junto às margens foi sempre evitada, pois a presença de barrancos desmoronados poderia mascarar os resultados normais. Na porção norte da área tornou-se necessário amostrar um grande número de sedimentos inativos (às vezes em locais sem calha definida), devido à pequena densidade da rede de drenagem e baixa precipitação pluviométrica.

Em cada ponto amostrado, foi coletado cerca

de um litro de material, preferencialmente as frações mais finas.

3.3 - Concentrados de minerais pesados

A programação da amostragem deste tipo de material previa, inicialmente, a coleta de uma amostra em cada uma das 515 células de drenagem, critério este que não foi obedecido devido a fatores como, por exemplo, a ausência de material mais grosseiro nas amostras deslaminadas ou a própria inexistência de sedimento nas calhas dos rios, de modo que o montante elevou-se a apenas 484 concentrados de bateia.

A amostragem foi do tipo composta, à semelhança dos sedimentos de corrente, e incidente nos pontos de controle, quais sejam, as drenagens maiores das microbacias (4ª e 5ª ordem, em regra); este procedimento apresenta, inclusive, boas possibilidades de enfatizar ou mesmo complementar as informações obtidas pelos sedimentos quanto à presença ou não de mineralizações nas respectivas bacias de captação.

No caso das amostragens em leito seco, foram efetuadas concentrações em locais diferentes dos de coleta, evitando-se, obviamente, todas as formas de contaminação.

3.4 - Seixos

As amostras de seixos (rolados) foram tomadas nas drenagens menores, em pontos coincidentes com os dos sedimentos, mas distintos daqueles utilizados para a concentração de minerais pesados.

Foram coletadas, ao todo, 96 amostras de seixos, com boa aproximação do número fixado pela programação inicial, que previa uma amostra para cada 5 células de drenagem.

Em cada ponto de amostragem foram coletados, em média, 5 a 8 fragmentos, selecionando-se aqueles passíveis de conter indicações sobre a presença de mineralizações na área, geralmente os que apresentavam manchas de minerais de ferro, veios e/ou recristalizações de calcita, veios de quartzo, pirita, etc. Quanto à natureza dos materiais amostrados, tem-se, mais especificamente, uma predominância de seixos de calcários, margas, ardósias e quartzo.

3.5 - Rocha

Para a amostragem de rocha observou-se uma proporção de duas amostras para cada 5 microbacias, levando a um total de 206 amostras.

A amostragem também foi do tipo composta, para se obter uma maior representatividade, sendo os fragmentos de rocha colhidos sempre no sentido perpendicular à estratificação, de modo a diminuir a variação vertical de fácies.

3.6 - Solo

Foram coletadas 203 amostras de solo, em inteira conformidade, portanto, com a programação de duas amostras para cada 5 células. Tendo em vista o caráter regional do trabalho, a amostragem de solo (tal como a de rocha) constituiu mais propriamente um subsídio para a in

terpretação dos dados relativos aos sedimentos e não teve um caráter de definição de zonas geoquimicamente anômalas.

A amostragem, do tipo composta, foi executada colhendo-se o material em dois ou três pontos do horizonte B e a uma profundidade de 0,25 a 0,35 m. Os solos amostrados correspondem principalmente a elúvios, mas em alguns casos verificou-se somente a ocorrência de colúvios.

4 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS

4.1 - Secagem e peneiramento

As amostras de sedimentos de corrente e solos foram secas em laboratório, utilizando-se estufas a uma temperatura de cerca de 80°C; o tempo necessário para a secagem do material variou de poucas horas a alguns dias, dependendo do grau de umidade do material. Após esta primeira fase de preparação, seguiram-se os trabalhos de desagregação e peneiramento para se obter, através de quarteamento, cerca de 100 gramas de amostra total. Dos sedimentos foi separada a fração granulométrica menor que 40 mesh e dos solos, a menor que 80 mesh, sendo ambas então pulverizadas a 150 mesh, para as determinações analíticas. Cabe salientar que estas fases iniciais de preparação, exclusive a moagem, foram executadas no laboratório da Superintendência Regional da CPRM em Belo Horizonte, visando, assim, facilitar a execução das análises no LAMIN (RJ).

Para as amostras de rochas e seixos foi adotado o processo de pulverização a uma fração inferior a 150 mesh, já que estes materiais dispensam o peneiramento.

No caso dos concentrados de bateia foi utilizado o bromofórmio para a separação da fração pesada, através da precipitação e flotação; no início foi utilizada a fração não magnética dos minerais pesados para a análise química, mas tendo em vista a insuficiência do material em grande parte das amostras, eliminou-se este processo e optou-se pela utilização da fração total.

4.2 - Métodos analíticos

4.2.1 - Espectrografia de emissão

Pelo método espectrográfico semi-quantitativo de emissão ótica, foram analisados os elementos Ag, Au, Be, Cu, Pb e Zn das frações pesadas dos concentrados de bateia.

Foram necessários 10 mg de amostra previamente pulverizada a 150 mesh, com os quais foram misturados 20 mg de pó de grafita espectrograficamente pura, e a mistura foi colocada em eletrodo de grafita. As amostras foram queimadas em espectrógrafo WADSWORTH 1,5 m, da JARREL ASH, durante dois minutos e 15 segundos e as linhas emitidas por cada elemento, registradas em filme KODAK Sa-1. A revelação e a fixação foram executadas com o revelador Kodak D-19, durante 2 minutos e a 18°C.

A comparação do filme das amostras com um filme de padrões espectrográficos obtidos em iguais condições, foi feita visualmente em comparador JARREL ASH. Os padrões utilizados obedecem à série 1 - 2 - 5 - 10 - 20 - 50 - 100 ppm, etc, e as interpolações visuais entre estes valores foram sempre dadas como 1,5 - 3 - 7 - 15 - 30 - 70 ppm. A precisão de um valor tabulado foi de (+) um ou dois intervalos, num limite de confiança de 68% e 95%, respectivamente.

4.2.2 - Espectrofotometria de absorção atômica

Foram realizadas análises para Pb, Zn, Cu, Fe, Mn e Au por este método, sendo que, com exceção do Au, os demais elementos foram dosados após digestão de 1

g das amostras com ácido nítrico concentrado a quente por duas horas, diluídas em seguida com água deionizada para um volume de 10 ml, homogeneizadas, centrifugadas e analisadas num espectrofotômetro de absorção atômica PERKIN-ELMER 306, calibrado com padrões preparados em ácido nítrico 8 M.

A análise de ouro foi feita a partir de 10 g da amostra, calcinada a 700°C e digerida em solução de bromo a 0,5% em ácido bromídrico concentrado à quente, sendo o ouro extraído com metil-isobutil-cetona (MIBK). Após várias lavagens da camada orgânica com ácido bromídrico diluído e equilibrado com MIBK, o ouro foi dosado na solução utilizando-se espectrofotômetro calibrado com padrões de Au em MIBK.

Deve ser ressaltado que nos concentrados de bateia, os elementos Zn e Au, foram também analisados por este método em função da baixa sensibilidade da espectrografia de emissão para os referidos elementos.

4.2.3 - Colorimetria

Este método somente foi utilizado para o P, tendo a amostra sido atacada com ácido nítrico diluído em uma alíquota apropriada, tratada com vanadato e molibdato de amônio. A absorvância da cor amarelada foi determinada num espectrofotômetro de absorção molecular e relacionada a ppm de fósforo.

4.2.4 - Eletrodo de íon específico

O teor de F das amostras foi determinado através de eletrodo de íon específico. A amostra foi fundi

da com uma mistura de carbonato de sódio e nitrato de potássio e, após o ataque, a solução foi diluída e tamponada com citrato de amônio. O flúor foi então determinado pelo método do eletrodo de íon específico e as leituras relacionadas a ppm de flúor.

Para a determinação do pH, as amostras de solo e sedimento de corrente foram umedecidas com água até formar uma lama para a introdução dos eletrodos e leitura dos resultados.

4.3 - Laboratório e pessoal responsável

As amostras de sedimento de corrente e solo foram preparadas no laboratório da CPRM em Belo Horizonte e posteriormente enviadas ao Laboratório de Análises Minerais (LAMIN) no Rio de Janeiro.

As análises por absorção atômica, colorimetria e eletrodo de íon específico estiveram a cargo das químicas CECILE STARK MAYER, CÉLIA MARIA TINOCO ARIDE e IVONETE PEDROSO ARRAES.

As análises espectrográficas semi-quantitativas foram da responsabilidade dos químicos GLORIA BERENICE C.T.C. DA SILVA, HUGO AUGUSTO SPINELLI, MARIA LÚCIA M. E LEMOS e ELISABETH DE BARROS BARRETO WINTER.

As determinações do pH foram realizadas pelos técnicos químicos de Belo Horizonte.

5 - AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

5.1 - Generalidades

Na avaliação e interpretação dos dados são abordados aspectos que envolvem desde a representatividade das informações resultantes das técnicas de amostragem e procedimentos analíticos, e que levam a uma maior ou menor confiabilidade dos mapas geoquímicos, até as influências dos diferentes ambientes geológicos e geoquímicos envolvidos.

Os elementos considerados para efeito de interpretação, pelas boas definições que fornecem sobre as variações litológicas, mineralizações e ambiente secundário, foram: Pb, Zn, Cu, P, F, Fe, Mn, Au e Be, além das determinações de pH em sedimentos de corrente e solos. As medições potenciométricas em laboratório, do pH de todos os sedimentos, foram efetuadas em substituição às do pH da água, visando eliminar, assim, problemas de caráter instrumental, operacional e mesmo aqueles inerentes à drenagem da maior parte da área trabalhada, uma vez que os trabalhos desenvolveram-se mormente durante a estação seca. Os resultados das determinações do pH revelaram-se, desde o início, bastante consistentes e constituíram importante subsídio para a interpretação dos dados.

Para os concentrados de bateia, os elementos Au e Zn foram analisados quimicamente tanto por espectrografia semiquantitativa, como pelo método da absorção atômica, tendo sido preferido este último em virtude da sua maior sensibilidade e, conseqüentemente, melhor grau de detecção final. As análises de Au e Zn, além dos elemen

tos Pb, Cu, Ag e Be, por espectrografia de emissão, justificam-se pela pequena quantidade de minerais pesados por vezes recuperados, o que impossibilitou, inclusive, a utilização apenas da fração não magnética. Conforme citado na parte referente às técnicas analíticas, o método espectrográfico necessita somente de uma alíquota de 10 mg de amostra para análise. Como complemento, o fósforo foi investigado através de técnicas colorimétricas.

Os sedimentos de corrente foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica para os elementos Pb, Zn, Cu, Fe e Mn, por colorimetria para P e por eletrodo de íon específico para F. Para os demais materiais (solo, rocha e seixos) houve ainda determinações adicionais de Au por absorção atômica.

Os resultados analíticos dos elementos foram fornecidos em partes por milhão (ppm), à exceção do Fe, cujos valores encontram-se expressos em percentagem.

De um modo geral, os elementos analisados apresentaram um bom grau de detecção, com uma larga predominância dos valores definidos sobre os qualificados. Para estes últimos, quando o resultado é precedido da letra L, significa que o valor está abaixo do limite inferior de sensibilidade; precedido da letra N, o elemento não foi detectado pelo método utilizado, e pela letra G, o valor está acima do limite superior de detecção. Os demais valores qualificados denotam problemas de ordem analítica (H=interferência) ou de amostragem (I=insuficiência).

No cálculo dos parâmetros estatísticos, os valores situados abaixo do limite inferior de sensibilidade

de foram multiplicados por 0,5 quando precedidos da letra L, e por 0,25 quando da letra N; já para os valores acima do limite superior (letra G), foi efetuada uma multiplicação por 1,5.

5.2 - Crítérios de interpretação

No sentido de se obter uma homogeneização dos dados, para evitar misturas muito acentuadas de populações geoquímicas, definiu-se a população alvo em termos de geologia seletiva e em concordância com as informações disponíveis, o que conduziu à conceituação de duas sequências litológicas: uma carbonática, constituída predominantemente por calcários e margas, e outra clástica, representada por rochas areno-pelíticas (argilitos, siltitos, ardósias, filitos e arenitos subordinados). Os sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados, consubstanciados por amostras de solos, rochas e seixos (rolados), correspondem às populações amostradas nas populações alvo.

Junto aos mapas geoquímicos elaborados para os sedimentos de corrente, foram lançados também os resultados de amostras de solo, rocha e/ou seixo com valores elevados para um ou mais dos elementos representados nos respectivos mapas. Estas amostras encontram-se representadas por símbolos apropriados e imediatamente ao lado dos pontos de amostragem.

Nos mapas de amostragem geoquímica (escala 1:100.000) foram plotados todos os pontos de coleta contendo um ou mais dos materiais componentes das populações amostradas, além de um esboço da geologia relativa ao Gru

po Bambuí (sequências clástica e carbonática) e a diferenciação das demais unidades estratigráficas.

Tanto os mapas geoquímicos como os de amostragem mostram a parte referente ao Grupo Bambuí subdividida em 515 células de drenagem, cada uma com cerca de 44 km², em média. Este esquema de amostragem, com células contendo quase sempre de 3 a 9 pontos, segue as proposições de M. L. Keith, E. F. Cruft e E. C. Dahlberg (1967), igualmente apresentado por A. W. Rose (1971), e salienta-se por permitir, posteriormente, uma boa visualização da distribuição dos elementos e trazer facilidades para as referências e discussão dos valores anômalos.

Assim é que, aproveitando o referido esquema, foram desenvolvidas duas estatísticas para os dados de sedimento de corrente.

Para as bacias e células de drenagem, que exibem com maior clareza as variações regionais, foi computada inicialmente, para cada uma das 515 células, a média geométrica dos diversos elementos analisados; este estimador de tendência central tem a vantagem de suavizar mais as variações extremas que às vezes se fazem presentes entre os valores de um determinado elemento dentro das células. A partir das médias geométricas, foi então calculada a média aritmética (\bar{X}) de todas as células e derivado o desvio padrão (S) para cada elemento. Com base nestes dois novos parâmetros estatísticos (\bar{X} e S), foram estabelecidos limites e intervalos de classe, tal como apresentado na legenda dos mapas geoquímicos ($\bar{X}+S$ a $\bar{X}+2S$ e $> \bar{X}+2S$), e enquadrados os valores mais elevados, que sofreram uma codificação por cores. No presente trabalho,

são consideradas células anômalas, todas aquelas em que o valor da média geométrica calculada para um ou mais elementos supera a respectiva estimativa numérica de $\bar{X}+S$ (anômalia de 2ª ordem) ou $\bar{X}+2S$ (anômalia de 1ª ordem). Desta maneira, os limiares computados para as células de drenagem foram definidos, na sua integridade, aritmeticamente, o que se tornou viável desde a aceitação de uma distribuição normal dos dados pelos testes estatísticos (Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado); apenas os elementos manganês (sequência clástica) e fósforo (sequência carbonática) tiveram rejeitadas as suposições de uma distribuição normal das células, o que não impediu, contudo, uma utilização de limiares aritméticos para os mesmos.

No caso das amostras individuais de sedimentos de corrente, uma grande parcela de baixos conteúdos metálicos, causados pela diluição por areias provenientes de quartzitos Espinhaço e/ou Macaúbas, bem como de arenitos cretáceos, provocou uma assimetria negativa que pode ser constatada nos histogramas confeccionados para os elementos de ambas as populações alvo. Este excesso de valores baixos levou à rejeição da distribuição log-normal para todos os elementos e introduziu um acréscimo indesejável no valor do desvio geométrico (DG). Desta forma, não se tornou possível uma utilização de limiares calculados numericamente, ou seja, a média geométrica (G) multiplicada pelo quadrado do desvio geométrico, pois esta avaliação proporcionaria um número muito reduzido de amostras anômalas. Contudo, como os gráficos de probabilidade permitiram definir populações de "background" com um comportamento log-normal, os limiares dos elementos foram então

escolhidos ao nível dos 2,5% das respectivas distribuições, salientando-se que tais estimadores se aproximam bastante dos que seriam obtidos caso as amostras com evidências de diluições (cerca de 10%, em número) fossem previamente eliminadas.

As amostras individuais de sedimentos de corrente consideradas anômalas e incidentes em células anômalas ou não, foram representadas com um tamanho maior e numeradas, para facilitar a sua identificação.

A prática estatística adotada para os concentrados de minerais pesados, constitui uma reprodução do que foi até aqui colocado para as células de drenagem e as amostras individuais de sedimentos de corrente. Como a grande maioria dos elementos teve aceitos os testes de distribuição (Kolmogorov-Smirnov) que supunham um comportamento log-normal, tornou-se viável o cômputo numérico do limiar ($G.DG^2$) para as duas populações alvo. Apenas no caso do ouro fizeram-se necessárias estimativas gráficas dos limiares, caso contrário ocorreria uma quantidade de demasiada de valores anômalos, o mesmo sucedendo em relação ao fósforo (sequência carbonática), mas para o qual não teria sido especificada qualquer amostra anômala.

A interpretação dos elementos em sedimentos de corrente foi realizada de acordo com associações representativas de comportamentos semelhantes, com maior ênfase para a distribuição de chumbo, zinco e cobre, e isto tanto pelos resultados apresentados, como pelo objetivo do levantamento regional, qual seja, a detecção de zonas potencialmente mineralizadas em sulfetos.

Os demais grupamentos de elementos utiliza dos na interpretação e apresentação dos resultados, cor respondem a fósforo e flúor, que são elementos indicado res, e ferro e manganês, estes últimos sendo considerados definidores do ambiente geoquímico secundário.

No estudo da distribuição dos elementos nos concentrados de minerais pesados, manteve-se a associação Pb-Zn-Cu para se obter uma melhor comparação com os dados de sedimentos de corrente, adicionando-se ainda a associação Be-Au-P, que se individualiza por representar processos naturais de concentração diferentes da primeira. Co mentários sobre o comportamento do elemento Ag, que apresenta poucos valores definidos, são tecidos junto às con siderações para o ouro.

As amostras de solo, rocha e seixo constitu em um suplemento às de sedimento de corrente e concentrado de bateia, e foram coletadas mormente na perspectiva de acrescentarem informações geoquímicas para as últimas, no sentido de facilitar a interpretação. Embora não seja propriamente plausível enunciar-se sobre anomalias para tais materiais, tendo em vista as proporções da área trabalhada, a baixa densidade de amostragem e outras características inerentes aos mesmos, foram determinados alguns poucos valores elevados.

Quanto à conceituação das anomalias propria mente ditas, para sedimentos e concentrados, cabe salientar que elas não existem num senso estatístico, mas geoquímico, de modo que os valores considerados anômalos têm um significado objetivo quando os elementos, por exemplo,

zinco, chumbo, manganês, etc, estão relacionados à presença comprovada de ocorrências minerais; todavia, adquirem um caráter subjetivo quando expressam apenas uma concentração mais elevada do elemento, com valores correspondentes a mais de dois desvios acima da média geométrica, ou acima de limiares definidos gráfica ou empiricamente.

Grande parte dos resultados analíticos para o elemento Pb apresenta uma interferência (H) causada pela falta temporária de um corretor de deutério na aparelhagem de absorção atômica. As réplicas analíticas permitem a obtenção de uma constante (igual a 0,7), que multiplicada pelos valores de Pb precedidos da letra H, levou a uma correção bastante razoável dos mesmos.

5.3 - Avaliação estatística dos dados

5.3.1 - Análise de variância

A representatividade dos dados e, em consequência, a própria estabilidade dos mapas geoquímicos, são mensuráveis através de simples programações de análise de variância.

Esta técnica estatística, de uso crescente em diversos ramos da geologia, requer que os dados sejam coletados de acordo com esquemas específicos, de modo a permitir uma separação da variabilidade total dos dados em partes, e assim definir a origem de cada variabilidade e quantificá-las isoladamente.

Os trabalhos de prospecção geoquímica fornecem, normalmente, uma amostra por ponto, extrapolando-se a situação geral a partir de um número limitado de observações, ainda mais no caso de levantamentos regionais.

Torna-se, assim, estritamente necessário confirmar se estas amostras selecionadas representam o quadro geral. Além disso, as áreas de interesse econômico muitas vezes somente são refletidas por sutis variações da paisagem geoquímica, e é de maior importância que os erros de amostragem e/ou analíticos sejam muito menores que a variabilidade geral dos dados, quando aquelas feições são o objeto do trabalho de prospecção. Portanto, o propósito da técnica de análise de variância é fornecer um método para testar a significância estatística das diferenças entre várias amostras, indicando se as variações observadas podem ou não ser devidas a flutuações da amostragem.

Para avaliar a consistência dos dados de sedimentos de corrente desta primeira etapa do levantamento geoquímico regional, foi aplicado um modelo de análise de variância correspondente a um "one-way design" para as réplicas de laboratório e as duplicatas de campo, cada uma com 40 pares de amostras.

Os resultados desta análise de variância são apresentados nas tabelas 2 e 3, em anexo, salientando-se o fato de que as variabilidades introduzidas, tanto pelos erros analíticos, como pelos erros de amostragem e analíticos, são significativamente menores que a variância dos teores das amostras de rotina, para todos os elementos, o que garante a estabilidade dos dados e mapas geoquímicos, ao nível de significância de 0,05. Embora as réplicas analíticas sejam originárias de pontos diferentes das duplicatas de campo, observa-se que as variâncias analíticas de alguns elementos, como o flúor (21,79%) e o fósforo (7,80%), tendem a explicar a existência de variabilidades

TABELA 2

VARIÂNCIA ANALÍTICA EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ELEMENTOS	COMPONENTE DA VARIÂNCIA TOTAL	COMPONENTE DA VARIÂNCIA ANALÍTICA	VARIÂNCIA ANALÍTICA (%)	SIGNIFICÂNCIA (0,05%)
Pb	0,0227310	0,00071652	3,15	SIM
Zn	0,0310433	0,00125300	4,03	SIM
Cu	0,0188425	0,00049154	2,61	SIM
P	0,0324915	0,00253350	7,80	SIM
F	0,0504100	0,01098200	21,79	SIM
Fe	0,0247763	0,00053036	2,14	SIM
Mn	0,0605695	0,00457750	7,56	SIM

TABELA 3

VARIÂNCIA DE AMOSTRAGEM E ANALÍTICA EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ELEMENTOS	COMPONENTE DA VARIÂNCIA TOTAL	COMPONENTE DA VIARÂNCIA DE AMOSTRAGEM E ANALÍTICA	VARIÂNCIA DE AMOS TRAGEM E ANALÍTICA (%)	SIGNIFICÂNCIA (0,05%)
Pb	0,0784438	0,0020624	2,63	SIM
Zn	0,0838935	0,0169945	2,02	SIM
Cu	0,0620058	0,0012788	2,06	SIM
P	0,0482964	0,0081894	16,96	SIM
F	0,1114000	0,0137110	12,31	SIM
Fe	0,0789237	0,0017247	2,18	SIM
Mn	0,1549352	0,0022252	1,44	SIM

consideráveis dentro das amostras de duplicatas de campo. Para os elementos restantes, as variâncias derivadas de erros de amostragem e/ou de laboratório são praticamente desprezíveis.

5.3.2 - Sumários das estatísticas

Os principais parâmetros descritivos das amostras de sedimento de corrente e concentrado de bateia são apresentados sob a forma de sumários junto aos histogramas construídos para os elementos nas duas sequências litológicas. Nestes sumários, além dos intervalos de variação dos teores dos elementos (valor mínimo e valor máximo), as expressões abaixo têm o seguinte significado:

- a) Média geométrica (G): teor ou valor médio correspondente ao "background" e adotado como estimador de tendência central diante das suposições de um comportamento log-normal dos elementos;
- b) desvio geométrico (DG): medida do coeficiente de dispersão em torno da média geométrica, servindo para efeito de cálculo de estimadores, como o limiar, quando aceita a hipótese log-normal, bem como para classificar os valores das diversas variáveis em termos de afastamentos em relação à média;
- c) limiar (VL): valor referente ao produto da média geométrica pelo quadrado do desvio geométrico (DG), ou da soma da média aritmética (\bar{X}) mais duas vezes o desvio padrão (S), no caso da distribuição ser normal, podendo ser estimado, ainda, gráfica ou empiricamente e ter um caráter local ou regional;

TABELA 4 - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES

CÉLULAS	SEDIMENTOS DE CORRENTE	ELEMENTOS E ANÁLISES (ppm)	K - S		χ^2		V MIN - V MAX	\bar{X}	S	$\bar{X} + S$	$\bar{X} + 2S$
			5 %	1 %	5 %	1 %					
CÉLULAS	CLÁSTICA	CU - AA					1,5 - 35,5	18	5,40	23	29
		PB - AA					1,4 - 46,8	18	8,97	23	30
		ZN - AA					2,8 - 78,5	34	12,03	46	58
		P - COL					67,5 - 782,8	328	109,33	437	547
		F - EIE					25,0 - 934,3	365	157,02	522	679
		FE - AA %					0,18 - 9,61	3,3	1,20	4,5	5,7
		MN - AA					12,4 - 3.522,0	304	134,32	438	573
	CARBONÁTICA	CU - AA					4,8 - 31,9	19	5,43	24	30
		PB - AA					5,0 - 41,1	21	6,72	27	34
		ZN - AA					6,0 - 86,6	41	14,50	55	70
		P - COL					81,5 - 1475,3	453	226,79	680	907
		F - EIE					25,0 - 922,6	422,4	171,41	594	765
		FE - AA %					0,5 - 6,3	3,2	1,06	4,3	5,3
		MN - AA					93,0 - 1153,1	478	215,38	694	909

Hipótese de Distribuição Normal
 K-S (Teste de KOLMOGOROV - SMIRNOV)
 χ^2 (Teste CHI - QUADRADO)



ACEITA



REJEITADA

TABELA 5 - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES

S E D I M E N T O S	CLÁSTICA	ELEMENTOS E ANÁLISES (ppm)	K-S		X ²		VMIN-VMAX	G	D G	L GEOM.	L GRÁF.
			5% 1%	5% 1%							
S E D I M E N T O S	CLÁSTICA	CU - AA					<3 - 65	17	1,69	49	36
		PB - AA					<3 - 100	17	1,75	51	45
		ZN - AA					<3 - 130	32	1,78	103	78
		P - COL					50 - 1300	312	1,60	801	730
		F - EIE					<50 - 6000	327	2,06	1390	905
		FE - AA %					<0,10 - 15	3,1	1,83	10,3	7,5
		MN - AA					<3 - 15000	280	2,24	1400	1160
	CARBONÁTICA	CU - AA					<3 - 60	18	1,70	52	35
		PB - AA					<3 - 270	19	1,76	59	46
		ZN - AA					<3 - 420	37	1,86	127	79
		P - COL					<50 - 2700	389	1,86	1348	1230
		F - EIE					<50 - 4750	389	2,07	1665	940
		FE - AA %					0,2 - 15	3	2,29	15,8	6,7
		MN - AA					7 - 6300	432	2,25	2196	1690
C O N C E N T R A D O S	CLÁSTICA	BE - S					<1 - 50	0,9	1,91	3,3	3,5
		CU - S					5 - 700	40	2,17	189	149
		PB - S					20 - 20000	130	2,04	538	517
		ZN - S					<200 - 700	236	1,58	587	517
		ZN - AA					35 - 800	143	1,58	359	325
		AU - AA					<0,05 - 78	0,04	6,17	1,52	4,2
		P - COL					450 - 16000	1632	1,54	3860	3670
	CARBONÁTICA	BE - S					<1 - 5	1,0	1,83	3,3	3,8
		CU - S					<5,0 - 300	42	2,62	289	260
		PB - S					<20 - 1000	118	2,17	553	517
		ZN - S					<200 - 700	205	1,58	511	473
		ZN - AA					28 - 420	152	1,66	419	314
		AU - AA					<0,05 - 20	0,04	6,00	1,44	4,2
		P - COL					300 - 4600	1618	1,71	4731	3770

Hipótese de Distribuição Log-normal
 K-S (Teste de KOLMOGOROV - SMIRNOV)
 X² (Teste CHI - QUADRADO)

ACEITA

REJEITADA

G - Média geométrica
 DG - Desvio geométrico
 L GEOM. - Limiar geométrico
 L GRÁF. - Limiar gráfico

- d) coeficiente de variação (CV): mede a variação relativa das observações e foi computado a partir da média e desvio geométricos;
- e) grau de detecção (GD): refere-se ao número de valores definidos em relação ao total dos valores analisados quimicamente para determinada variável, sendo expresso em percentagem.

Na tabela 4 tem-se os sumários dos estimadores calculados para as células de drenagem, salientando-se a aceitação da hipótese de uma distribuição normal para a maior parte das médias geométricas dos valores compreendidos nestas células. Apenas para os elementos manganês (sequência clástica) e fósforo (sequência carbonática) esta suposição foi rejeitada, caso em que também os limiares estimados graficamente diferem bastante dos calculados numericamente ($\bar{X}+2S$). Os sumários das estatísticas das amostras individuais de sedimentos e dos concentrados, encontram-se na tabela 5.

5.3.3 - Matrizes de correlação

As matrizes de correlação preparadas para os sedimentos de corrente (tabela 6) e concentrados de minerais pesados (tabela 7) sumarizam os coeficientes de correlação calculados através do processamento eletrônico dos dados. Estes coeficientes fornecem uma medida rigorosa da interrelação existente entre duas ou mais variáveis, indicando uma relação funcional direta, inversa, ou mesmo uma completa independência entre as mesmas.

Nas matrizes confeccionadas para os sedimentos de corrente de ambas as populações alvo, observam-se

TABELA 6

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTO DE CORRENTE

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

	Cu(AA)	Pb(AA)	Zn(AA)	P (Col)	F(EIE)	Fe(AA)	Mn(AA)
Cu (AA)	1,000	0,765	0,879	0,617	0,817	0,890	0,630
Pb (AA)		1,000	0,731	0,495	0,657	0,744	0,668
Zn (AA)			1,000	0,739	0,778	0,801	0,694
P (Col)				1,000	0,567	0,654	0,527
F (EIE)					1,000	0,779	0,569
Fe (AA)						1,000	0,636
Mn (AA)							1,000

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTO DE CORRENTE

SEQUÊNCIA CLÁSTICA

	Cu(AA)	Pb(AA)	Zn(AA)	P(Col)	F(EIE)	Fe(AA)	Mn(AA)
Cu (AA)	1,000	0,820	0,821	0,679	0,810	0,885	0,574
Pb (AA)		1,000	0,723	0,547	0,666	0,830	0,604
Zn (AA)			1,000	0,698	0,765	0,755	0,662
P (Col)				1,000	0,647	0,648	0,513
F (EIE)					1,000	0,759	0,537
Fe (AA)						1,000	0,604
Mn (AA)							1,000

TABELA 7

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

	Be (S)	Cu (S)	Pb(S)	Zn (S)	Zn(AA)	Au(AA)	P(Col)
Be (S)	1,000	0,389	0,121	0,272	0,431	-0,087	0,009
Cu (S)		1,000	0,406	0,474	0,454	-0,099	0,017
Pb (S)			1,000	0,306	0,189	-0,296	0,082
Zn (S)				1,000	0,321	-0,156	0,077
Zn (AA)					1,000	-0,095	0,309
Au(AA)						1,000	0,107
P (Col)							1,000

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS

- SEQUÊNCIA CLÁSTICA

	Be (S)	Cu (S)	Pb (S)	Zn(S)	Zn(AA)	Au(AA)	P(Col)
Be (S)	1,000	0,276	0,107	0,254	0,190	-0,109	-0,102
Cu (S)		1,000	0,376	0,346	0,452	-0,069	-0,042
Pb (S)			1,000	0,090	0,239	-0,130	-0,142
Zn (S)				1,000	0,326	-0,183	-0,046
Zn (AA)					1,000	-0,105	-0,255
Au (AA)						1,000	-0,097
P (Col)							1,000

correlações positivas e significativas ao nível de 99,9%, com destaque para o grau de dependência e associação do cobre em relação aos elementos ferro, zinco e flúor. A correlação linear desenvolvida para as amostras de concentrados de bateia mostra uma quase total independência dos elementos ouro e fósforo para com as demais variáveis, definindo, ainda, uma correlação significativa, embora moderada, entre cobre, zinco (AA) e chumbo. Cabe alertar, outrossim, para os coeficientes de correlação relativamente baixos (da ordem de 0,3) entre Zn (S) e Zn (AA), o que indica uma certa dissonância entre os dois métodos analíticos.

5.3.4 - Histogramas e gráficos de probabilidade

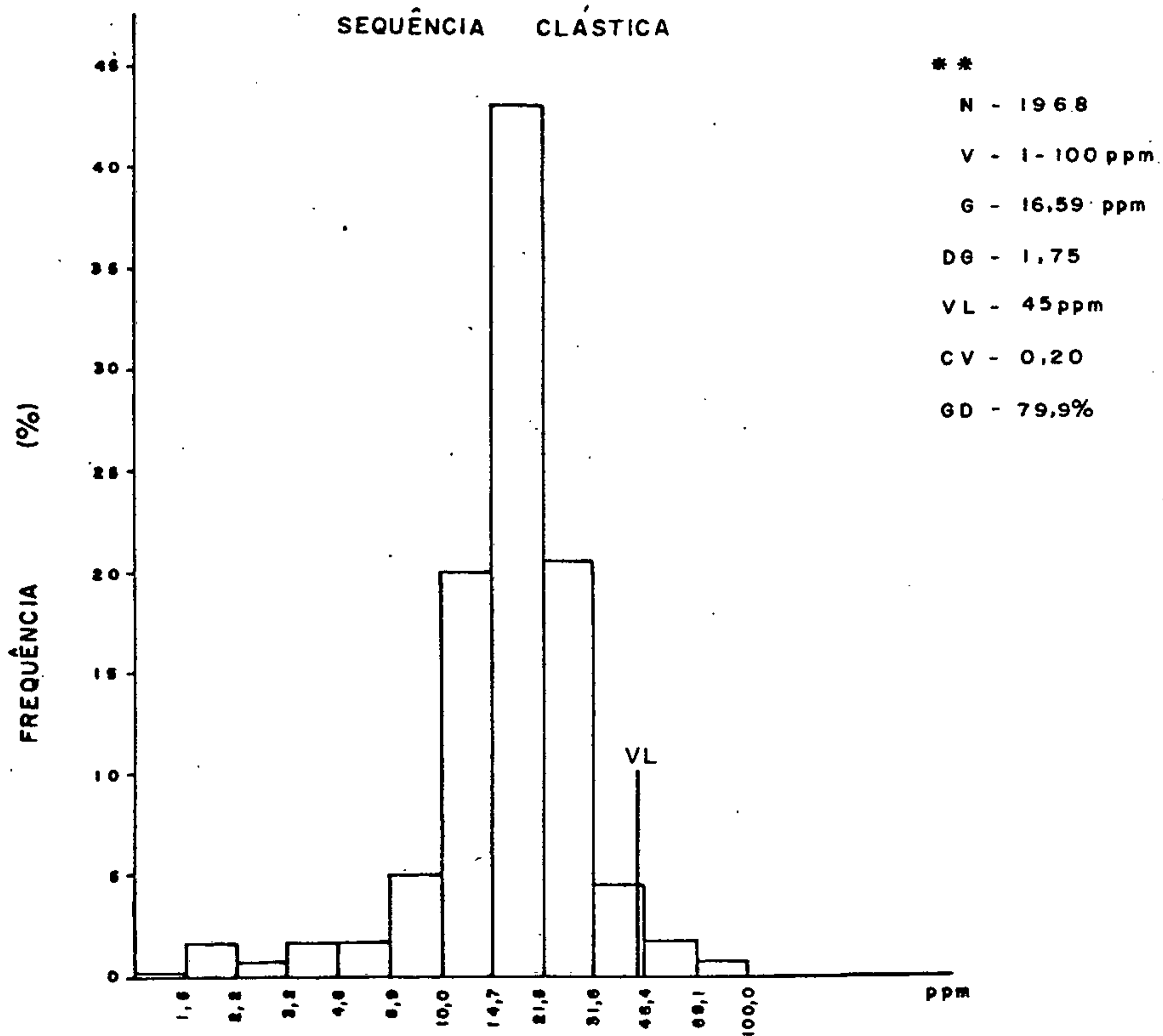
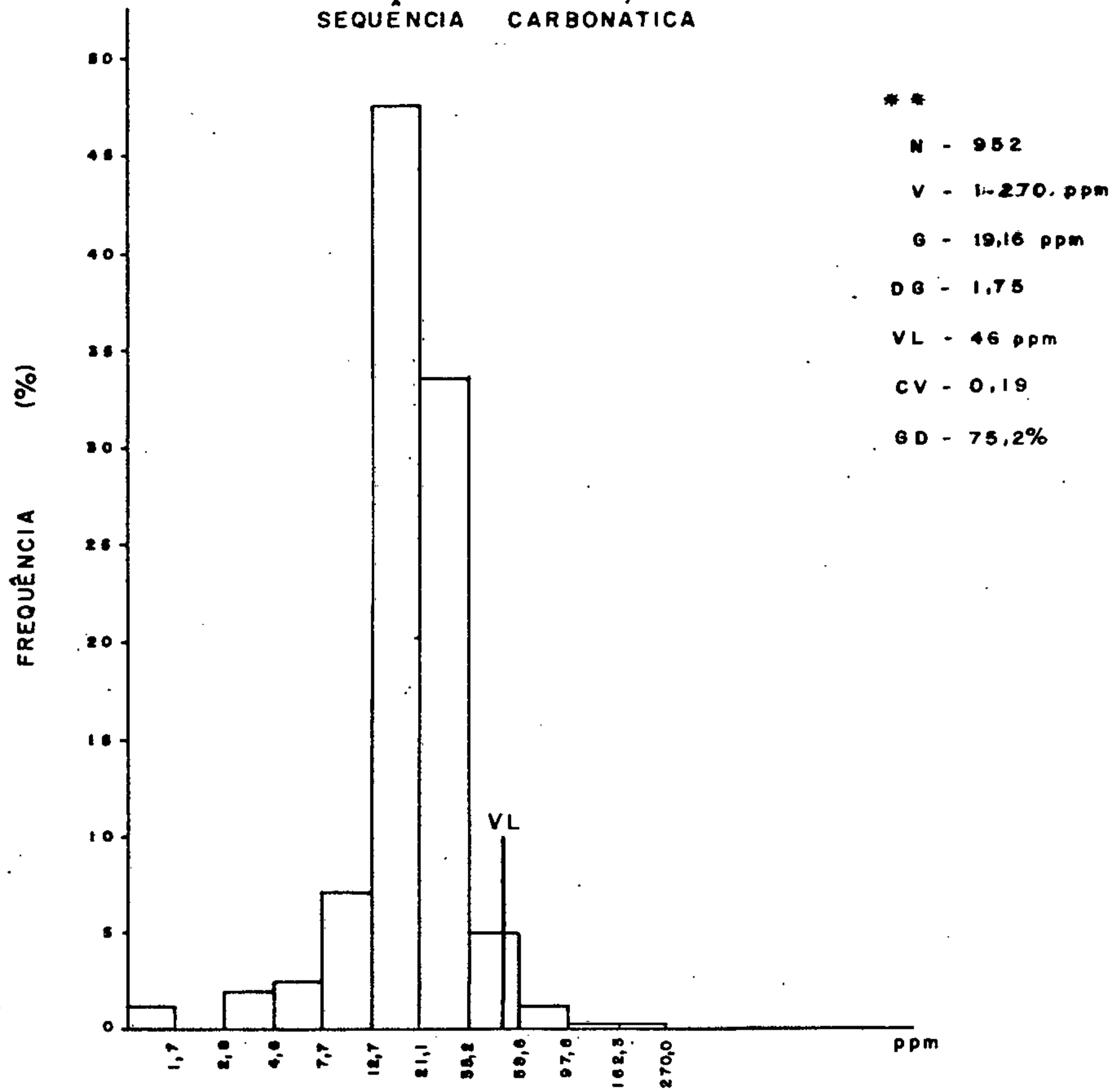
Para a construção dos histogramas foram utilizados os resultados expressos nas tabelas de frequência derivadas do processamento eletrônico, passando o número de observações em cada intervalo de classe a ser lançado no eixo das ordenadas sob a forma de frequência percentual, e no eixo das abscissas encontram-se as unidades analíticas (ppm ou %).

Os intervalos de classe dos histogramas (confeccionados apenas para sedimentos e concentrados) foram definidos de acordo com a regra de Sturges, de modo que permitem uma boa visualização sobre quantas vezes determinados conjuntos de valores se repetem.

O método de resolução gráfica foi aproveitado sempre que se fez indispensável a obtenção de parâmetros limiares ("threshold") mais precisos e ajustados às distribuições de alguns elementos, em substituição aos

HISTOGRAMAS DE CHUMBO - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

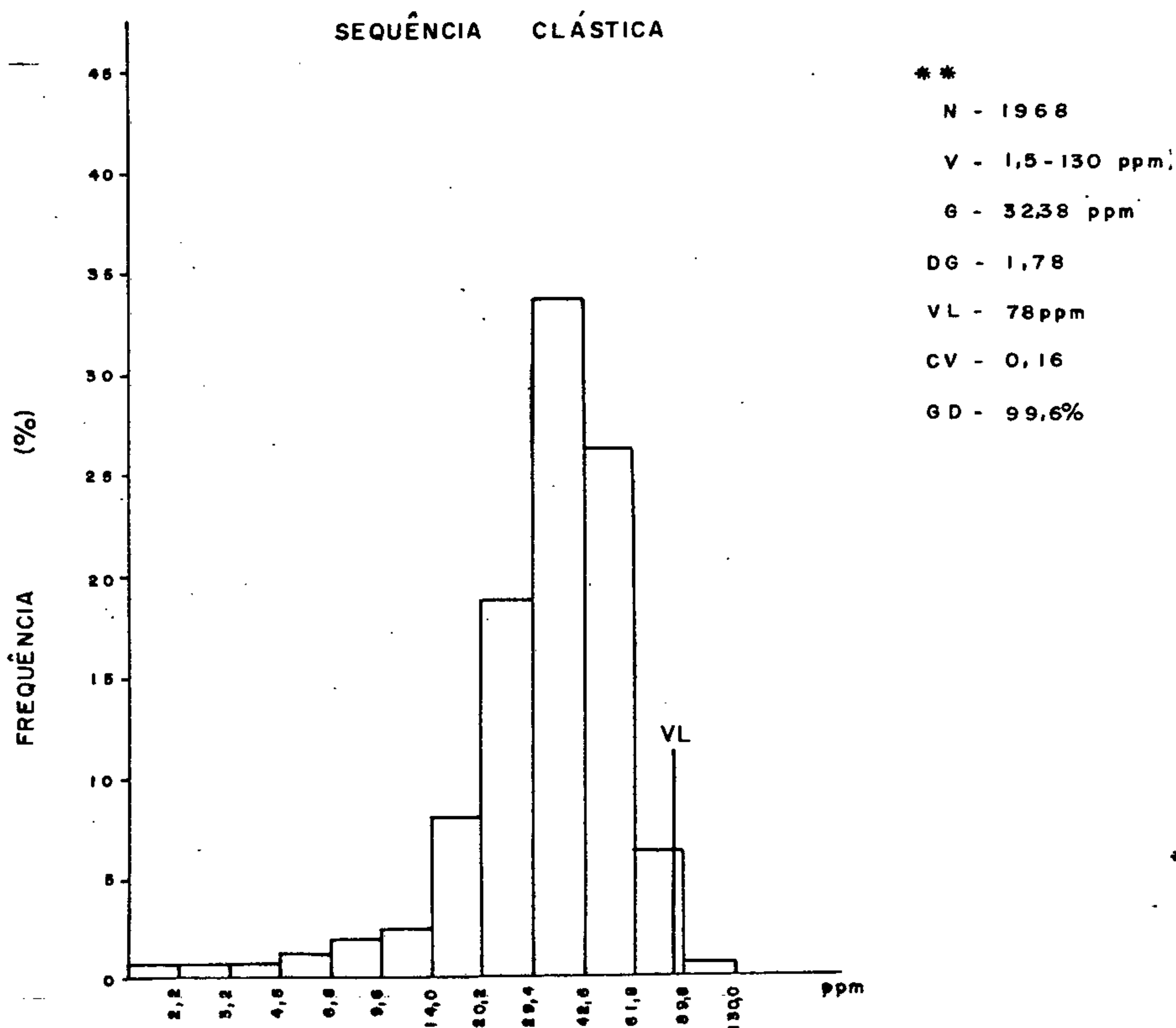
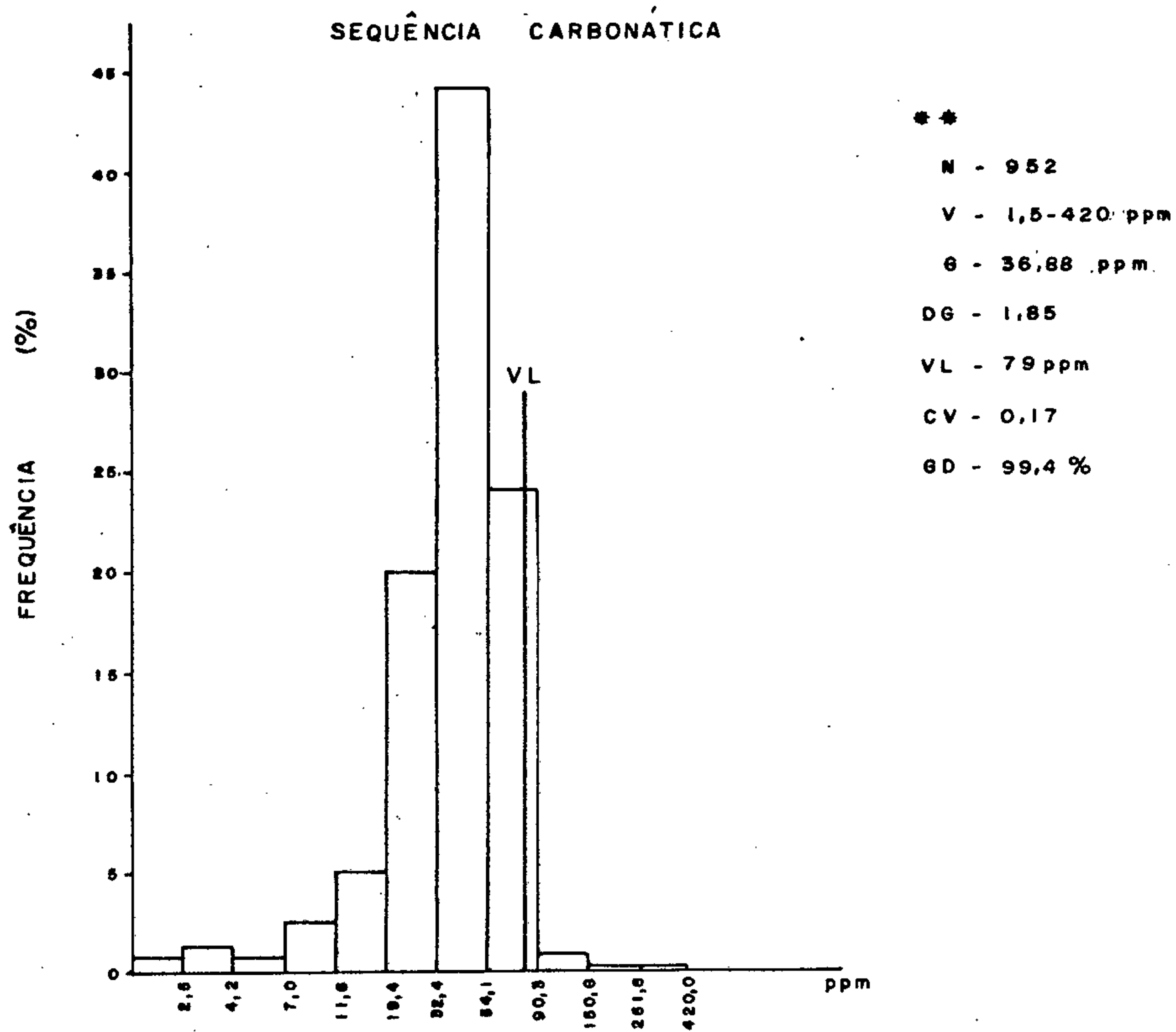
Fig. 1



- * - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
- ** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
- N - NÚMERO DE AMOSTRAS
- V - VARIACÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
- G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)
- DG - DESVIO GEOMÉTRICO
- VL - VALOR LIMAR
- CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO
- GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE ZINCO - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

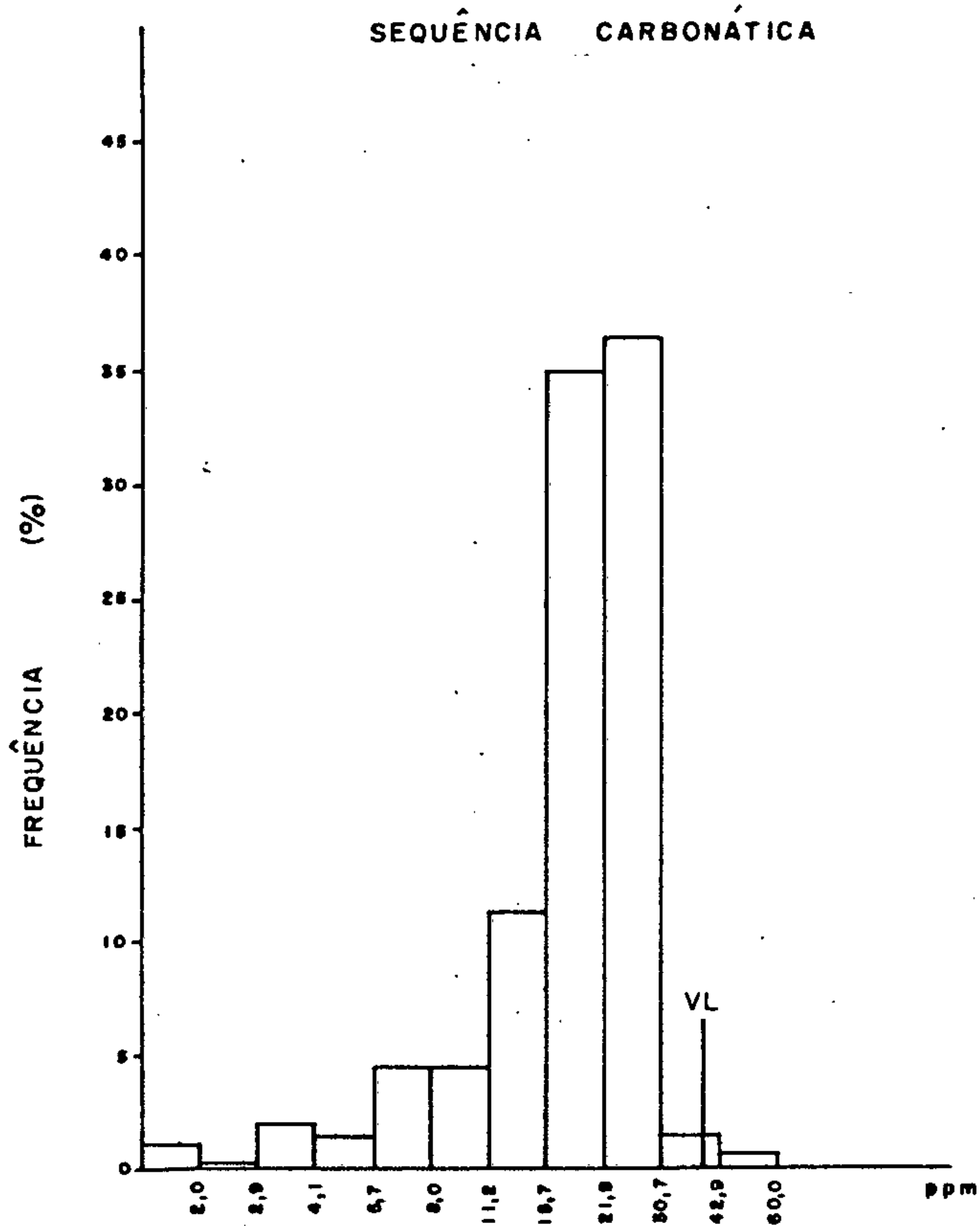
Fig. 2



- * - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
- ** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
- N - NÚMERO DE AMOSTRAS
- V - VARIAÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
- G - MÉDIA GEOMÉTRICA (PPM)
- DG - DESVIO GEOMÉTRICO
- VL - VALOR LIMAR
- CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
- GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE COBRE - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

Fig. 3



**

N - 952

V - 1,5-60 ppm

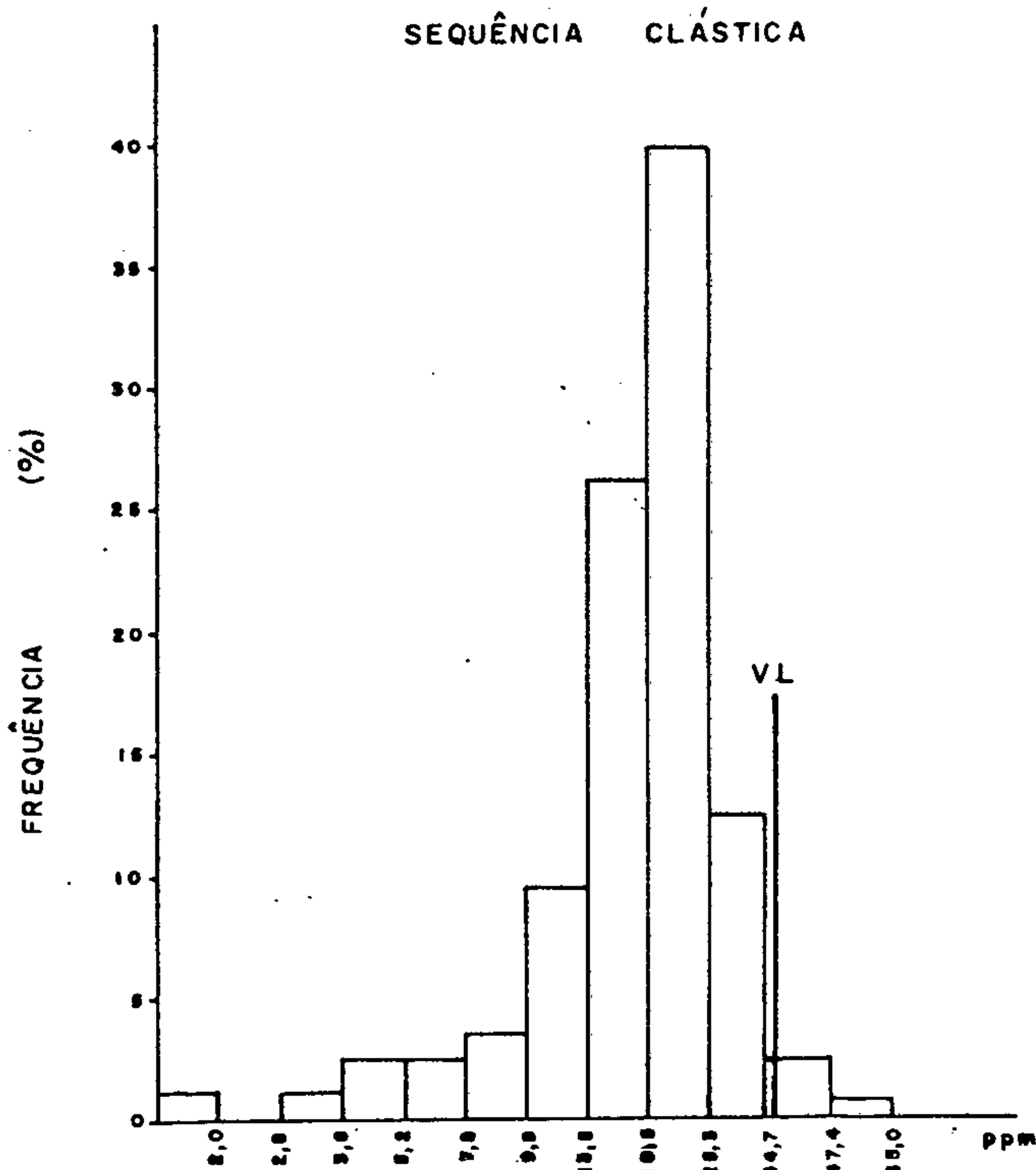
G - 17,75 ppm

DG - 1,70

VL - 35 ppm

CV - 0,18

GD - 98,9%



**

N - 1968

V - 1,5-65 ppm

G - 17,22 ppm

DG - 1,68

VL - 36 ppm

CV - 0,184

GD - 98,8%

* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA

** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA

N - NÚMERO DE AMOSTRAS

V - VARIACÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)

G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)

DG - DESVIO GEOMÉTRICO

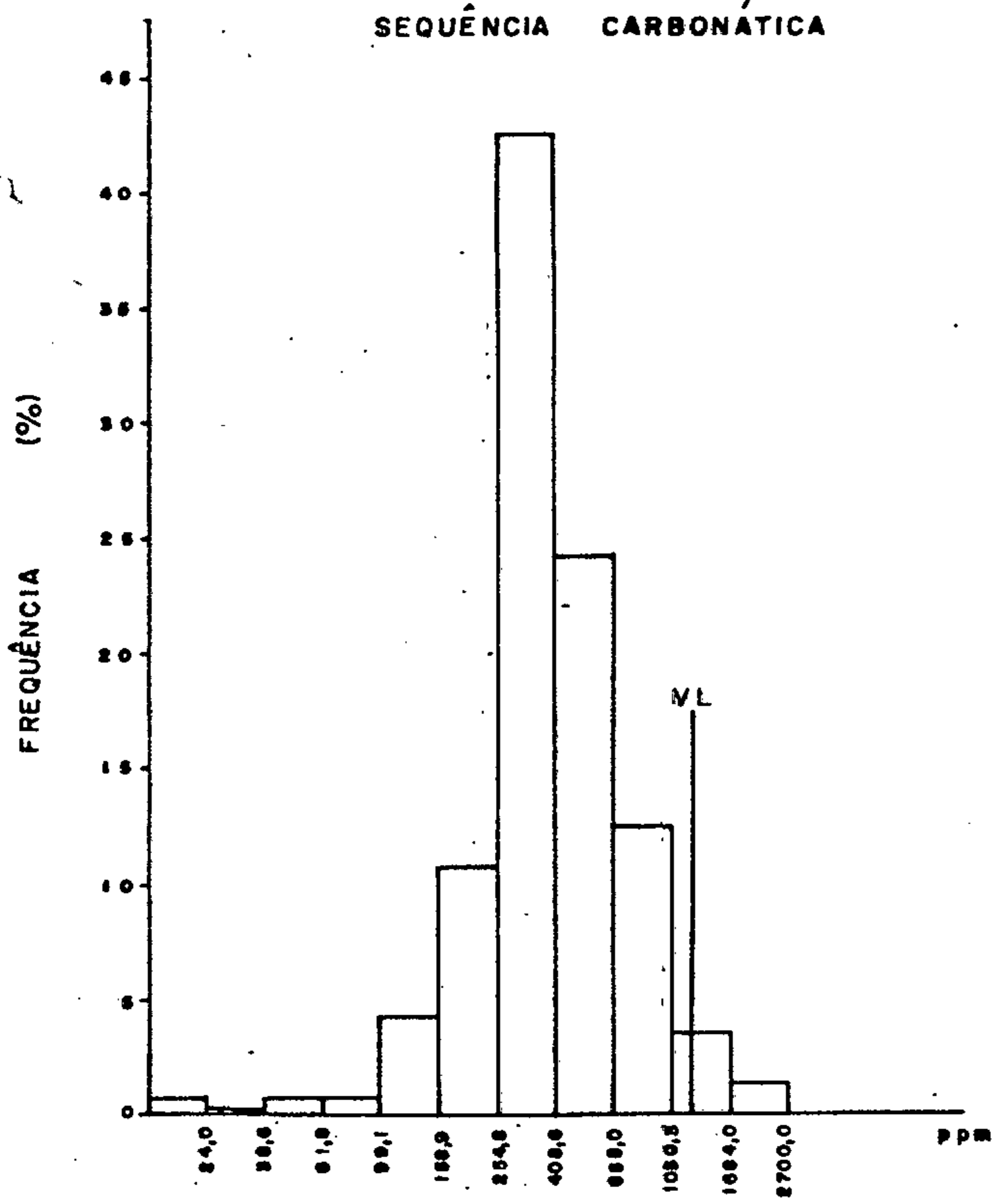
VL - VALOR LIMAR

CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO

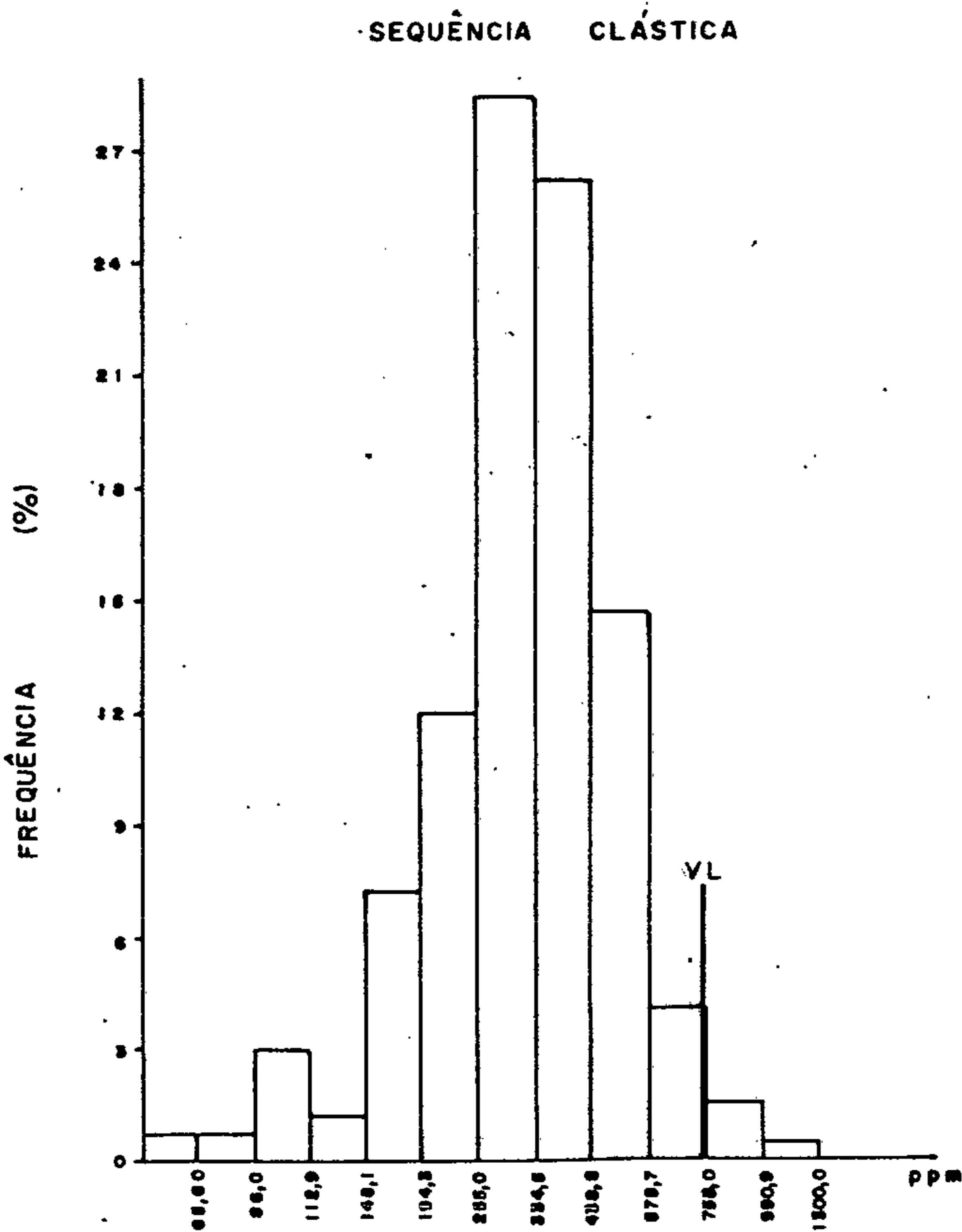
GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE FÓSFORO - SEDIMENTO - DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ DIL - COLORIMETRIA)

Fig. 4



**
 N - 952
 V - 15-2700 ppm
 G - 389,34 ppm
 DG - 1,86
 VL - 1229 ppm
 CV - 0,10
 GD - 99,6%

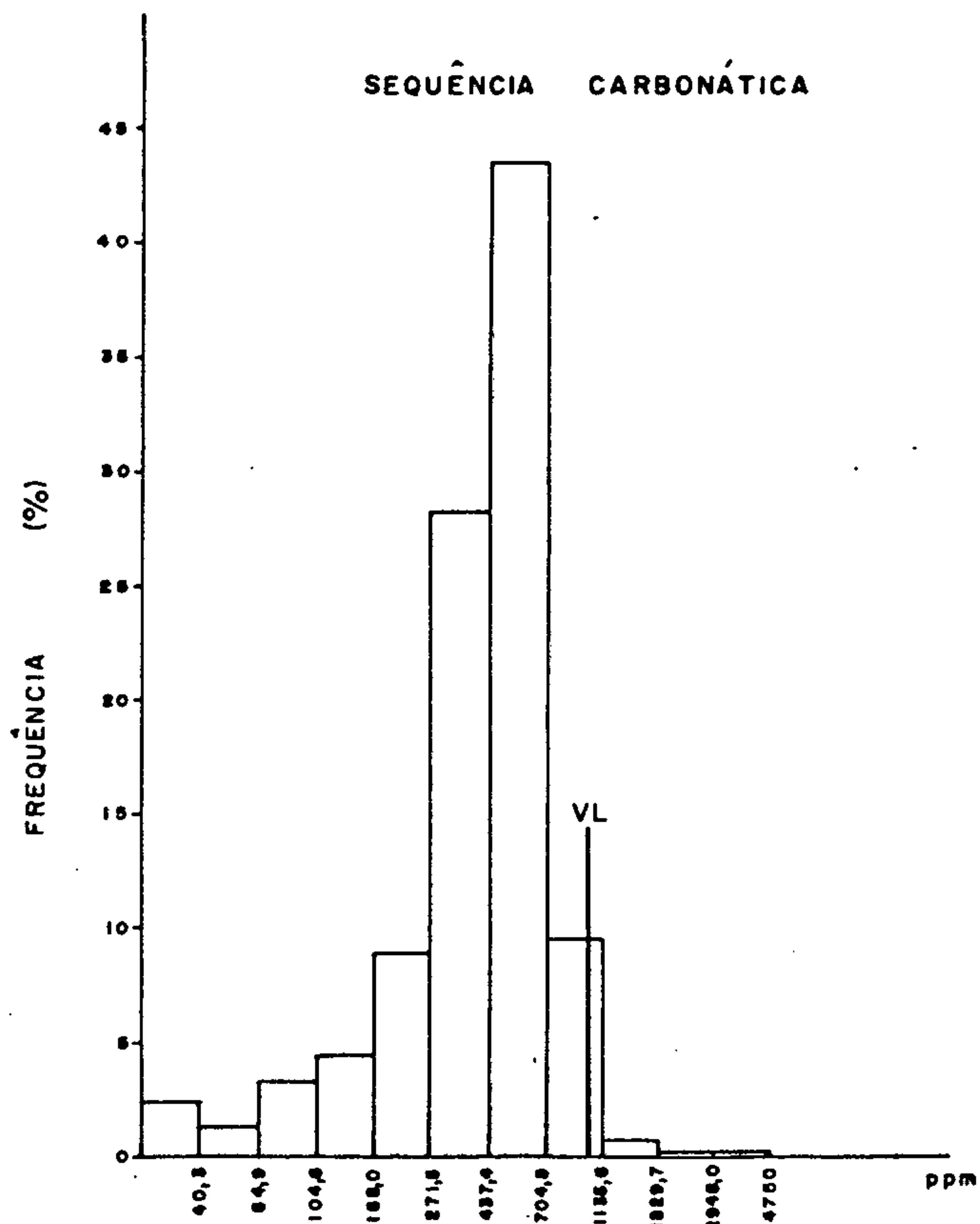


**
 N - 1968
 V - 50-1300 ppm
 G - 311,61 ppm
 DG - 1,60
 VL - 730 ppm
 CV - 0,08
 GD - 100%

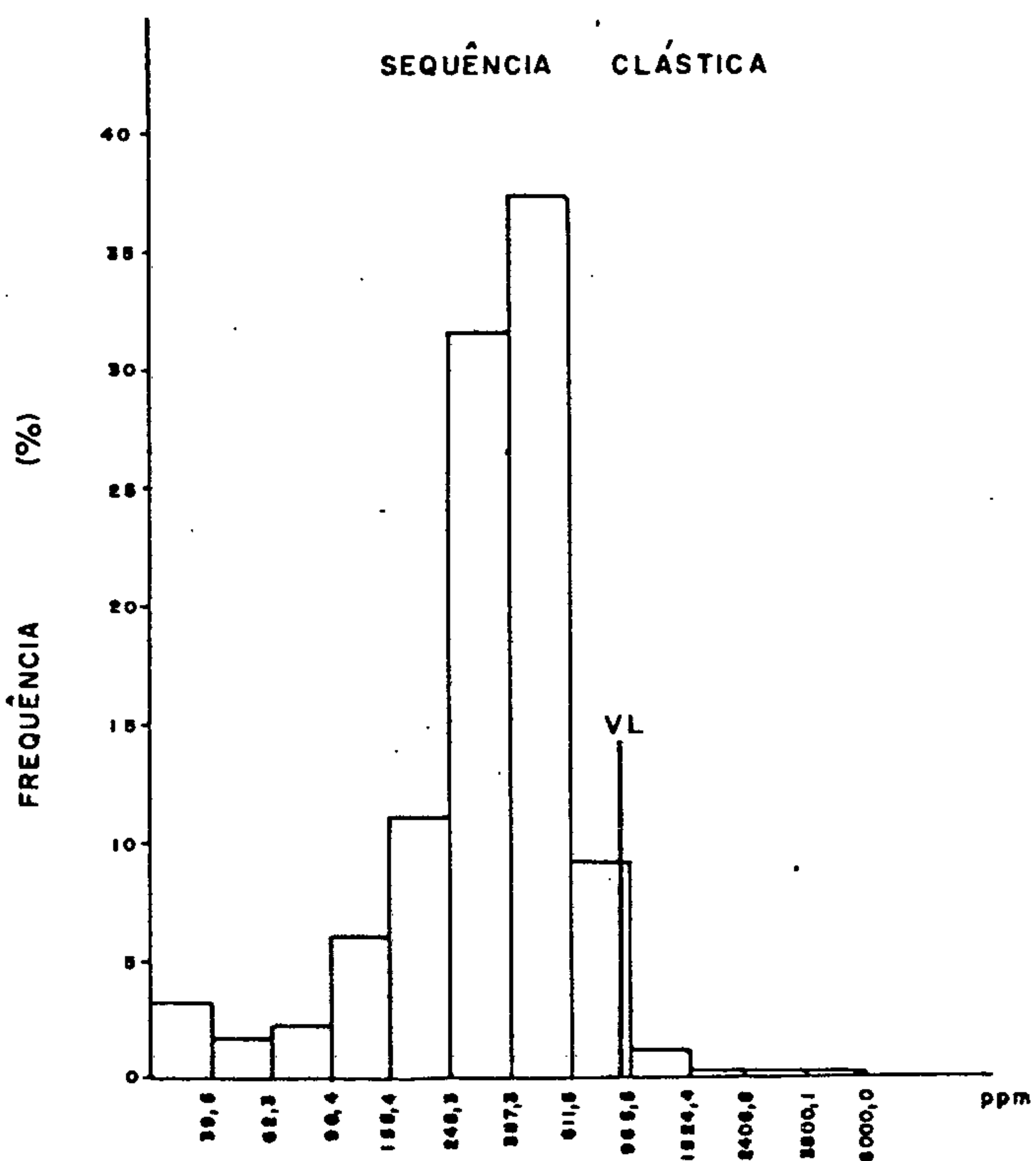
* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
 ** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
 N - NÚMERO DE AMOSTRAS
 V - VARIACÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
 G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)
 DG - DESVIO GEOMÉTRICO
 VL - VALOR LIMAR
 CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO
 GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE FLUOR - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ CONC.- ELETRODO DE ION ESPECÍFICO)

Fig. 5



**
 N - 945
 V - 25-4750 ppm
 G - 388,57 ppm
 DG - 2,07
 VL - 938 ppm
 CV - 0,12
 GD - 97,5%

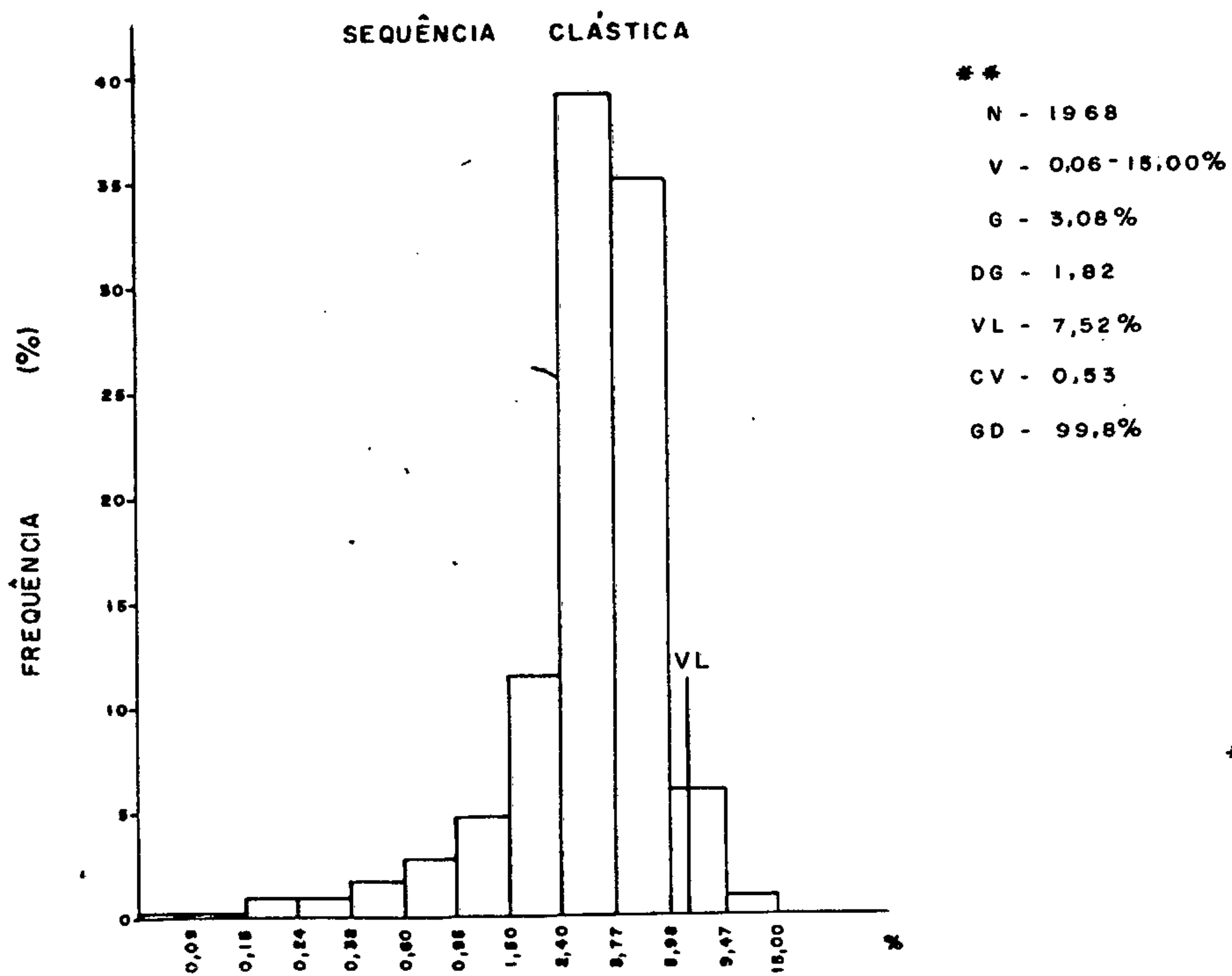
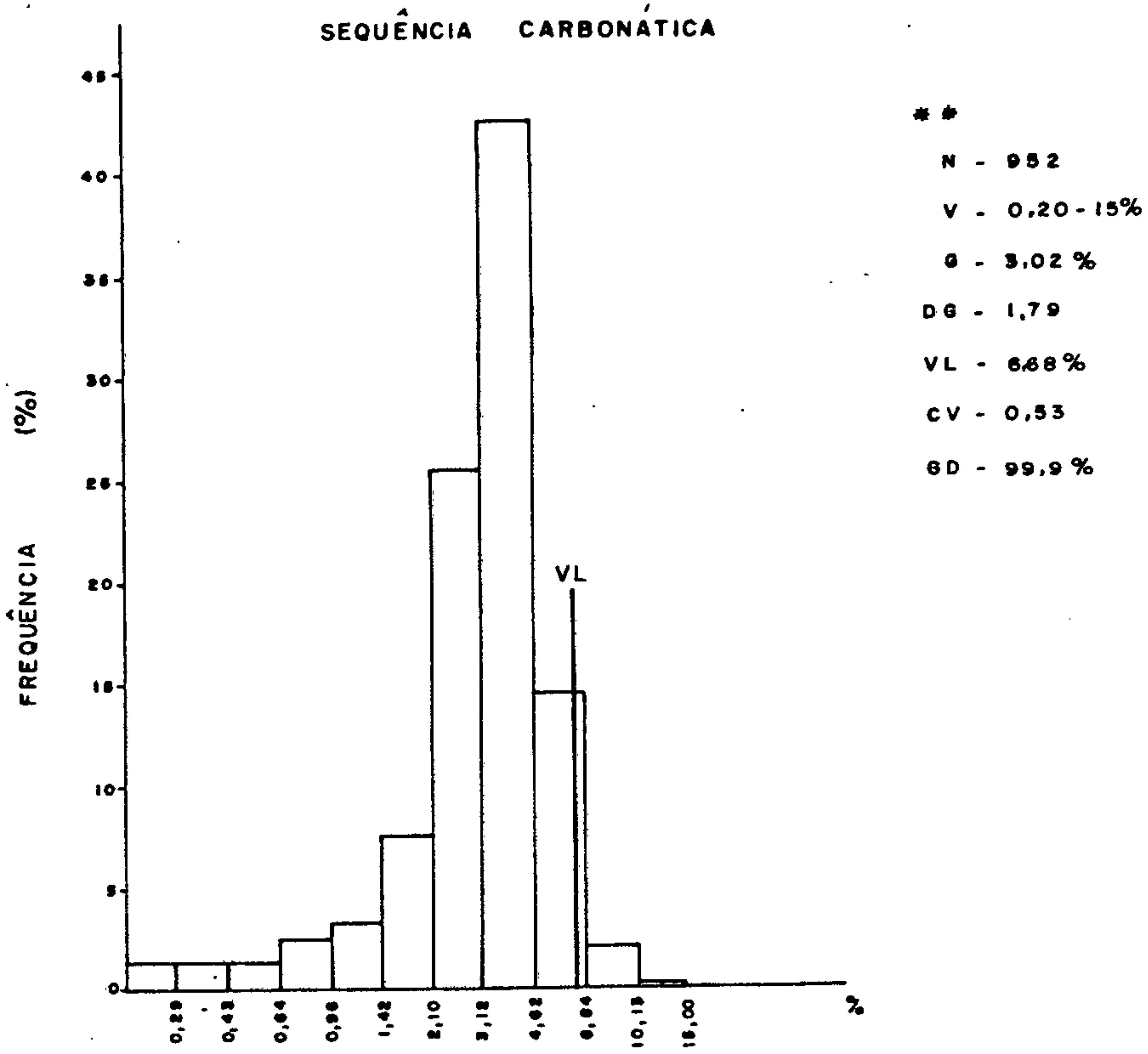


**
 N - 1963
 V - 25-6000 ppm
 G - 326,64 ppm
 DG - 2,06
 VL - 905 ppm
 CV - 0,12
 GD - 96,5%

* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
 ** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
 N - NÚMERO DE AMOSTRAS
 V - VARIÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
 G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)
 DG - DESVIO GEOMÉTRICO
 VL - VALOR LIMAR
 CV - COEFICIENTE DE VARIÇÃO
 GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE FERRO - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

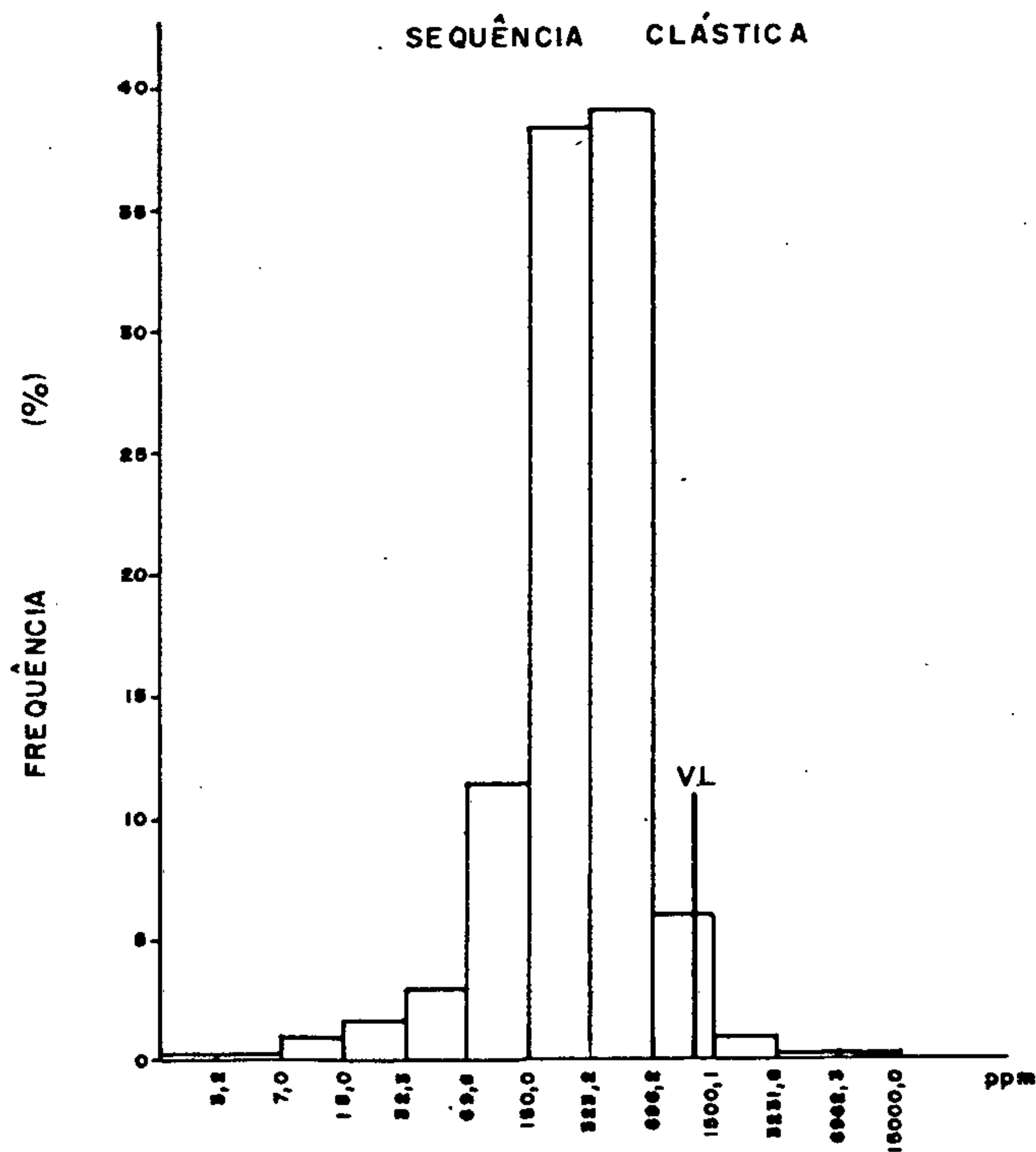
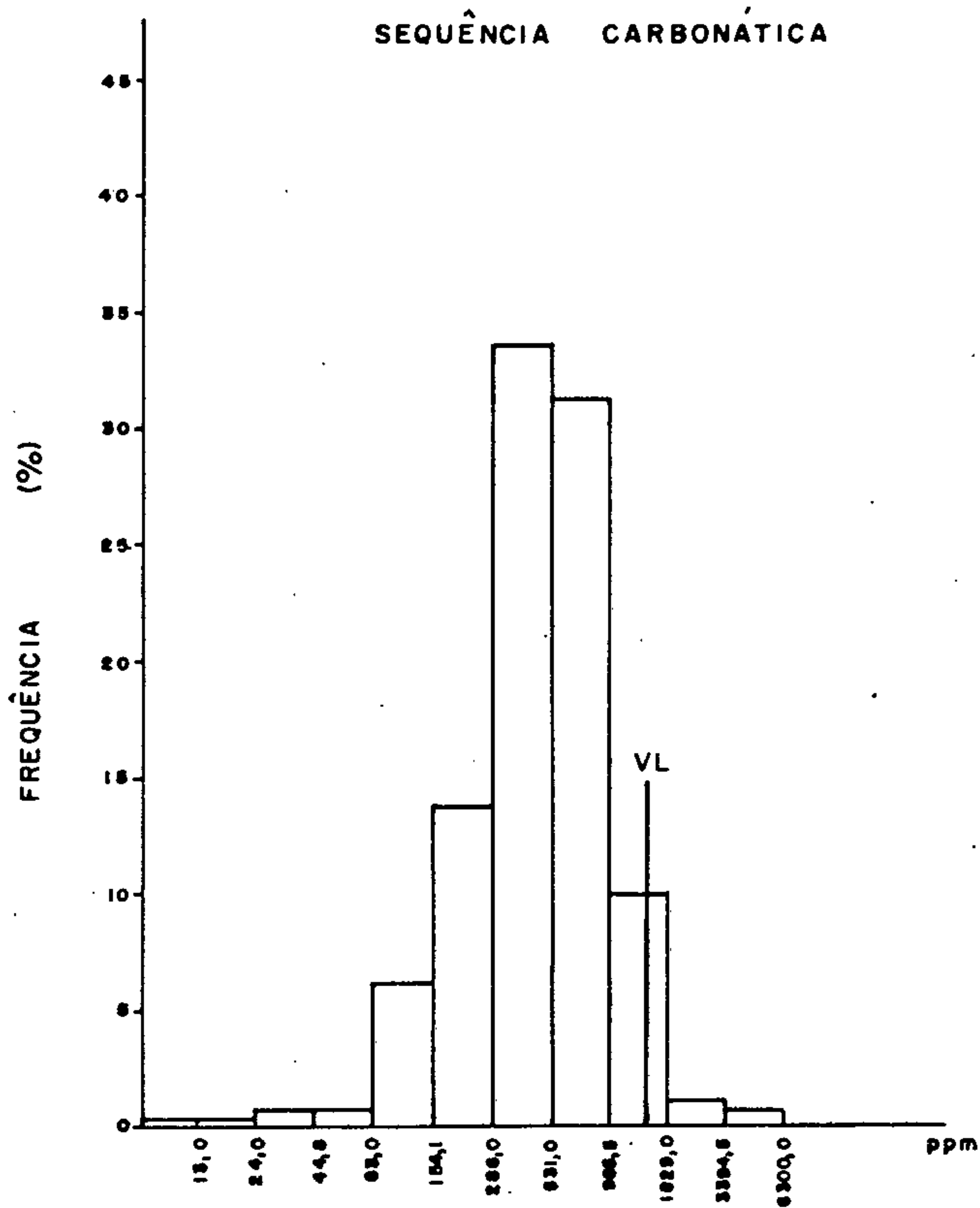
Fig. 6



* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
N - NÚMERO DE AMOSTRAS
V - VARIÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
G - MÉDIA GEOMÉTRICA (%)
DG - DESVIO GEOMÉTRICO
VL - VALOR LIMAR
CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE MANGANÊS - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)
(HNO₃ CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

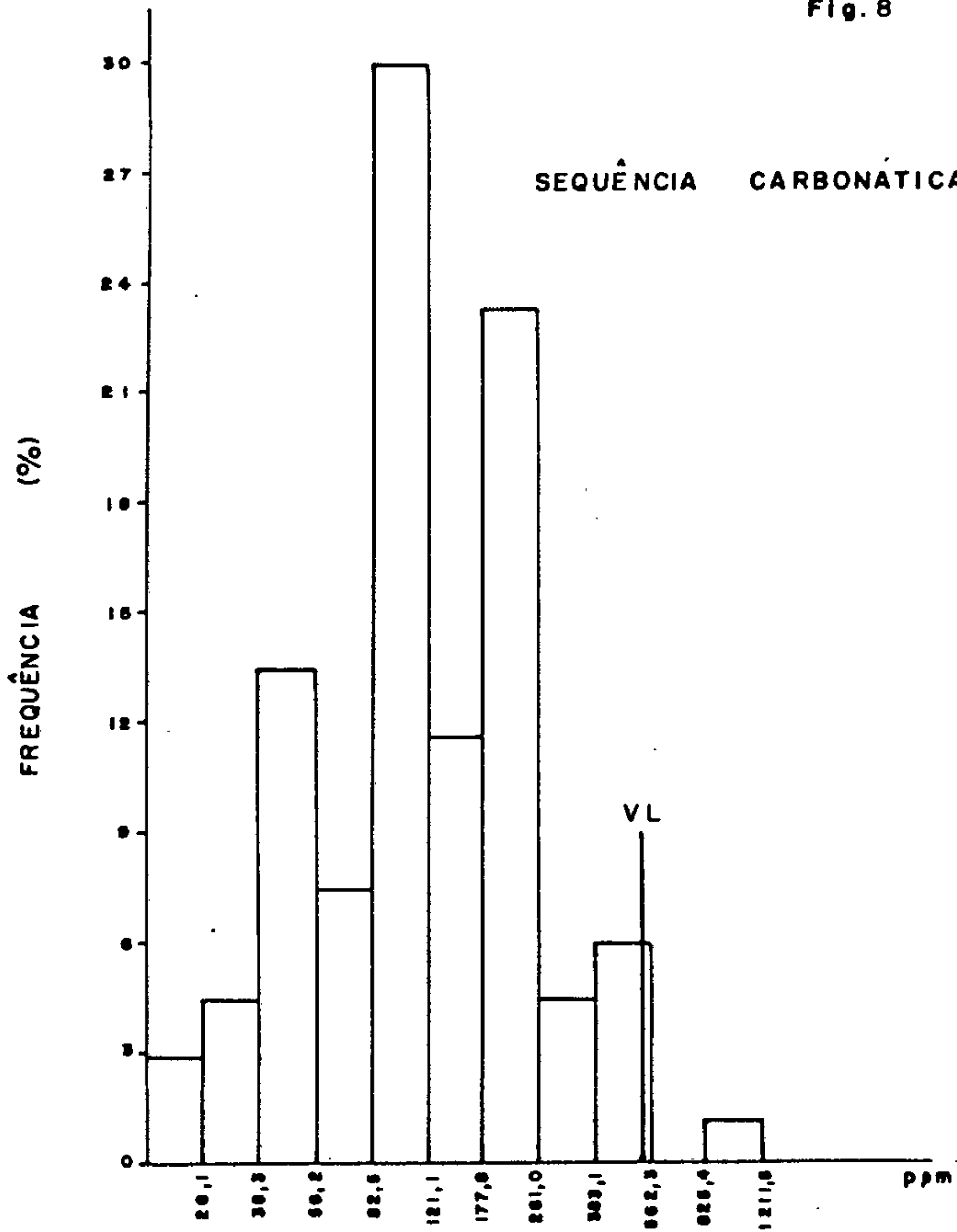
Fig. 7



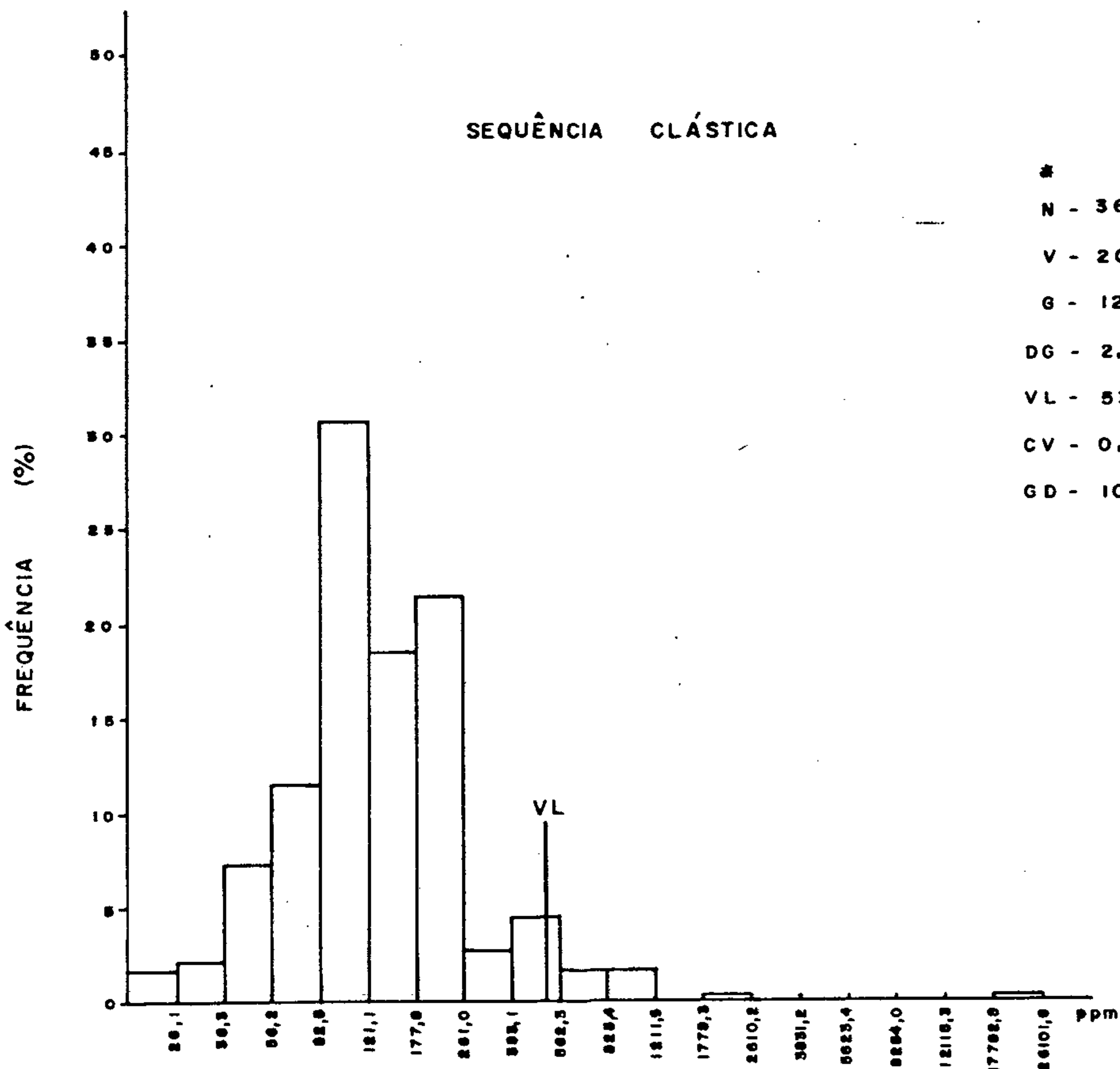
* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
N - NÚMERO DE AMOSTRAS
V - VARIAÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)
DG - DESVIO GEOMÉTRICO
VL - VALOR LINIAR (ppm)
CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE CHUMBO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS
(ESPECTROGRAFIA)

Fig. 8



**
N - 120
V - 20 - 1000 ppm
G - 117,83 ppm
DG - 2,17
VL - 552 ppm
CV - 0,16
GD - 100%



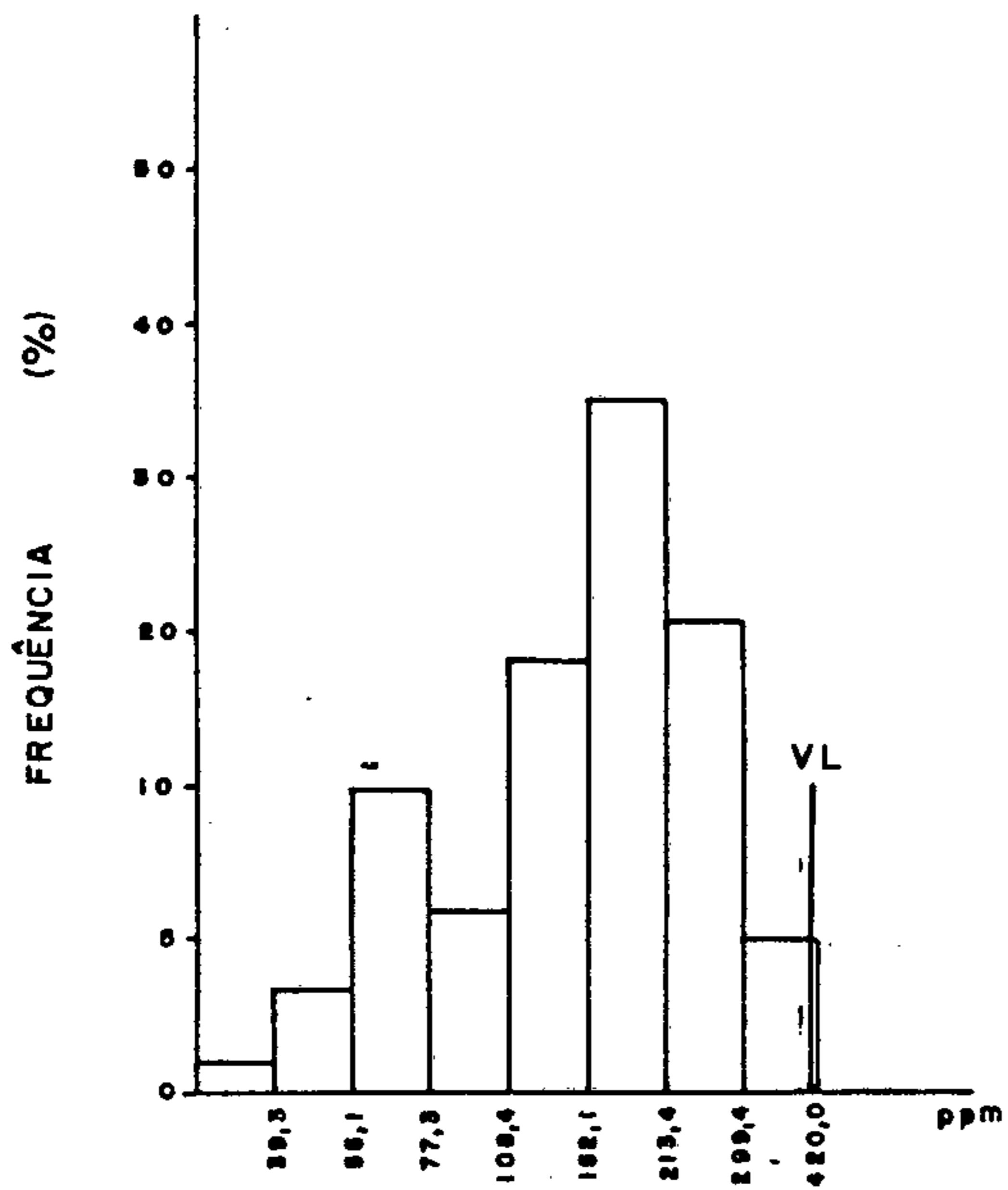
*
N - 362
V - 20 - 20000 ppm
G - 129,72 ppm
DG - 2,04
VL - 538 ppm
CV - 0,15
GD - 100%

* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
N - NÚMERO DE AMOSTRAS
V - VARIACÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)
DG - DESVIO GEOMÉTRICO
VL - VALOR LIMAR
CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO
GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE ZINCO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS
(HNO₃ CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

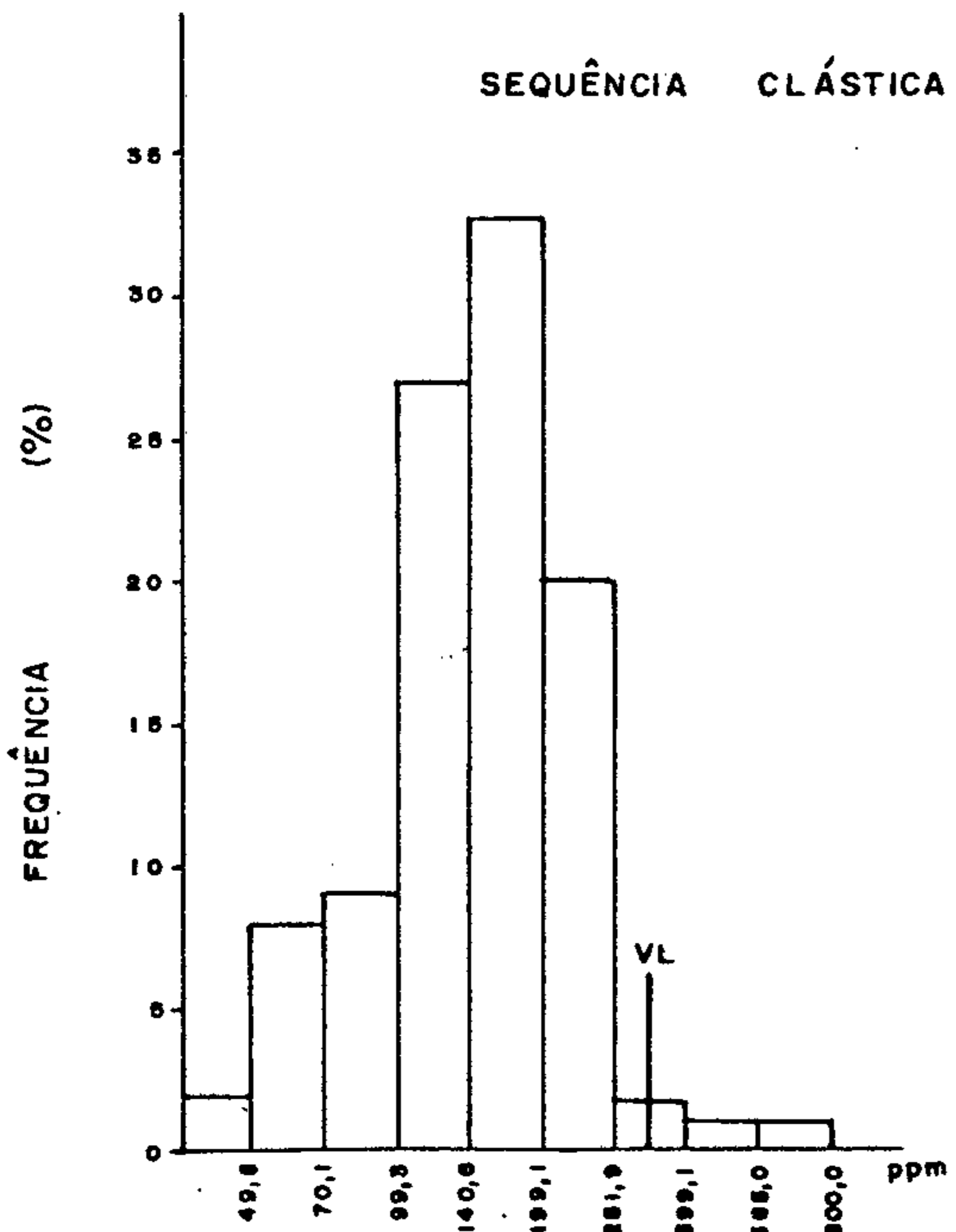
Fig. 9

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA



*
N - 120
V - 28 - 420 ppm
G - 153,24 ppm
DG - 1,66
VL - 419 ppm
CV - 0,10
GD - 100%

SEQUÊNCIA CLÁSTICA

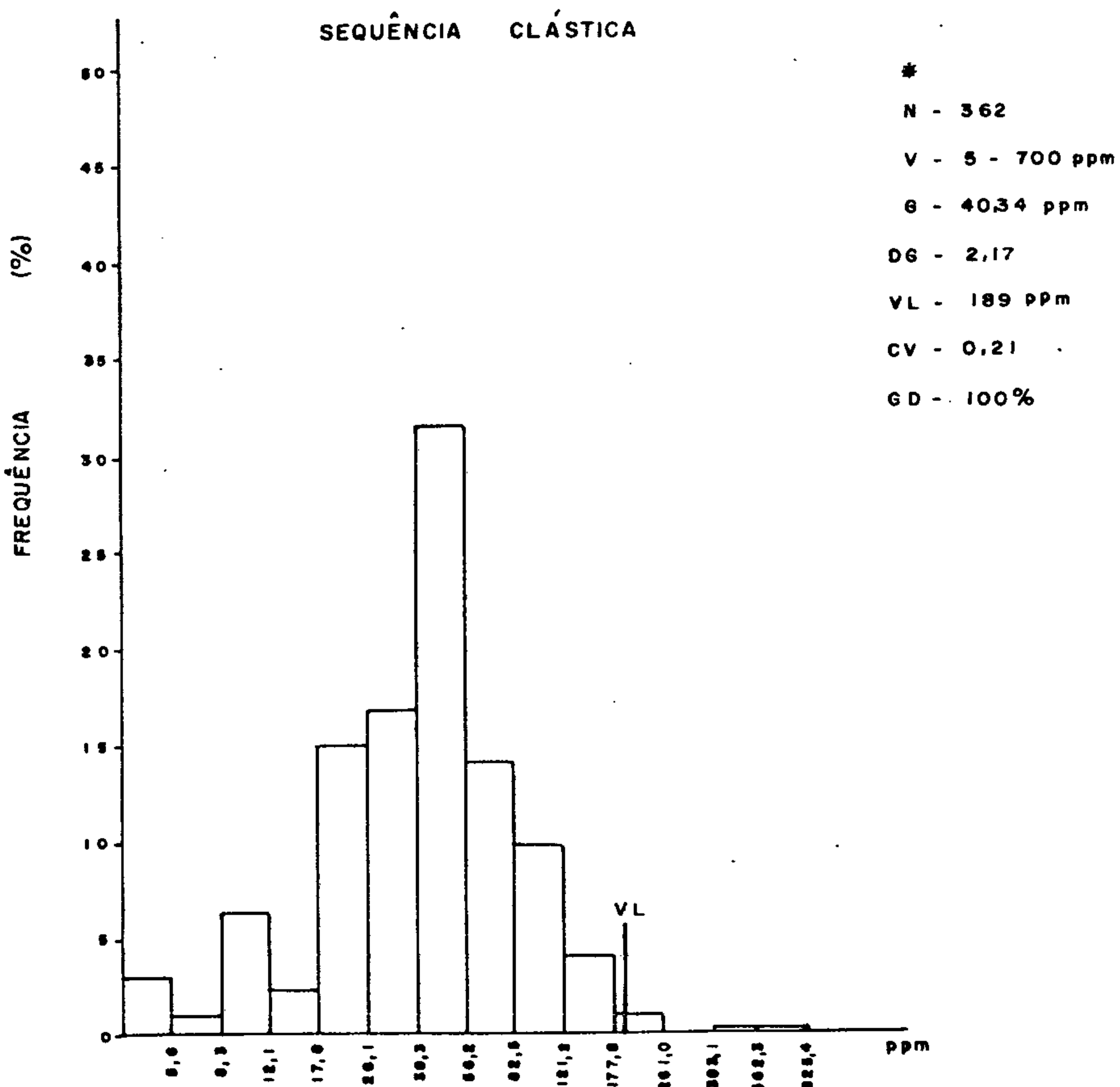
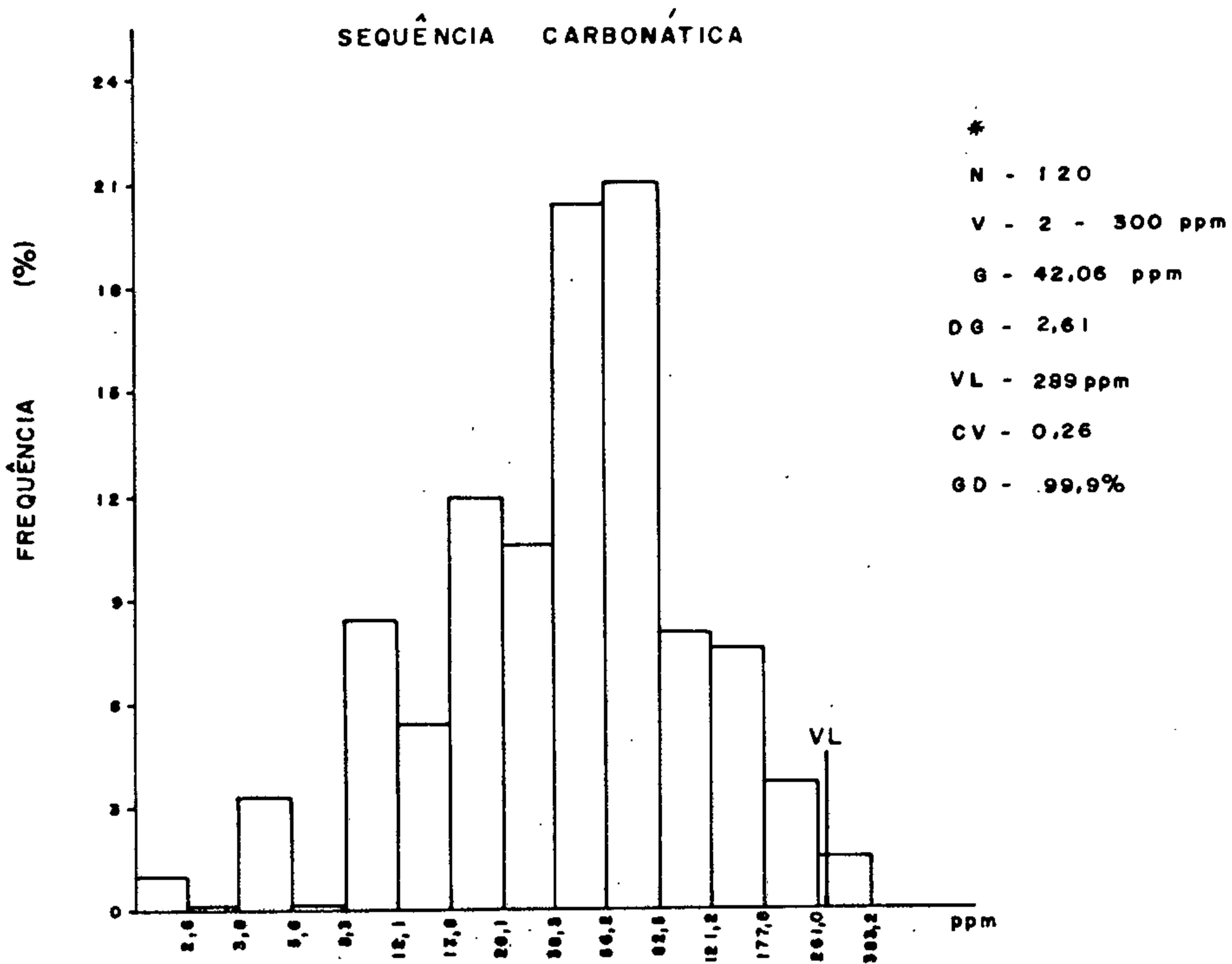


*
N - 360
V - 35 - 800 ppm
G - 143,15 ppm
DG - 1,58
VL - 359 ppm
CV - 0,09
GD - 100%

* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
N - NÚMERO DE AMOSTRAS
V - VARIACÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
G - MÉDIA GEOMÉTRICA ppm
DG - DESVIO GEOMÉTRICO
VL - VALOR LIMAR
CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO
GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE COBRE - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS
(ESPECTROGRAFIA)

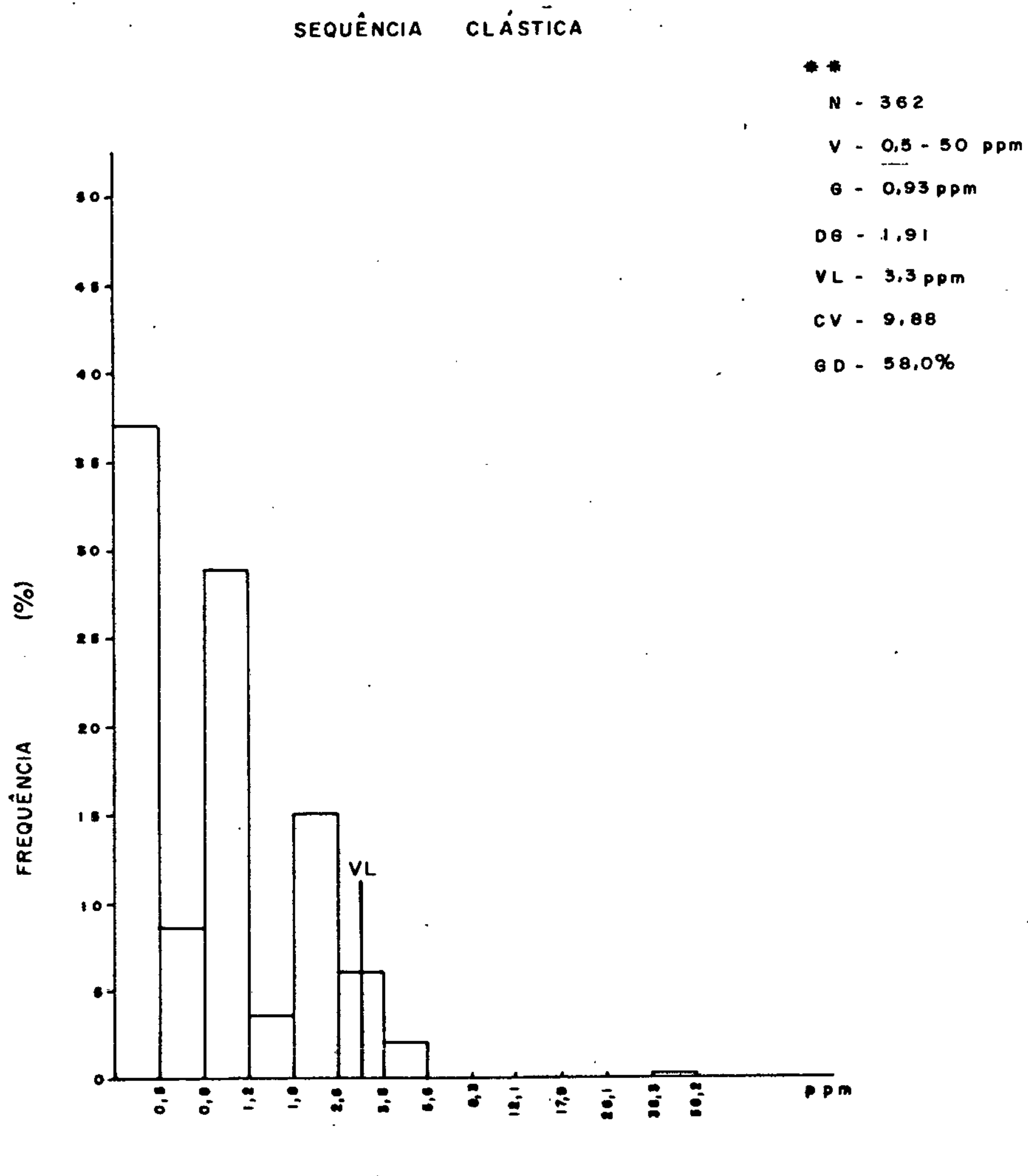
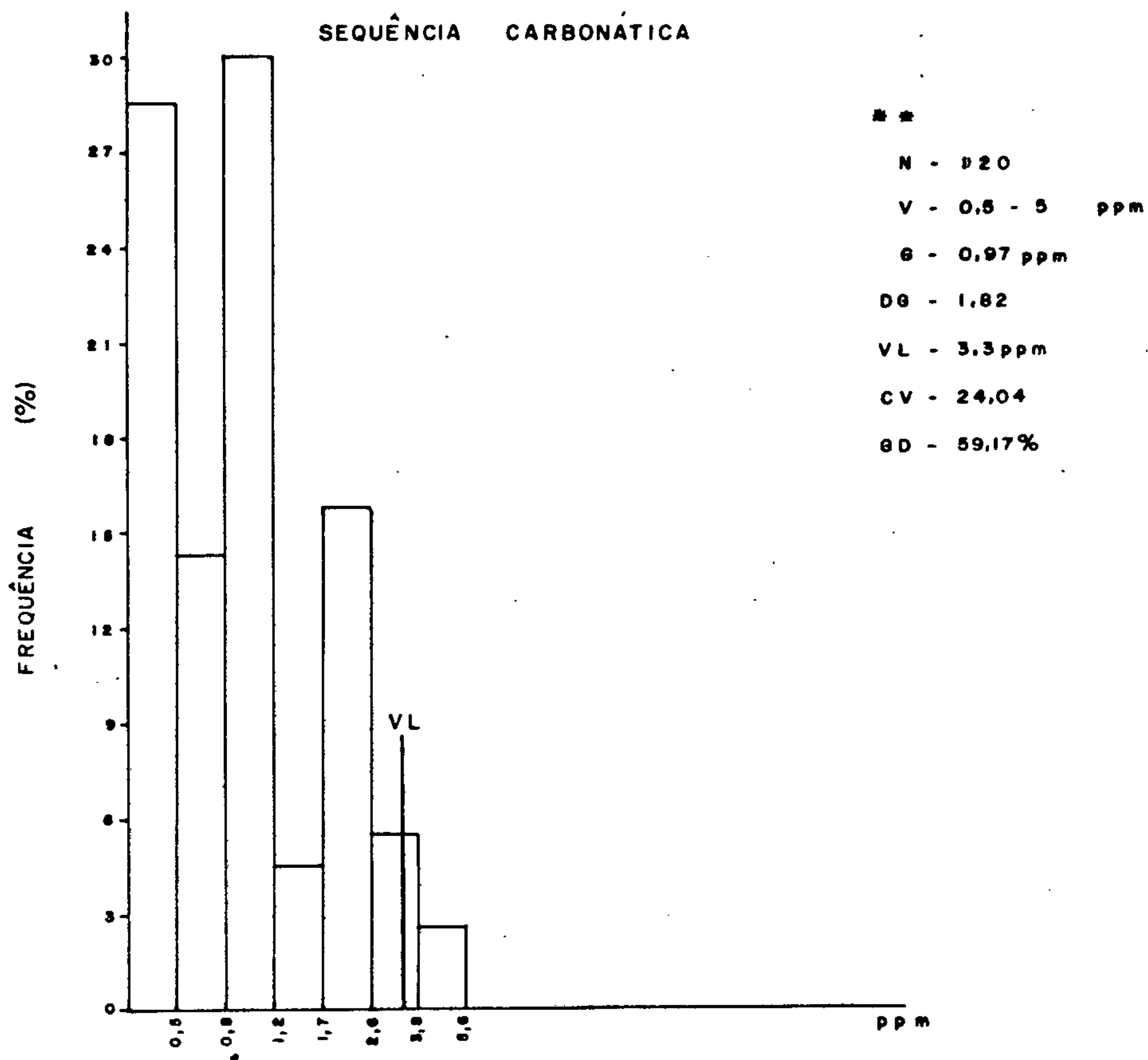
Fig.10



* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
N - NÚMERO DE AMOSTRAS
V - VARIAÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)
DG - DESVIO GEOMÉTRICO
VL - VALOR LIMAR
CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE BERÍLIO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS (ESPECTROGRAFIA)

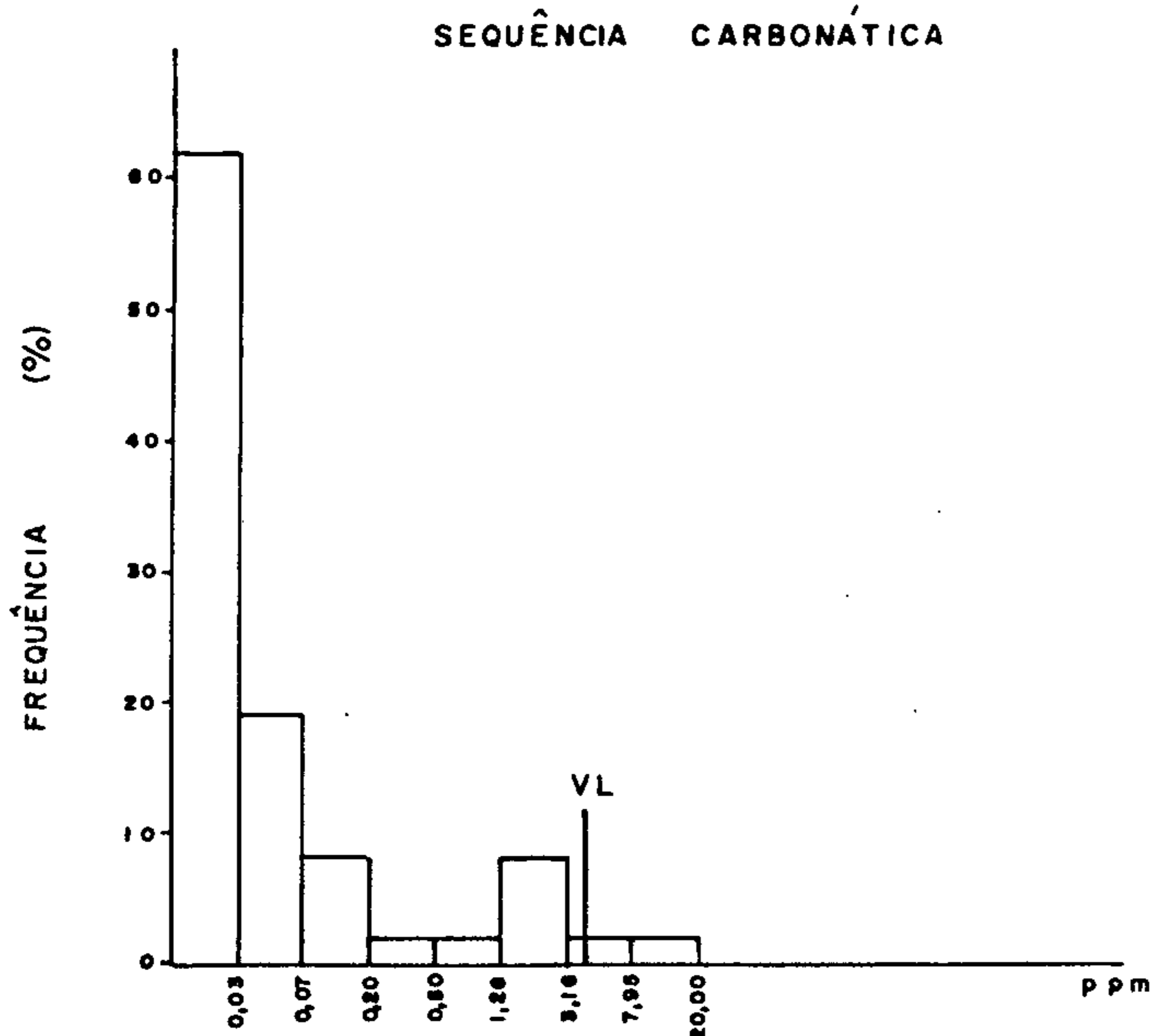
Fig. 11



- * - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
- ** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
- N - NÚMERO DE AMOSTRAS
- V - VARIÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
- G - MÉDIA GEOMÉTRICA (PPM)
- DG - DESVIO GEOMÉTRICO
- VL - VALOR LIMAR
- CV - COEFICIENTE DE VARIÇÃO
- GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE OURO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS
(MIBK - ABSORÇÃO ATÔMICA)

Fig. 12



**

N - 107

V - 0,012 - 20 ppm

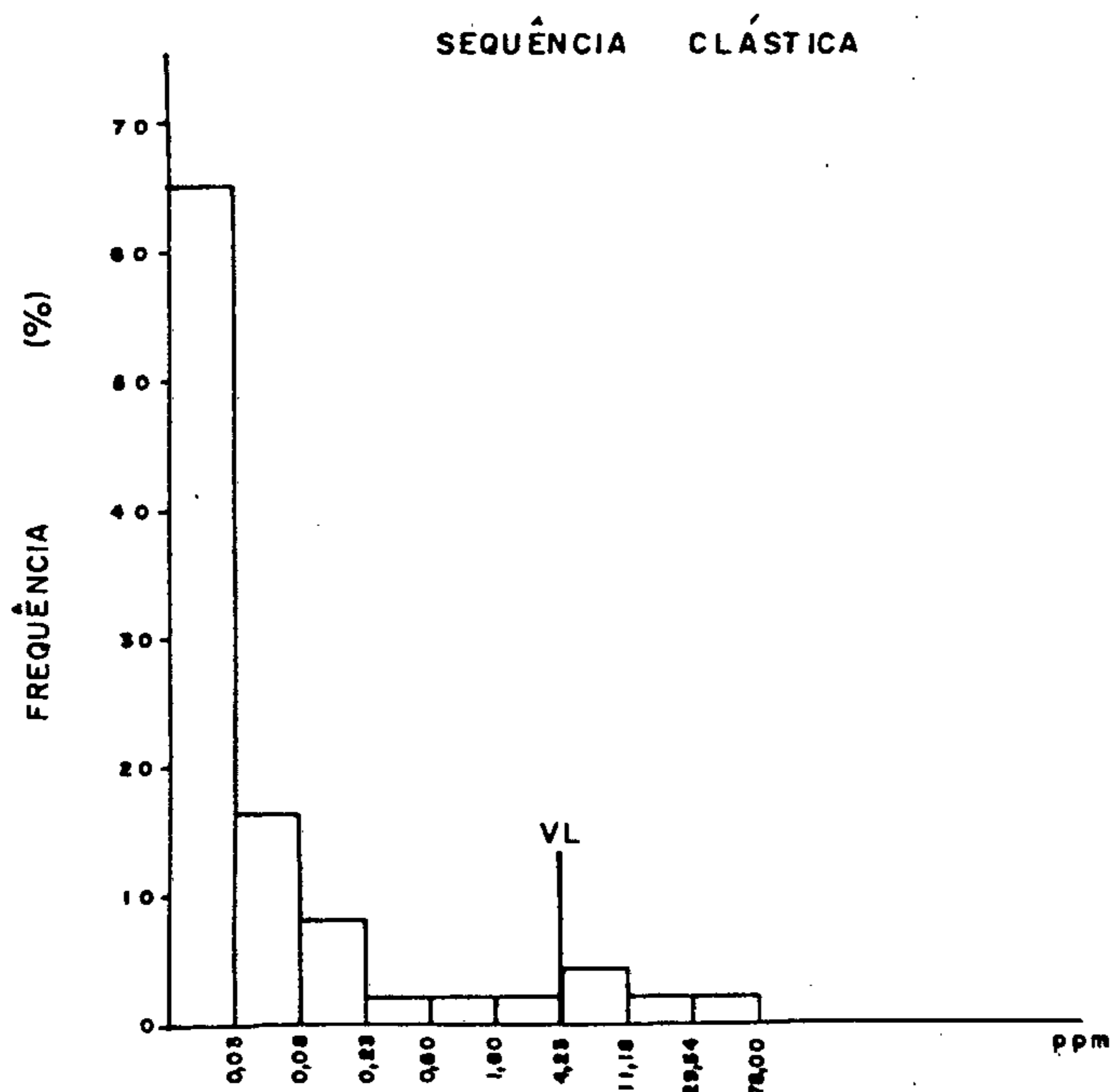
G - 0,042 ppm

DG - 6,00

VL - 4,2 ppm

CV - 0,56

GD - 24,3%



**

N - 322

V - 0,012 - 78 ppm

G - 0,037 ppm

DG - 6,17

VL - 4,2 ppm

CV - 0,55

GD - 16,2%

* - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA

** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA

N - NÚMERO DE AMOSTRAS

V - VARIAÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)

G - MÉDIA GEOMÉTRICA (PPM)

DG - DESVIO GEOMÉTRICO

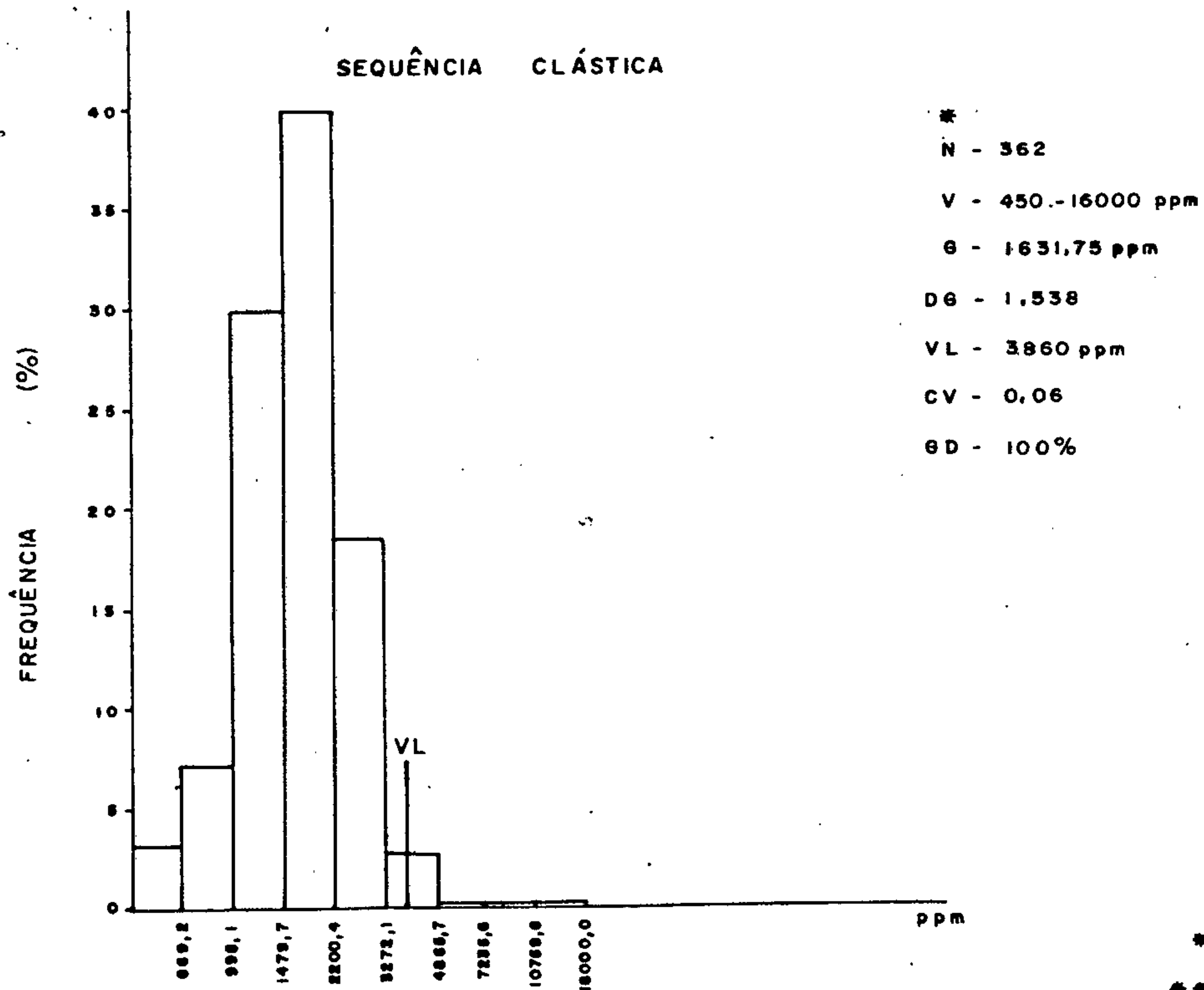
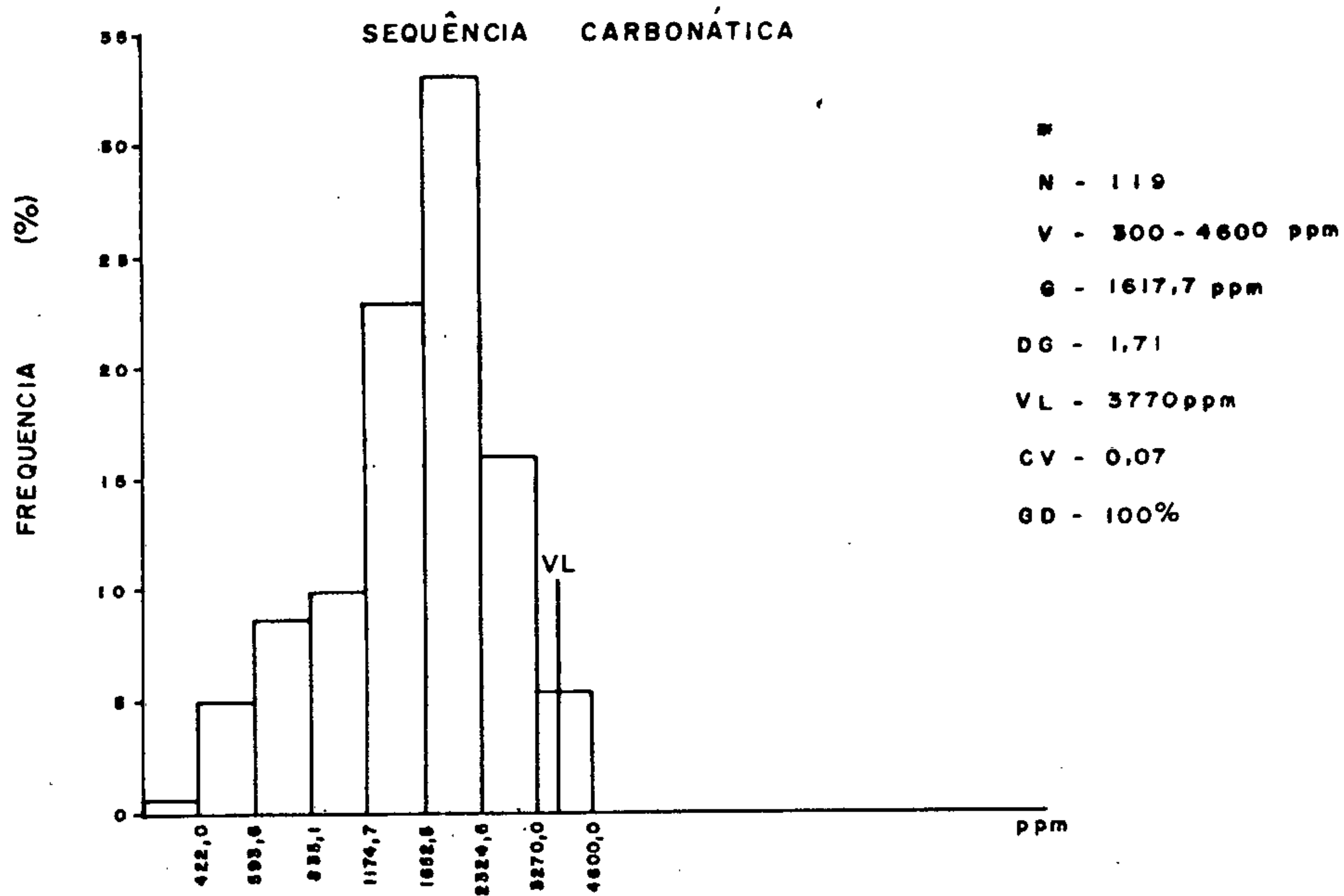
VL - VALOR LIMAR

CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

GD - GRAU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE FÓSFORO-CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS
(COLORIMETRIA)

Fig. 13



- * - HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA
- ** - HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA
- N - NÚMERO DE AMOSTRAS
- V - VARIACÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)
- G - MÉDIA GEOMÉTRICA (PPM)
- DG - DESVIO GEOMÉTRICO
- VL - VALOR LIMAR
- CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO
- GD - GRAU DE DETECÇÃO

computados numericamente. Para tanto, lançou-se mão do papel de log-probabilidade, seguindo a sistemática proposta por C. Lepeltier (1969).

Nas figuras 1 a 7, em anexo, encontram-se organizados os histogramas dos elementos Pb, Zn, Cu, P, F, Fe e Mn em sedimentos de corrente e as de número 8 a 13 correspondem aos elementos Pb, Zn, Cu, Be, Au e P em concentrados de minerais pesados.

5.4 - Distribuição geoquímica dos elementos

5.4.1 - Sedimentos de corrente

5.4.1.1 - Chumbo, zinco e cobre

Os resultados geoquímicos da prospecção através de sedimentos de corrente, mostra algumas variações nos teores dos elementos Pb, Zn e Cu, e estas oscilações nas concentrações dos metais em questão, dão-se tanto regionalmente, quanto em função de diferenças litológicas.

As variações regionais são bastante perceptíveis quando se comparam os dados médios encontrados para o elemento Zn nas Folhas Norte e Sul. Assim, na sequência carbonática da região de Montes Claros, no norte da área trabalhada, o teor médio situa-se em torno de 48 ppm, e muito acima, portanto, dos teores médios encontrados nas regiões de Bocaiúva (38 ppm), Corinto (34 ppm) e Sete Lagoas (40 ppm), situadas sucessivamente mais ao sul. Quando no domínio da sequência clástica, as mesmas diferenças também podem ser identificadas entre a região norte (44 ppm) e as demais porções trabalhadas, com cerca de 34 ppm.

Já no caso dos elementos Pb e Cu, as varia

ções regionais não são tão expressivas, o mesmo acontecendo com relação às diferenças entre as duas sequências litológicas, pois os teores médios são muito semelhantes. Apenas o zinco mostra uma pequena variação no teor médio das zonas carbonáticas (37 ppm) e clásticas (32 ppm), mas que não chega a ser significativa. O controle exercido pelo ambiente secundário sobre a distribuição dos elementos-traço em questão, torna-se, portanto, bastante notório, pela homogeneização que produz dos valores encontrados sobre uma e outra das sequências litológicas envolvidas, salientando-se o relevante papel desempenhado pelo pH.

Assim, todos estes resultados refletem características do ambiente secundário, denotando profundas modificações em relação ao ambiente primário. De um modo geral, os dados obtidos para sedimentos de corrente se correlacionam com os dos solos, ao passo que com os de rochas exibem uma total dissociação, comportando-se os elementos como variáveis independentes e indicando que não é apropriada a coleta deste último tipo de material junto aos sedimentos, quando se deseja basicamente controlar os resultados. Adiciona-se a isto, inclusive, o fato de que os teores médios encontrados para Pb, Zn e Cu em sedimentos e solos são extremamente semelhantes.

A configuração do comportamento do Zn exemplifica melhor o interrelacionamento entre os ambientes primário e secundário, embora os elementos Pb e Cu também o demonstrem. Alguns esclarecimentos sobre a distribuição do zinco no ambiente primário podem ser extraídos das amostras de rochas, que apresentam um teor de fundo de 6 a 15 ppm nos calcários mais puros, e no caso das margas, ar

dósias calcíferas e calcários impuros (argilosos), o conteúdo médio de zinco é igual ao das rochas pelíticas (70 ppm). Quando se leva em consideração apenas os baixos valores de Zn obtidos para as amostras de calcários mais puros, conclui-se pela existência quase que generalizada de um ambiente de sedimentação de águas pouco profundas e relativamente tranquilas. Esta característica, fornecida com precisão pela distribuição dos traços de Zn em rochas carbonáticas frescas, apenas é quebrada quando em presença de rochas mais magnesianas ou de zonas mineralizadas, como é o caso do que ocorre na porção sul da área estudada, na região que se estende de Caetanópolis a Vespasiano, passando por Sete Lagoas.

Um outro aspecto que deve ser salientado refere-se ao fato do conteúdo de chumbo em rocha ser levemente superior ao de zinco nos calcários puros, aumentando sobremaneira na região mineralizada acima referida. As ocorrências existentes na área objeto do presente trabalho, bem como algumas outras situadas no domínio do Grupo Bambuí, resultam em grande parte de remobilizações metálicas causadas pelos eventos tectônicos que se manifestaram após a sua sedimentação, acompanhadas que se encontram, entre outras feições, por conspícuas recristalizações das frações carbonáticas. Assim, a maior disponibilidade de chumbo nas rochas destas regiões, explicaria parcialmente a paragênese quartzo-plumbífera das ocorrências, ao passo que os sulfetos de zinco são praticamente desconhecidos, ao menos em termos macroscópicos.

Na passagem das rochas calcárias para o ambiente secundário, observa-se um acréscimo sensível no teor

médio dos metais, sendo este enriquecimento secundário produzido tanto pela lixiviação dos carbonatos, como também pela baixa mobilidade dos metais imposta pelo pH neutro a francamente alcalino, favorecendo posteriormente a adsorção por argilo-minerais e óxidos secundários de ferro e manganês.

Nas zonas de litologias pelíticas, o comportamento do zinco é bastante distinto do apresentado nas sequências carbonáticas, pois tem-se uma diminuição muito pronunciada dos teores médios nos sedimentos e solos em relação às rochas, como resultado da atuação dos processos intempéricos, sendo esta lixiviação e maior mobilidade do metal propiciadas, ainda, em maior ou menor grau, pela existência de um pH ácido no ambiente secundário, o que não ficou comprovado no caso dos elementos chumbo e cobre.

No intuito de verificar a estabilidade do mapa geoquímico para Pb, Zn e Cu em sedimentos de corrente, foi executado um estudo de análise de variância e que assegurou, ao nível de significância de 95%, uma boa representatividade dos dados. Pelas tabelas 2 e 3, observa-se que tanto a variabilidade introduzida pelos erros de amostragem e analíticos (2% do total), como pelos erros analíticos (em torno de 3%), são bastante baixos e permitem aceitar os dados como sendo significativos; tal como o são também as decorrentes considerações sobre a distribuição geoquímica e os parâmetros estatísticos, pois a variância "entre" os pontos de amostragem é substancialmente superior à variância "dentro" dos mesmos.

Na área trabalhada podem ser individualizadas as duas zonas portadoras de mineralizações sulfetadas: uma ao norte, bastante diminuta e aparentemente restrita a uma serra de calcários (oolíticos ou não) que se ergue acima da superfície cárstica e aplainada ao nível do rio Verde Grande, no município de Capitão Enéas, e outra no sul, abrangendo uma ampla faixa de calcários, por vezes dolomíticos, que se estende de Sete Lagoas a Lagoa Santa. Aliás, de acordo com os conhecimentos atuais, a última constitui a única região onde se fazem presentes rochas de composição dolomítica e com possíveis estruturas estromatolíticas, sobre esta parte da plataforma do rio das Velhas embasada pelo Cráton Sanfranciscano. Nas demais porções da área observam-se, também, algumas feições indicativas de um ambiente propício a encerrar mineralizações sulfetadas, como calcários pisolíticos, conglomerados, fendas de ressecamento e sedimentações em águas rasas (bordas da Bacia Bambuí), além dos citados calcários oolíticos.

Nas zonas mineralizadas, tem-se uma associação de valores anômalos de Pb, Zn e Cu, de modo que estes elementos enfatizam de uma maneira direta (anomalias significativas) ou indireta, a presença das ocorrências minerais, bem como dão uma maior segurança e aceitação dos dados e da própria sistemática adotada na prospecção geoquímica regional.

Na mineralização plumbífera da localidade de Santana, situada ao norte de Capitão Enéas, tem-se conteúdos de 75 ppm de Zn e 45 ppm de Pb quando sob a influência mais direta da dispersão que se processa a partir da ocor

rência, havendo ainda alguns valores de Zn em torno de 90 ppm. Na região de Sete Lagoas, a zona mineralizada fica bem evidenciada pelos conteúdos anômalos de Pb (45 a 270 ppm), Zn (75 a 420 ppm) e Cu (40 a 60 ppm), sendo que próximo às ocorrências sulfetadas da célula 458 (Fazenda Vargem da Pia e Lapa Rica), tem-se anomalias de Cu, Pb e Zn de 40, 70 e 100 ppm, respectivamente, e que se fazem acompanhar por resultados anômalos para P (2200 ppm) e Fe (6,5%). Esta associação do fósforo com mineralizações sulfetadas foi igualmente observada na ocorrência de São João do Ermo (Santana), sem que isto, contudo, signifique ser este um elemento farejador para tais ocorrências.

O quociente Cu:Zn, utilizado no estudo orientativo desenvolvido em Morro Agudo (Paracatú) no sentido de fornecer subsídios à caracterização de anomalias significativas, mostrou revestir-se de alguma importância quando próximo de 0,1. Na área do projeto, entretanto, os valores médios ficaram em torno de 0,5 para toda a área. Com relação às amostras portadoras de conteúdos anômalos de Zn, apenas nas células 218, 455, 460 e 472 foram observados quocientes inferiores a 0,2, pois nas demais amostras o teor de Cu acompanha o Zn, em termos proporcionais. Cabe ressaltar que na célula 472 (ponto AS-289), o quociente Cu:Zn igual a 0,11 leva a um maior interesse sobre a anomalia de Zn (140 ppm) detectada na fácies carbonática do sul da área. Isto não implica, todavia, em que as demais anomalias de Zn devam ter a sua importância diminuída com base apenas nos resultados dos quocientes, pois as observações referentes aos mesmos limitam-se à área-teste acima citada, não servindo com segurança para a formação

de decisões antecipadas, ainda mais quando estão envolvidos os dados de levantamentos regionais, como é o caso do presente estudo.

Algumas zonas sem mineralizações sulfetadas conhecidas, apresentam uma incidência bastante acentuada de anomalias de Pb, Zn e Cu, em especial na Folha Norte, salientando-se uma na sequência pelítica, a leste de Capitão Enéas (80 a 85 ppm de Zn); três outras estão relacionadas à sequência carbonática, ao norte de Montes Claros (50 a 60 ppm de Pb, 40 a 50 ppm de Cu e um máximo de 75 ppm de Zn), ao sul de Bocaiúva (50 a 100 ppm de Pb, 80 a 130 ppm de Zn e 40 a 50 ppm de Cu) e na depressão entre as serras do Cabral e do Espinhaço, com 55 a 95 ppm de Pb, 90 ppm de Zn e 40 ppm de Cu, junto a 3.000 a 6.000 ppm de F. Na Folha Sul, cabe destacar uma pequena zona anômala para Pb no domínio de rochas pelíticas e situada imediatamente ao norte de Curvelo, bem como uma outra, do mesmo metal, na borda da bacia, nos calcários das proximidades de Rodeador. Além desses valores anômalos para Pb, Zn e Cu, inúmeros outros, de maior ou menor intensidade, encontram-se dispersos por toda a área, revestindo-se porém, de menor significado devido à baixa consistência, inerente aos valores isolados.

Os sedimentos de corrente coletados em drenagens que cortam quartzitos dos Grupos Macaúbas e Espinhaço, ou mesmo quando estas são provenientes de arenitos da Formação Urucuia, exibem uma diminuição sensível no conteúdo dos metais, embora os pontos de amostragem estejam invariavelmente situados no domínio de litologias do Grupo Bambuí e quase sempre a distâncias razoáveis do contato.

Esta influência torna-se bastante evidente pela simples observação dos histogramas (bem como das curvas de frequência acumulada) construídos para as diferentes variáveis analíticas, e produziu efeitos indesejáveis a uma adequada homogeneização dos dados: diminuição do valor da média geométrica, aumento do desvio geométrico e, consequentemente, do limiar calculado numericamente, introdução de assimetrias por vezes fortemente negativas e rejeição, nos testes de distribuição (Kolmogorov-Smirnov e Chi-Quadrado), das suposições de um comportamento log-normal dos elementos. Do ponto de vista geoquímico, essas amostras, que representam cerca de 10% do total dos sedimentos e com conteúdos metálicos por vezes extremamente diluídos pelas contribuições quartzosas, não se enquadram na população típica do Grupo Bambuí, tornando-se necessário o emprego de uma avaliação gráfica para a correta definição dos limiares regionais - na sequência carbonática, os limiares de Pb, Zn e Cu são, respectivamente, 46, 79 e 35 ppm, e na sequência clástica (pelítica), os limiares são correspondentes a 45, 78 e 36 ppm. A semelhança do que acontece com relação aos teores de fundo destes elementos, também os limiares não estabelecem profundas distinções entre ambas as sequências litológicas envolvidas na amostragem. Os valores anômalos, ou seja, superiores aos limiares graficamente estabelecidos para cada um dos elementos, encontram-se na tabela 9.

A distribuição dos valores mais elevados destes elementos, por vezes dá-se isoladamente, de modo que nem sempre os teores médios computados para as células de drenagem são anômalos. Em grande parte das células consi

deradas anômalas para um ou mais elementos, observa-se, inclusive, a inexistência de quaisquer valores elevados, o que se deve ao fato dos limiares calculados para as a mostras individuais e as células serem diferentes.

Em traços gerais, a associação entre os elementos Pb, Zn e Cu na área, é bastante acentuada e traduzida pelos elevados coeficientes de correlação (tabela 5), em torno de 0,8 tanto na sequência carbonática, como na clástica. Com relação aos elementos Fe e Mn, parcialmente controladores da distribuição dos elementos-traço em questão no ambiente secundário, observa-se uma forte correlação para com o Fe (0,7 a 0,89), ao passo que com o Mn os coeficientes são mais moderados (0,57 a 0,69). Embora haja também uma boa associação entre os elementos definidores do ambiente geoquímico e os elementos-traço nas zonas portadoras de anomalias, em especial de Pb e Zn, não se pode, "a priori", excluir ou diminuir as potencialidades das mesmas. Esta associação é particularmente notável nas zonas anômalas anteriormente descritas, destacando-se ainda o fato de que em algumas regiões, como nas adjacências de Francisco Sá e Capitão Enéas (Folha Norte), os conteúdos médios de Zn são um pouco mais elevados e parecem estar condicionados à presença anômala de Mn nos sedimentos. Não se pode desprezar a possibilidade de que, em alguns casos, haja uma relação dos metais básicos como a pirita.

O mapa de intensidade magnética total, apresentado no ítem 2.5, não adiciona dados de relevância para a interpretação do comportamento dos elementos Pb, Zn e Cu em sedimentos de corrente, visto que as informações geofísicas (aeromagnetométricas) são relativas a feições

encontradas a grandes profundidades, provavelmente no em basamento do Grupo Bambuí, qual seja, o Cráton Sanfranciscano.

Por último, faz-se oportuno um confronto com os dados geoquímicos do Convênio Geofísica Brasil-Alemanha (1973 e 1975). A prospecção a nível de reconhecimento levada a efeito pelo CGBA nas regiões de Buenópolis (Folha Norte) e Curvelo (Folha Sul), diverge basicamente do estudo atual pelo teor de fundo de Zn mais baixo, ao passo que as médias geométricas obtidas para Pb e Cu foram reproduzidas com razoável aproximação. Quanto aos valores anômalos, ocorre uma total dissociação no seu posicionamento, na área de Buenópolis. Na região ao sul de Curvelo, onde o CGBA realizou duas etapas de prospecção geoquímica (reconhecimento e semi-det^{al}he), os resultados do levantamento atual indicam, com mais propriedade, tratar-se efetivamente de uma zona com poucas possibilidades de conter mineralizações, pela ausência de grandes áreas anômalas e o teor de fundo baixo, bastante distinto do encontrado em regiões com ocorrências e/ou jazimentos conhecidos.

5.4.1.2 - Fósforo e flúor

Os dados relativos à distribuição destes elementos, indicam que a intensa oxidação ocorrente de um modo geral no ambiente secundário, não introduz variações significantes quando se considera os conteúdos médios das amostras provenientes do domínio de rochas carbonáticas. Já os resultados obtidos para a sequência clástica mostram uma pequena diminuição dos teores de P, dentro dos processos de formação dos solos e sedimentos, sendo esta diferença mais acentuada no caso do F, denotando, assim, ha

ver uma maior lixiviação deste elemento devido às condições ácidas do ambiente.

Neste particular, podem ser caracterizadas duas importantes formas de ocorrência do P no ambiente secundário: precipitado ou ocluso, e adsorvido. Na primeira tem-se os fosfatos de Fe e fosfatos de Al, pouco solúveis e originados num ambiente redutor e com pH bastante inferior a 7, bem como os fosfatos mono e bicálcicos, também pouco solúveis, mas desenvolvidos sob condições alcalinas. O fósforo adsorvido por argilas, hidróxidos de Fe e de Al, e carbonato de cálcio, é uma forma disponível e assimilável por parte das plantas.

A representatividade dos dados de fósforo e flúor é satisfatória, a julgar pelos resultados da análise de variância (tabelas 2 e 3), que ainda sistematizam alguns problemas de ordem analítica para o F e uma certa inconstância na reprodução da amostragem (duplicatas de campo), com relação ao P.

O mapa de P e F em sedimentos de corrente revela, basicamente, uma boa associação das células anômalas determinadas para estes elementos e aquelas de Pb, Zn e Cu. O fósforo, inclusive, conforme já foi comentado anteriormente, apresenta uma grande incidência de células anômalas (1ª e 2ª ordens) nas duas zonas de mineralizações sulfetadas, ao norte de Capitão Enéas e na região de Sete Lagoas. Embora esta última encerre duas anomalias de fósforo em rochas calcárias (células 471 e 474), o conteúdo médio nessas rochas situa-se em torno de 550 ppm, ensejando a que se credite as concentrações anômalas em sedi

mentos e solos, com frequentes valores acima de 1.000 ppm, como sendo substancialmente um produto de enriquecimento secundário, devido à precipitação de fosfatos pouco solúveis no ambiente.

O comportamento do flúor em sedimentos mostra uma conspícua associação de valores anômalos (900 a 1.100 ppm) com a faixa pelítico-carbonática (ardósias calcíferas, margas e calcários) que se desenvolve de Engenheiro Dolabela até as cercanias de Francisco Sá, ao longo da borda leste da Bacia Bambuí. Contudo, esta configuração somente assume uma maior relevância na região compreendida entre as serras do Cabral e do Espinhaço, onde valores de 3.250 a 6.000 ppm de F em sedimentos, aparentemente derivados de um mesmo nível carbonático, são altamente contrastantes com o teor de fundo situado em torno de 400 ppm.

5.4.1.3 - Ferro e manganês

Há que distinguir, inicialmente, entre os dois objetivos básicos das análises para Fe e Mn, quais sejam, o comportamento destes elementos como eventuais definidores do ambiente geoquímico secundário, ou quando possíveis indicadores de mineralizações sulfetadas ou manganésíferas.

Embora não haja uma suficiência de dados para um confronto dos diversos tipos de materiais coletados, e assim alcançar-se uma caracterização definida das interrelações entre os ambientes primário e secundário, a comparação das concentrações médias destes metais em solos e sedimentos com os encontrados em rochas, leva a as

pectos bastante valiosos e que contribuem destacadamente na formulação de conceitos gerais sobre a atuação dos processos intempéricos e os resultados alcançados.

Para a sequência carbonática, observa-se um forte aumento (cerca de 4 vezes) do teor médio de Fe na passagem do ambiente primário (0,8%) para os solos (4%) e sedimentos (3,0%), o que evidencia a extrema influência do grau de acidez neutro a alcalino sobre a mobilidade do Fe, conduzindo invariavelmente a um notório enriquecimento secundário; é bem verdade que a lixiviação dos carbonatos, por si só, já conduz a um acréscimo razoável no conteúdo dos constituintes mais estáveis ou menos móveis, mas deve ser frisado que é diante de um pH neutro a alcalino que ocorre a formação de complexos insolúveis de Fe. Dentro dos processos pedológicos, sucede então uma precipitação dos óxidos secundários de Fe os quais, junto com os óxidos cristalinos, levam a uma substancial concentração do elemento no ambiente secundário. No caso de Mn nota-se uma atividade análoga, não obstante o enriquecimento ser bem menos sensível do que o verificado para o Fe: de 235 ppm de Mn nas rochas calcárias, tem-se um pequeno acréscimo na passagem para os solos (350 ppm) e na posterior dispersão nos sedimentos (430 ppm).

No estudo concernente à sequência clástica, assoma novamente o importante papel desempenhado pelo pH, que é francamente ácido nas zonas de domínio das rochas pelíticas. Sob estas condições há uma solubilização parcial dos compostos de Fe, de modo a manter um equilíbrio nos conteúdos em torno de 3% encontrados em um e outro ambiente. A distribuição do Mn no ambiente secundário exhibe

uma pequena diminuição do conteúdo médio em relação às amostras de rocha, mas a diferença não chega a ser marcante.

Desta maneira, o teor de fundo do Fe não varia significativamente de uma sequência litológica para outra, ao passo que o Mn apresenta uma concentração maior nas amostras coletadas sobre litologia carbonática (ver Sumário dos Estimadores, tabela 5).

O controle exercido por estes elementos prende-se ao fato de que os óxidos secundários de Fe e Mn, sempre presentes nos solos e sedimentos de corrente sob a forma de nódulos, manchas, películas e concreções ou como discretas partículas de dimensões coloidais, são fortes captadores para vários metais disponíveis nos referidos meios, pela atuação dos processos de meteorização.

Os óxidos de Mn são quimicamente mais reativos do que os de Fe, observando-se uma propriedade de captura de íons metálicos maior no caso de óxidos de Fe amorfos do que nos óxidos cristalinos. Segundo T. T. Chao e P. K. Theobald (1976), há procedimentos analíticos que permitem distinguir, dentre os resultados da prospecção geoquímica, as anomalias "falsas" ou "aparentes", não relacionadas a mineralizações, mas causadas pela ação de captura de quantidades variáveis de Fe e Mn.

Pelos dados do atual trabalho, o quadro de distribuição das anomalias de chumbo, zinco e cobre mostra que cerca de 40% dos valores elevados e com mais de 6,5% de Fe, encontram-se acompanhados por concentrações igualmente anômalas daqueles elementos, ao passo que em

apenas 15% das anomalias de Mn foram constatadas tais características. Assim, nem sempre ocorre uma dependência por parte dos elementos-traço, embora os coeficientes para os sedimentos no total da área (ver Matriz de Correlação, tabela 6) indiquem uma forte associação com o Fe. Como as análises das amostras do levantamento regional referem-se à totalidade do Fe e Mn extraíveis, torna-se difícil estabelecer uma interrelação mais evidente quando se considera os conteúdos dos elementos-traço e dos elementos maiores, destacando-se o fato de que próximo às zonas reconhecidamente mineralizadas, como em Sete Lagoas e na área-teste de Morro Agudo, os teores de Fe e Mn também sofrem substanciais aumentos.

O elemento Fe reveste-se, portanto, de grande importância no exame do ambiente secundário, mas para determinados casos se fazem necessários estudos especiais no sentido de elucidar uma possível captura de íons metálicos pelos óxidos secundários, o mesmo acontecendo com relação ao Mn.

Cabe distinguir, ainda, um outro aspecto do comportamento do Fe nos sedimentos e solos, pois este elemento pode ser indicativo de mineralizações sulfetadas, na medida em que os teores elevados constituam um reflexo da presença de pirita e/ou seus produtos secundários no ambiente.

O mapa geoquímico confeccionado para os elementos Fe e Mn em sedimentos de corrente, e cuja estabilidade ficou assegurada pelos bons resultados obtidos na análise de variância (tabelas 2 e 3), mostra uma grande co

incidência na distribuição das células anômalas de 1ª e 2ª ordem, em relação às de Pb, Zn e Cu. Isto demonstra a conveniência de trabalhos mais detalhados, que permitam averiguar a real significância destas zonas anômalas.

As ocorrências de manganês existentes na serra do Espinhaço, no sudoeste da área, foram detectadas com teores bastante expressivos (mais de 10.000 ppm de Mn) a cerca de 3 km da fonte, mantendo-se as concentrações anômalas (1.600 ppm) para bacias de captação de até 50 km². Com referência à possibilidade de novas mineralizações manganesíferas, além das já conhecidas na área, deve ser emprestada uma atenção toda especial a duas zonas fortemente anômalas e com concentrações de 1.100 a mais de 10.000 ppm de Mn, ambas na Folha Sul. A mais importante situa-se na borda da bacia Bambuí, na região de Jaboticatubas, e provavelmente se relaciona aos plainos resultantes da atuação do ciclo Velhas. Na porção meridional da serra do Cabral, próximo a Augusto de Lima, encontram-se igualmente anomalias bastante pronunciadas e que carecem de investigações mais detalhadas, uma vez que são decorrentes, com mais propriedade, de rochas do Grupo Macaúbas ou Espinhaço.

5.4.2 - Concentrados de minerais pesados

5.4.2.1 - Chumbo, zinco e cobre

Devido às características inerentes aos concentrados de bateia, que normalmente permitem apenas a verificação de uma dispersão clástica dos metais, através de análises da fração pesada, ocorre uma sensível dissociação em relação aos dados obtidos para os sedimentos de

corrente. Além disso, uma série de outros fatores concorre no sentido de adicionar uma maior complexidade à questão, salientando-se o caráter subjetivo por vezes dado ao processo de concentração do material, bem como as grandes bacias de captação abrangidas pelas amostras de concentrados.

Uma tentativa de traduzir numericamente uma possível interdependência dos valores em sedimentos e concentrados, encontra-se na correlação efetuada para as amostras de controle das células de drenagem, com os resultados obtidos para os minerais pesados. Este confronto indica uma ausência de correlação para os conteúdos de Pb e Cu nos materiais em questão, mas salienta uma correlação moderada (0,314) no caso do Zn. Como é expectável uma maior mobilidade justamente para este elemento, no ambiente secundário, conclui-se pelo caráter aleatório da análise de correlação.

Contudo, alguns aspectos da distribuição dos elementos chumbo, zinco e cobre em concentrados de bateia auxiliam na formulação de conceituações sobre o comportamento dos mesmos em sedimentos. Assim é que as médias geométricas correspondentes aos concentrados são significativamente superiores às computadas para os sedimentos, em especial a do Pb, o que deixa entrever a possibilidade de uma dispersão clástica parcial, caso os acréscimos nos conteúdos não sejam relacionados a fenômenos de adsorção pelos óxidos de Fe, que constituem cerca de 50% (ou mais) do material recuperado.

O "background" encontrado na sequência carbo

nática, é muito semelhante ao definido para cada elemento no domínio de rochas pelíticas (ver Sumário dos Estimados, tabela 5) e os histogramas e testes de distribuição (Kolmogorov-Smirnov) apontam no sentido de um comportamento log-normal dos elementos.

Quanto às zonas mineralizadas, na região de Sete Lagoas foi detectada uma anomalia de cobre (200 ppm), acompanhada de valores intermediários de Pb (500 ppm) e Zn (230 a 340 ppm), mas que não chegam a constituir uma indicação mais precisa da presença de ocorrências sulfetadas. Na região da mineralização plumbífera situada ao norte de Capitão Enéas, as más condições da drenagem local são ainda mais acentuadas do que em Sete Lagoas, não propiciando, desta maneira, a detecção de quaisquer valores mais significativos.

O exame das principais anomalias de chumbo, zinco e ouro, revela que o conteúdo metálico é inversamente proporcional à correspondente quantidade (peso) do material concentrado, pois esta é quase sempre inferior a 5 gramas nas amostras anômalas em questão. Assim, estes dados devem ser encarados com alguma reserva, pois talvez resultem de erros analíticos (determinações espectrográficas para Pb, pequena quantidade de material analisado, etc), além do fato de que a própria reprodutividade dos resultados da amostragem não foi testada.

Uma vez que não é admitida, normalmente, uma proporcionalidade direta entre os conteúdos de óxidos de Fe e Mn e os de metais-traço em concentrados de bateia, bem como é de se supor uma dispersão clástica para os me

tais contidos na fração pesada recuperada, seria aconselhável o emprego de técnicas analíticas e estatísticas adicionais. A utilização, por exemplo, de frações não magnéticas e/ou de quocientes metal:peso do concentrado, levaria, sem dúvida alguma, a profundas modificações no panorama da distribuição geoquímica e auxiliaria na seleção dos valores anômalos mais importantes. Estaria eliminado, desta maneira, o indesejável efeito de diluição introduzido pelo "excesso" de minerais de Fe, Ti, etc, nas amostras portadoras de uma fração pesada expressiva. O aspecto prático de uma sistemática como a dos quocientes, pode ser facilmente visualizado nos dados relativos à região de Sete Lagoas: os valores intermediários de Pb e Zn, acima referidos, se revestem então de um novo significado, no sentido de se identificarem melhor e mesmo detectar a presença dessa zona mineralizada.

5.4.2.2 - Berílio, ouro e fósforo

Dentre os resultados obtidos para estes elementos, apenas os concernentes ao ouro apresentam alguma importância quanto a uma interpretação ambiental e se inserem num quadro de possibilidades geo-econômicas bastante mais promissor. As frequentes anomalias de ouro detectadas no domínio do Grupo Bambuí constituem um reflexo dos intensos processos de remobilização que se desenvolveram em íntima associação com os eventos tectônicos pós-sedimentares. Alguns dos valores anômalos parecem estar claramente relacionados às contribuições de litologias quartzíticas dos Grupos Espinhaço e Macaúbas, sempre que as mesmas ocorrem dentro das bacias de captação dos pontos de amostragem. Todavia, a maior incidência de anomalias dá-

se nos níveis carbonáticos do sul da área trabalhada, na região de Sete Lagoas, numa provável correlação com as mineralizações sulfetadas, e estão acompanhadas por anomalias de prata (1 a 5 ppm). Uma outra zona com elevados conteúdos auríferos nos concentrados, situa-se entre Jequitibá e Santana de Pirapama, onde ardósias da sequência clástica estão intensamente recortadas por veios de quartzo. De um modo geral, todas estas concentrações anômalas de ouro são altamente contrastantes com o teor médio de 0,04 ppm.

O "background" determinado para Be, Au e P em concentrados de bateia da sequência carbonática é essencialmente o mesmo definido nos lutitos, o que também se verifica no caso dos limiares estimados numericamente ou graficamente para estes elementos.

Os dados de berílio mostram-se irrelevantes para considerações mais detalhadas, destacando-se uma desvinculação quase que sistemática dos seus valores mais elevados (5 a 50 ppm) em relação às anomalias dos demais elementos analisados.

No tocante ao fósforo, o conteúdo médio encontrado nas frações pesadas dos concentrados, é cerca de 5 vezes superior ao dos sedimentos de corrente, e evidencia a presença de minerais de fósforo, como os resistatos monazita e xenotima, e/ou de fósforo adsorvido em hidróxidos de Fe. Esta última possibilidade parece ser a mais lógica, pelo menos se configura mais adequada para explicar os elevados níveis de concentração de fósforo (em torno de 4.000 ppm) observados na região de Sete Lagoas e igualmente detectados nos solos e sedimentos.

6 - DISCUSSÃO DAS ANOMALIAS

6.1 - Sedimentos de corrente em sequência carbonática

6.1.1 - Células anômalas

6.1.1.1 - Chumbo, zinco e cobre

Célula 27

Esta célula encontra-se situada no extremo norte da área trabalhada, e enquadra-se, ainda, no âmbito da região mineralizada de São João do Ermo, embora não tenha sido observada a presença de calcários oolíticos e/ou pisolíticos. A anomalia de 1ª ordem para Pb deve-se à detecção de resultados fracamente anômalos (55 a 60 ppm) e muito próximos ao limiar estimado para este elemento, o mesmo acontecendo em relação ao zinco, que exhibe um único valor anômalo de 80 ppm.

A causa mais provável da elevação dos teores de Pb e Zn reside no pH neutro a alcalino, que propiciou a precipitação dos metais no solo e levou a uma concentração residual. Cabe salientar também uma possível dependência para com os óxidos de Mn, elemento que apresenta valores relativamente elevados (940 a 1300 ppm) nas amostras anômalas para Pb e Zn.

Com relação ao Pb, faz-se necessária uma reanálise das amostras, devido à interferência causada pela falta do corretor de deutério na aparelhagem de absorção atômica, à época das análises de rotina destes sedimentos

Células 283, 290 e 297

Estão localizadas na faixa de calcários que

bordeja a serra do Espinhaço, na região de S. Hipólito e Rodeador, numa posição marginal dentro da bacia de sedimentação Bambuí. Os conteúdos anômalos de Pb em sedimentos variam de 55 a 100 ppm, e se fazem acompanhar de uma anomalia fraca de cobre (40 ppm), ao passo que o zinco se mantém ao nível do "background" regional.

A existência de um ambiente favorável e de um pH neutro a fracamente ácido nos sedimentos, bem como os baixos níveis de concentração de Fe e Mn, indicam a necessidade de estudos mais detalhados na região, em especial na circunvizinhança do ponto VP-183 (célula 290). É bastante plausível supor-se que as intensas manifestações tectônicas na borda da bacia, tenham propiciado remobilizações metálicas expressivas.

Células 451, 458, 459 e 460

As anomalias de 1ª ordem determinadas para Zn e Cu nestas células, ressaltam sobremaneira a zona mineralizada que se inscreve no domínio dos calcários e calcários dolomíticos da região de Sete Lagoas, onde as litologias Bambuí assentam diretamente sobre gnaisses do Complexo Basal.

As amostras de sedimentos de corrente apresentam valores elevados para Cu (40 a 60 ppm), Pb (70 ppm) e Zn (85 a 420 ppm) e alguns dos pontos (AS-141 e AS-145) encontram-se sob a influência das ocorrências plumbíferas da Fazenda Vargem da Pia. Contudo, as pequenas dimensões conhecidas dessas ocorrências e em especial a própria intensidade dos conteúdos metálicos, são, de certa forma, reveladoras ou de halos de outras mineralizações, ou de

fenômenos de captura pelos óxidos secundários de Fe e Mn, o que leva, invariavelmente, à exigência de trabalhos complementares.

6.1.1.2 - Fósforo e flúor

Célula 117

Os calcários, margas e ardósias calcíferas que ocupam uma estreita faixa na borda oriental do Grupo Bambuí, ao sul da localidade de Francisco Sá, caracterizam-se por encerrar teores relativamente elevados de flúor. O material proveniente da meteorização dessas rochas e posteriormente carregado para a rede de drenagem, mantém o nível da concentração primária, diante da vigência de um pH neutro a alcalino. Assim, o conteúdo médio da célula (785 ppm de F) e particularmente o observado no ponto CH-261 (1000 ppm), constituem com mais propriedade um reflexo do "background" mais elevado para o F nesta porção da sequência carbonática, sendo irrelevante para estudos mais detalhados.

Célula 133

Situa-se ao sul de Juramento e o condicionamento geológico, tanto das feições litológicas, quanto do ambiente secundário, é análogo ao descrito para a célula 117, salientando-se um pH ainda mais alcalino e em torno de 8,1. Apesar da incidência, em três pontos, de teores discretamente anômalos para F (1000 ppm), esta célula é destituída de um maior significado geo-econômico.

Células 454, 458, 459, 460, 467 e 474

Este grupamento de células anômalas para fós

foro distribui-se pelos municípios de Sete Lagoas a Vespasiano, identificando-se com a sequência carbonática da Formação Paraopeba, que mostra uma predominância de calcários carbonosos de cor cinza-escura, com fraturas preenchidas por calcita recristalizada e frequentes intercalações de rochas ardósianas. A drenagem é em grande parte intermitente (relevo cárstico) e a meteorização dos calcários deu origem a um solo avermelhado e bem desenvolvido.

Ainda que os resultados anômalos (1300 a 2700 ppm) em sedimentos sejam altamente contrastantes com o teor de fundo em torno de 400 ppm, a comparação com os dados de solos e rochas confirmam processos generalizados de enriquecimento do fósforo no ambiente secundário, de modo que as referidas anomalias não se encontram vinculadas, necessariamente, a depósitos fosfatados. O conteúdo de fósforo em solos atinge até 5000 ppm (célula 454), mas normalmente situa-se abaixo de 1200 ppm, na região, ao passo que nas amostras de rochas carbonáticas dessas células, o conteúdo médio é de 650 ppm, só amplamente ultrapassado nas células 471 (2200 ppm) e 474 (1200 ppm).

Por último, além dessa caracterização de uma população de valores configurando um "background" local mais elevado, destaca-se ainda o fato de que o valor máximo de fósforo em sedimentos relaciona-se à mineralização da Fazenda Vargem da Pia, entre as células 458 e 460. Neste ponto (AS-145) foi detectado, inclusive, um dos mais altos teores de flúor (2250 ppm) em sequência carbonática, o que deixa explícita, junto com as anomalias de Pb, Zn e Cu, a importância da execução de trabalhos de continuidade, no sentido de se poder melhor avaliar as potencialida

des econômicas do ambiente.

6.1.1.3 - Ferro e manganês

Célula 9

Esta célula situa-se a SW da localidade de Aparecida do Mundo Novo, abrangendo a porção média da bacia do rio Canabrava. As litologias compreendem, basicamente, um espesso pacote de calcários da Formação Paraopeba, nos quais se encontram intercaladas, em caráter subordinado, rochas de natureza pelítica. Os interflúvios da região exibem frequentes e relativamente extensos remanescentes da Superfície Sul-Americana, a cotas em torno de 900 metros, e estes plainos contrastam em muito com o relevo alcantilado que se desenvolveu após o referido ciclo.

As concentrações de manganês, relativamente elevadas em termos médios (950 ppm), devem ter a sua origem parcialmente ligada aos aplainamentos presentes nas cabeceiras dos drenos e, por outro lado, o ambiente oxidante e o pH próximo à neutralidade indicam condições favoráveis à precipitação de óxidos de manganês.

Desta forma, os resultados não se revestem de um maior significado geoquímico.

Células 27 e 50

Encontram-se localizadas ao norte de Capitão Enéas, guardando entre si características semelhantes, como o relevo aplainado (500 a 600 m de altitude) e cárstico, resultante de prolongados processos erosivos, seguidos de intensa meteorização das rochas carbonáticas.

Os espessos solos desta região apresentam um

grau de acidez alcalino, favorecendo, assim, o enriquecimento secundário em manganês, cuja dispersão nos sedimentos dá-se de uma maneira bastante homogênea, com valores oscilando em torno de 1000 ppm, abaixo do limiar computado para este elemento na sequência carbonática. Torna-se óbvio, pelo exposto, que os resultados alcançados não se relacionam com jazimentos manganésíferos.

Célula 179

A região ao sul e a leste de Bocaiúva, onde esta célula se insere, distingue-se por possuir quantidades muito elevadas de ferro nos sedimentos, principalmente naqueles coletados sobre rochas de natureza pelítica. Os teores de ferro na sequência carbonática dão-se a nível de "background", variando de 3,6 a 6%, ao passo que os sedimentos da sequência clástica apresentam elevadas concentrações (6,8 a mais de 10%), resultando um conteúdo médio de 6,3% de Fe na célula em questão. A causa maior desse acréscimo reside, sem dúvida alguma, no pH alcalino predominante no ambiente secundário, com valores variáveis em torno de 8, o que conduziu à abundante precipitação de óxidos e hidróxidos de Fe nos solos e sedimentos.

Em estreita associação com os altos valores de Fe, ocorrem também concentrações relativamente elevadas de Cu (35 ppm) e Zn (75 a 90), concluindo-se pela provável captura dos metais-traço por parte dos minerais secundários de ferro.

Células 460 e 462

Na sequência carbonática que se desenvolve a NNE de Matozinhos, foram coletadas amostras de sedimento

que revelaram conteúdos anômalos para manganês (1700 a 3300 ppm), um dos quais se relaciona à zona das mineralizações plumbíferas da Fazenda Vargem da Pia (ponto AS-145, com 3100 ppm). Os resultados obtidos para os sedimentos guardam uma grande semelhança com os de solos, ambos indicando um enriquecimento secundário de Mn, determinado mormente pelo relevo aplainado, mas que não leva, forçosamente, à formação de depósitos minerais.

Célula 469

Situada na parte norte do município de Lagoa Santa, esta célula apresentou um teor médio relativamente elevado (5,4%) para Fe, sem acusar, contudo, valores individuais acima do limiar estimado para os sedimentos da sequência carbonática. Os conteúdos de Fe variam de 4,3 a 6,0% e se encontram em consonância com os dados das medições de pH dos sedimentos, que se revelou ácido (5,6). Os demais elementos também se mantêm com concentrações ao nível das respectivas populações de "background".

6.1.2 - Anomalias individuais

6.1.2.1 - Chumbo, zinco e cobre

Amostras CH-306, CH-470, CH-472, CH-788, CH-789, CH-790, CH-884, CH-885, CH-886, CH-958 e JJ-656.

Estas amostras foram coletadas nas células 15, 16, 75, 81, 87, 88 e 90, que se situam na sequência carbonática a oeste e norte de Montes Claros. Os calcários desta região formam um espesso pacote, admitindo frequentes intercalações de rochas ardosianas e vários horizontes conglomeráticos. Os valores detectados são fracamente anômalos para Pb (50 a 60 ppm) e Cu (40 a 50 ppm), salien

tando-se que a maior parte dos resultados para Pb apresenta interferência analítica, o que os destitui de um maior interesse. Apenas esporadicamente há uma coincidência das anomalias individuais com células anômalas de 2ª ordem. Os conteúdos de zinco mantêm-se, de modo geral, um pouco acima do teor de fundo, e o pH é neutro a fortemente alcalino. A amostra CH-886 (50 ppm de Cu), na célula 88, apresenta uma certa importância, pois o conteúdo anômalo no sedimento foi confirmado no concentrado de bateia.

Amostras CH-379, CH-501, CH-557, CH-559, CH-564, CH-567, CH-568 e CH-576.

Estão localizadas nas células 28, 29, 46, 47, 49 e 50, nas adjacências da localidade de Santana, ao norte de Capitão Enéas, onde ocorrem calcários, por vezes oolíticos a pisolíticos, preservados sob a forma de um relevo montanhoso (serras Malhada Real e do Sabonete) acima da superfície aplainada do rio das Velhas.

Os teores anômalos de Pb em sedimentos são variáveis de 50 a 55 ppm, alguns dos quais com interferência analítica, e os valores mais expressivos de Zn, em quatro desses pontos, alcançam 80 a 100 ppm. Já os conteúdos de cobre correspondem à população de "background", mas acima do teor médio regional.

Na célula 47 (ponto CH-378) foram observadas concentrações muito próximas ao limiar, tanto para o Pb (45 ppm), como para o Zn (75 ppm), estando o referido ponto sob influência da pequena mineralização plumbífera da Fazenda Aprazível. No ponto CH-379, da mesma célula, tem-se uma anomalia discreta de Zn (90 ppm), ainda no ambien

te de calcários oolíticos.

Devido ao condicionamento favorável desta região, quanto à possibilidade de conter ocorrências minerais mais expressivas que a encontrada, sugere-se que a mesma seja objeto de levantamentos mais detalhados.

Amostras CH-261, CH-701, CH-707, CH-708, CH-722, CH-724, CH-752, CH-754 e CH-755.

Estas amostras são fracamente anômalas para zinco, com teores de 80 a 95 ppm, e localizam-se na sequência carbonática das células 117, 127, 129, 130, 131 e 136, no limite leste do Grupo Bambuí, entre as localidades de Guaraciama e Francisco Sá. As litologias predominantes são margas, ardósias calcíferas e calcários, cujo conteúdo normal de zinco em rocha é bastante elevado (40 a 70 ppm) quando confrontado com os demais dados obtidos para este elemento na sequência carbonática. O grau de acidez francamente alcalino (7,7 a 8,8) favorece a precipitação do metal no ambiente e a sua retenção pelos óxidos secundários de Fe e Mn e nas argilas. Assim, o significado geoquímico único destas anomalias reside na configuração de uma zona com "background" de zinco mais elevado, num processo controlado basicamente pela litologia e o pH, sem a concorrência de processos mineralizantes.

No que diz respeito ao calcário, dois aspectos aqui devem ser considerados. Em primeiro lugar, o significativo aumento do "background" de Zn nesta rocha, pode ser indicativo de fácies propícias a conterem mineralizações, revelando que, durante a deposição, os sedimentos já apresentavam um enriquecimento neste metal. Tal fato é

comprovado na região de Vazante, onde os calcários apresentam elevado "background" para o Zn, o que, regionalmente, pode ser considerado como uma anomalia. Um segundo aspecto refere-se às concentrações nos sedimentos e solos, que seriam de se esperar mais elevadas do que nas rochas originais, tendo em vista as condições alcalinas reinantes (em torno de 8), favoráveis à precipitação do metal e sua retenção nas argilas e óxidos de Fe e Mn, também presentes em quantidades apreciáveis. Isto não se verifica localmente, pois os teores nestes materiais são similares àqueles encontrados na própria rocha calcária. De qualquer modo, as variações do "background" regional devem ser consideradas como um resultado bastante positivo na localização de zonas de maior potencial mineral.

Amostra JJ-218

A célula 155, onde esta amostra foi coletada, situa-se imediatamente a NE de Claro dos Poções, e é anômala de 2ª ordem para cobre. O conteúdo pouco elevado de Cu (40 ppm) faz-se acompanhar de outros pontos com 35 ppm, também muito próximos, portanto, do limiar deste metal. O baixo contraste anomalia/"background" e uma possível adsorção do cobre pelos minerais secundários de Fe e Mn, levam a não se aconselhar a referida célula para estudos mais detalhados.

Amostra JJ-493

O valor fracamente anômalo de cobre (40 ppm) em sedimentos da sequência carbonática, ao sul de Bocaiúva (célula 190), parece estar relacionado exclusivamente ao pH alcalino (8,3) e aos teores anômalos de Fe e Mn. To

davia, esta amostra insere-se no contexto de uma zona nitidamente anômala para diversos elementos, entre eles o cobre, chumbo e zinco, e a suposta adsorção nos óxidos dos elementos maiores pode indicar também uma maior disponibilidade de cobre no ambiente. As recomendações são, portanto, no sentido de um estudo mais global, e não adstrito à bacia de captação deste ponto.

Amostra JJ-311

Situada na célula 244, a leste de Buenópolis, a fraca anomalia de cobre (40 ppm) deste ponto faz-se a acompanhar por conteúdos relativamente elevados de Pb (45 ppm) e Zn (75 ppm), ambos próximos dos respectivos limites regionais. O pH próximo à neutralidade sugere a coprecipitação e adsorção dos metais nos óxidos secundários de Fe, presentes na amostra em quantidade superior a 10 %, donde a sua classificação como provável falsa anomalia. Por outro lado, como este ponto dá-se em continuidade a um horizonte estratigráfico portador de anomalias de Pb, Zn e F (células 245 e 246), decorre uma necessidade de levantamentos mais detalhados.

Amostras JJ-253, VP-85 e VP-158

Estão localizadas a N e NE de Santo Hipólito, nas células 256, 282 e 288, respectivamente. As anomalias individuais de Pb (55 a 65 ppm) e Cu (40 ppm) ocorrem em sedimentos da sequência carbonática, em parte limítrofe com as rochas do Grupo Macaúbas, e em meio a células anômalas de 1ª ordem para Pb. Assim, em aditamento à prospecção regional, poderiam ser executados outros trabalhos para averiguar a real significância dessas anomalias, ainda

mais que a influência dos elementos secundários não é marcante: o pH é ácido, o Mn está presente em concentrações de 1000 ppm ou menos e o Fe só apresenta um conteúdo muito elevado no ponto VP-85 (8,0 %).

Amostras VP-365, VP-369, VP-370, VP-394 e VP-557.

As células 400, 401 e 402 encontram-se nas vizinhanças da localidade de Presidente Juscelino e apresentam concentrações fracamente anômalas de Pb (50 a 80 ppm), sendo que o valor máximo de Pb parece estar condicionado aos conteúdos igualmente anômalos de Fe (7,8 %) e Mn (3000 ppm), ou seja, adsorvido nos óxidos secundários dos elementos definidores. Embora o zinco esteja presente apenas com teores intermediários à média geométrica e o limiar, os valores de chumbo destas células da sequência carbonática poderiam ser objeto de futuras investigações.

Amostras AS-14, AS-15, AS-36, AS-55, AS-101, AS-128, AS-132, AS-185, AS-251, AS-289, AS-284 e AS-443.

Estas amostras foram coletadas nas células 440, 452, 454, 455, 461, 462, 472 e 473, situadas na região que se estende de Sete Lagoas, para além de Vespasiano e em íntima associação com um grupamento de células anômalas de 1ª ordem para os elementos zinco e cobre.

Os resultados para Pb revelam anomalias de 50 a 270 ppm, para cobre tem-se 40 a 50 ppm, e no caso do zinco há uma grande incidência de valores variáveis entre 80 a 160 ppm. Cabe destacar, ainda, o pequeno grau de dependência destes metais-traço para com os elementos ferro e manganês, pois somente em algumas poucas amostras foi

observada uma substancial elevação nos teores destes últimos. Desta forma, as anomalias de Pb, Zn e Cu dão uma ênfase toda especial à zona mineralizada da região de Sete Lagoas, e, junto com as células anômalas de 1ª ordem, acima citadas, indicam a necessidade de estudos mais detalhados para investigar o seu significado geoquímico, uma vez que o ambiente apresenta características as mais promissoras, como calcários dolomíticos, estruturas estromatolíticas, etc.

Amostras JJ-721 e JJ-722

Estão compreendidas nas células 503 e 507, ao norte de Joaquim Felício, e se inserem na sequência carbonática que constitui parte da aba oeste de uma grande estrutura sinclinal.

As anomalias de Pb detectadas na região em apreço, com 50 e 65 ppm, são de baixo contraste e carecem, principalmente, de uma reanálise, para eliminar os efeitos de uma interferência verificada quando das análises de rotina.

Ainda que estas amostras ocorram em células contíguas a outras anômalas de 1ª ordem para Pb, Zn e Cu (células 238, 246, 500 e 506), são irrelevantes para trabalhos que envolvam estudos de maior detalhe.

6.1.2.2 - Fósforo e flúor

Amostras CH-394, CH-453 e CH-454

Estas amostras apresentam-se anômalas exclusivamente para o flúor, elemento que alcança 1100 a 1800 ppm nas mesmas, e as células 15 e 19, às quais pertencem,

exibem espessos pacotes de calcários cinza-escuros e re cortados por veios de calcita; na região de Santa Rosa de Lima ocorrem, ainda, frequentes intercalações de rochas conglomeráticas e zonas densamente fraturadas. O ambiente favorável e o contraste anomalia/"background" relativamente elevado, conduzem à proposição de uma continuidade da prospecção geoquímica nos locais em apreço. Estas assertivas são confirmadas por uma amostra de solo (célula 15) com conteúdo elevado de flúor (1400 ppm).

Amostras CH-343, CH-379, CH-562 e CH-567

Foram coletadas, respectivamente, nas células 29, 47, 51 e 46, ao norte de Capitão Enéas, e que são anômalas de 2ª ordem para flúor e fósforo.

A distribuição das anomalias individuais de fósforo (1300 a 1500 ppm) dá-se preferencialmente junto a valores elevados de zinco, de modo a ressaltar, inclusive, a zona mineralizada de São João do Ermo, onde a ambiência indica grandes probabilidades quanto à existência de outros depósitos minerais. A anomalia de flúor (1100 ppm) do ponto CH-343 também deve ser vista sob esta ótica, pois que isoladamente destitui-se de uma maior importância.

Amostra CH-790

Localiza-se na célula 81, nas proximidades de Miralta, município de Montes Claros, e a fraca anomalia de flúor (1000 ppm) detectada neste ponto constitui, mais provavelmente, uma flutuação da população de "background"; adiciona-se, ainda, que o pH fortemente alcalino (8,1) pode ter propiciado o acréscimo considerável no conteúdo de flúor dentro do ambiente secundário.

Amostra CH-265

O resultado de 1000 ppm de flúor alcançado para esta amostra, na célula 120, entre Juramento e Francisco Sá, deve ser encarado, com mais propriedade, como sendo um reflexo de um "background" localmente mais elevado. Na verdade, este é o quadro encontrado para grande parte desta faixa de margas situada na borda da bacia Bambuí, e onde os dados do levantamento regional não deixam entrever maiores possibilidades de êxito quanto à descoberta de mineralizações expressivas.

Amostras JJ-434 e JJ-495

As células 183 e 190, onde estas amostras foram coletadas, inserem-se num grande bloco de células anômalas de 1ª ordem para fósforo e flúor, ao sul de Bocaiúva. Apesar da baixa intensidade das anomalias de flúor (1000 a 1100 ppm) detectadas na sequência carbonática, na célula 183 há uma associação com uma anomalia de zinco, dando, assim, um maior peso às programações que objetivam o detalhamento da região.

Amostras VP-87, VP-174, VP-216, VP-219 e VP-366

Os valores anômalos de flúor, presente com 1000 a 1300 ppm nestas amostras das células 283, 295, 298 e 400, encontram-se espalhados pela sequência carbonática da borda leste da bacia Bambuí, entre os municípios de Santo Hipólito e Presidente Juscelino. Como estas anomalias são de baixo contraste com relação ao "background" e dão-se de uma maneira isolada, ou seja, exclusivamente para flúor, não despertam um maior interesse.

Amostras AS-13, AS-36, AS-90, AS-283, AS-288, AS-289, AS-299, AS-309, AS-314, AS-331 e AS-334

Estas amostras foram coletadas na sequência carbonática do sul da área, de Sete Lagoas a Lagoa Santa, e a importância das anomalias de flúor (1000 a 1200 ppm) e de fósforo (1300 a 2500 ppm) reside quase que exclusivamente no fato de se localizarem em meio a uma região portadora de mineralizações sulfetadas. Embora a maior parte das anomalias tenha um caráter isolado, observa-se, por outro lado, ocasionais associações com anomalias de zinco e cobre, de modo a ratificar a necessidade de estudos mais conclusivos para a área que as comporta.

6.1.2.3 - Ferro e manganês

Amostra CH-294

Foi coletada na célula 17, a NE de Santa Rosa de Lima, e a anomalia de manganês (1900 ppm), ainda que relativamente forte, deve estar condicionada à presença dos pequenos aplainamentos remanescentes na serra de Santa Rosa, bem como ao domínio de um pH neutro (6,9) no ambiente, o que a isenta de uma maior significância.

Amostra CH-555

Encontra-se localizada na célula 45, a SW de Caçarema, sendo a região constituída de calcários com uma topografia bastante suavizada. O relevo e o pH fracamente alcalino (7,4) devem representar as principais causas do enriquecimento secundário de Mn, presente com um conteúdo de 2000 ppm, mas que provavelmente não se relaciona a um depósito mineral na região.

Amostra JJ-657

O elevado conteúdo de Fe (7,2 %) detectado nesta amostra da célula 75, a oeste de Vila Nova (município de Montes Claros), deve ser, igualmente, um reflexo da concentração residual que se produziu em função do relevo aplainado da região, não tendo um significado geoquímico especial, nem mesmo no sentido de influenciar a distribuição dos demais metais (elementos menores).

Amostras CH-814 e CH-885

Estão situadas nas células 90 e 91, na sequência de rochas calcárias da Formação Paraopeba, que se desenvolvem imediatamente a W e SW de Montes Claros. Os teores relativamente elevados de Fe (7,0 a 7,2 %) derivam, sobretudo, da existência de um grau de acidez neutro a alcalino nesta parte da sequência carbonática, o que propiciou a sua precipitação e retenção no ambiente secundário. O único interesse geoquímico reside no fato de que, aparentemente, a distribuição do Fe nos sedimentos regula os níveis de concentração dos metais Cu (anômalo no ponto CH-885), Pb e Zn.

Amostra CH-693

O pH francamente alcalino e igual a 8,1, tende a explicar a existência anômala de manganês nos sedimentos derivados de margas, a SW de Juramento (célula 129). Assim, o conteúdo de 1800 ppm de Mn, presente sob a forma de nódulos, etc, provavelmente não se relaciona a depósitos deste elemento, e deve ser desprezado para efeito de considerações mais profundas.

Amostra JJ-493

Esta amostra foi coletada sobre os calcários da célula 190, ao sul de Bocaiúva, e resultou anômala para Fe (6,9 %) e Mn (1900 ppm). A anomalia dá-se em continuidade a um grande número de outras, que por sua vez definiram um bloco de células anômalas de 1ª ordem para estes elementos. A causa da concentração de Fe e Mn nos sedimentos decorre do pH alcalino (8,3), que inclusive levou à coprecipitação de metais-traço, conforme o atesta a anomalia de 40 ppm de Cu na amostra em questão. Desta maneira, a importância das anomalias jaz apenas no que diz respeito ao controle do meio amostrado, se bem que parte do Fe possa estar relacionado à ocorrência de pirita nos calcários.

Amostras JJ-305 e JJ-311

As anomalias de Fe destas amostras, com 6,8 e mais de 10 %, respectivamente, traduzem, com mais acerto, a regência de um pH alcalino no ambiente secundário. No caso da amostra JJ-311, há uma coincidência com valores relativamente elevados dos elementos Cu (anômalo), Pb e Zn, feição esta que pode ser indicativa de processos mineralizantes nos calcários da célula 244, a leste de Buenópolis. Esta célula é praticamente contígua a outras anômalas de 1ª ordem para Pb, Zn, F e Fe, e o alto conteúdo de Fe talvez resulte da abundante presença de pirita na área, o que conduz à necessidade de trabalhos mais específicos e voltados para uma mais correta e decisiva avaliação das suas potencialidades econômicas.

Amostras VP-85 e VP-91

Localizam-se nas células 282 e 283, a última das quais é anômala de 1ª ordem para o elemento Pb. Os teores de Fe são relativamente elevados, com 8,0 e 7,7%, respectivamente, e resultam do enriquecimento secundário que se produz no ambiente carbonático, em meio aos calcários da região ao norte de S. Hipólito. O aspecto mais importante a ser ressaltado quanto à distribuição anômala do Fe nestas amostras, refere-se à associação com valores igualmente anômalos para Pb e Cu. Em decorrência disto, surge, então, a necessidade de uma caracterização, analiticamente, dos minerais de Fe, ou seja, se são óxidos amorfos ou cristalinos, para que se possa interpretar com mais segurança o seu significado geoquímico.

Amostra VP-365

Esta amostra é anômala para Fe (7,8%) e Mn (3000 ppm) e situa-se na célula 400, a NW de Presidente Juscelino, na sequência carbonática (Formação Paraopeba) marginal em relação à serra do Espinhaço. Como a amostra é de "controle" da célula e os conteúdos anômalos não se reproduzem nos pontos dispostos mais à montante, conclui-se pela atuação de processos locais na concentração dos elementos maiores, por exemplo, a própria dinâmica da água. Contudo, a aparente interrelação com uma anomalia de Pb (80 ppm) é também digna de nota, havendo a necessidade de estudos mais detalhados para verificar o grau de dependência deste elemento em relação ao Fe e Mn.

Amostras AS-10, AS-99, AS-174, AS-280, AS-283, AS-284, AS-297, AS-300, AS-312, AS-313, AS-314, AS-

320, AS-331 e AS-443

Todas estas amostras são pertinentes à sequência da região mineralizada de Sete Lagoas, e revelam conteúdos anômalos para Fe (6,8 a 8,8 %) e Mn (1800 a 6300 ppm) nas células 454, 455, 463, 465, 467, 468, 471 e 473. As anomalias de Fe e Mn derivam de fenômenos de enriquecimento secundário, os quais são propiciados, principalmente, pelo relevo suavizado da região, visto que se dão tanto sob condições de um grau de acidez alcalino, como ácido. Uma particularidade destas anomalias relaciona-se à dissociação, bastante evidente, para com os valores anômalos de metais-traço, em especial o Pb e o Zn; isto implica, por outro lado, na constatação de que não há uma regra que permita, "a priori", classificar as anomalias destes últimos como sendo falsas ou não significativas, apenas com base nos elevados conteúdos dos elementos maiores.

6.2 - Sedimentos de corrente em sequência clástica

6.2.1 - Células anômalas

6.2.1.1 - Chumbo, zinco e cobre

Células 37, 40, 54, 55, 114 e 119

As anomalias de 1ª ordem determinadas para as células em questão, realçam a existência de um "background" localmente mais elevado para os elementos chumbo e zinco, na região de Capitão Enéas e Francisco Sá. Esta assertiva é corroborada pelo fato de que em somente três células (54, 55 e 119) tem-se anomalias individuais de zinco (80 a 85 ppm), fracamente contrastantes com o teor médio regional, igual a 32 ppm na sequência clástica. A distribuição do chumbo identifica-se perfeitamente com a

população de fundo. Apesar de algumas passagens das rochas ardosianas para outras carbonáticas, como no morro São João, ao sul de Capitão Enéas (célula 37), e na porção meridional da célula 119, não há quaisquer indícios da presença de mineralizações plumbo-zincíferas expressivas nesta região, o que leva a classificá-la como irrelevante para estudos mais detalhados.

Célula 156

Esta célula está localizada a NE de Claro dos Poções e revelou-se anômala para zinco e chumbo, embora para este último elemento só tenham sido caracterizados valores de, no máximo, 40 ppm, um pouco abaixo, portanto, do limiar regional. As anomalias de zinco (90 ppm) ocorrem em drenagens que cortam exclusivamente rochas ardosianas, e parecem estar relacionadas a conteúdos bastante elevados de Fe (7,0 a 8,5 %) nos sedimentos, fatores estes que as destituem de uma maior importância. O cobre apresenta concentrações em torno do limiar e aparentemente controladas pelos mesmos aspectos acima expostos para o zinco.

Células 182, 183, 186, 187, 218 e 219

Este grupamento de células anômalas para zinco, chumbo e cobre encontra-se situado na região de Bocaiúva, onde ardósias da Formação Paraopeba exibem frequentes intercalações, de maior ou menor expressão, de calcários e margas da sequência carbonática.

Para este conjunto podem ser individualizados, de início, dois comportamentos muito distintos, em função do ambiente geoquímico e das características lito

lógico-topográficas. Nas células 182, 183, 186 e 187, onde o relevo, via de regra, é montanhoso e o pH mostra-se neutro a alcalino (6,5 a 8,8), tem-se uma grande incidência de amostras anômalas em zinco (80 a 110 ppm), secundado pelo cobre (40 a 50 ppm) e o chumbo (50 a 60 ppm). A íntima associação observada nestas amostras, para com teores igualmente anômalos de Fe (até mais de 10 %) e Mn, sugere a adsorção dos metais-traço em óxidos secundários daqueles elementos.

No caso das células 218 e 219, a topografia aplainada constitui um remanescente do ciclo erosional Velhas, e encontra-se, ainda, num estágio primordial de dissecação. Esta feição propiciou o acúmulo de quantidades significativas de material orgânico, que concorre com 20 a 60 % na formação dos sedimentos, conforme os dados de campo. O material orgânico tende a explicar o pH ácido (4,6 a 6,0) e a remoção, por lixiviação, do Fe e Mn, bem como as anomalias de Zn (80 a 130 ppm), Pb (50 a 100 ppm) e Cu (50 ppm), sendo que os últimos estariam adsorvidos no material orgânico por processos de quelação.

O atual quadro da distribuição de Pb, Zn e Cu necessita, portanto, de alguns estudos adicionais para esclarecer aspectos do seu comportamento, e assim concluir-se sobre a maior disponibilidade dos metais existentes no ambiente amostrado.

Células 238 e 246

Localizam-se na sequência clástica entre as serras do Cabral e do Espinhaço, a leste de Joaquim Felício, admitindo passagens de ardósias predominantes para

calcários e arenitos, sendo que este conjunto está dobrado segundo uma grande estrutura em forma de sinclinal. As anomalias de Pb (55 a 95 ppm) e Zn (90 ppm) são devidas, aparentemente, à adsorção nos minerais secundários de Fe, favorecida pelo pH variável de 6,4 a 9,0. Como estas anomalias dispõem-se espacialmente em continuidade a um nível carbonático existente na região, na aba leste da sinclinal, torna-se imperiosa a execução de trabalhos complementares para melhor testar a sua significância geoquímica.

Células 260, 263, 270 e 271

Situam-se nas adjacências de Corinto e são anômalas para chumbo e cobre, embora não tenha sido detectada qualquer concentração individual acima do limiar destes elementos. Isto implica na existência de um teor de fundo localmente mais elevado e que apenas em parte (célula 263) pode ser imputado a uma possível captura e concentração nos óxidos secundários de ferro. Tendo em vista que os teores de zinco também se exibem perfeitamente enquadrados na população de "background" correspondente às litologias ardósianas, são desaconselháveis estudos mais pormenorizados nesta área.

Célula 309

As anomalias de chumbo (50 a 85 ppm) desta célula, entre as localidades de Corinto e Curvelo, estão aparentemente relacionadas aos conteúdos bastantes elevados de Fe e Mn, hipótese esta que requer investigações analíticas especiais para a sua confirmação. A ausência de sedimentação carbonática conhecida, à montante dos pontos

de amostragem, destitui as anomalias de uma maior importância, em termos de possibilidades econômicas.

Célula 485

Está localizada nas proximidades de São José de Almeida, e os valores pouco elevados de cobre (36 a 40 ppm) nela contidos, podem ser caracterizados mais propriamente como flutuações da população de fundo deste elemento, na sequência clástica (ardósias), sendo, portanto, irrelevantes para uma continuidade da prospecção.

Células 500 e 506

Estas células situam-se entre Joaquim Felício e Engenheiro Dolabela, sendo anômalas de 1ª ordem para chumbo (55 a 85 ppm) e cobre (40 a 55 ppm). Como as concentrações mais elevadas destes metais, no ponto JJ-733, parecem estar relacionadas a processos de coprecipitação nos óxidos secundários de Fe e Mn, mais abundantes na bacia de captação do referido ponto, a região em apreço não se afigura muito promissora quanto à possibilidade de conter mineralizações. Além disso, as demais anomalias de cobre são de baixo contraste com o teor médio regional e, no caso do chumbo, seria aconselhável uma reanálise das amostras, antes de qualquer decisão visando trabalhos de "follow up".

6.2.1.2 - Fósforo e flúor

Células 42, 44, 108, 113, 114, 116 e 119

O conjunto formado por estas células distribui-se a oeste e sul de Francisco Sá, salientando-se o fato de ocorrerem frequentes níveis de margas e ardósias

calcíferas (indiferenciadas) em meio à denominada sequência clástica. Assim, as concentrações de fósforo (750 a 1100 ppm) e flúor (1000 a 1100 ppm), de contrastes relativamente baixos em relação aos respectivos teores de fundo, são devidos, possivelmente, a uma elevação local do "background", causada pela contribuição de quantidades variáveis de material carbonático, de modo que não se pode visualizar um maior significado geoquímico para as anomalias de toda esta região.

Células 54 e 59

Estão localizadas ao norte de Francisco Sá e são anômalas de 1ª ordem, respectivamente, para fósforo e flúor. Na célula 54 foi detectada somente uma fraca anomalia de P (850 ppm) junto a um valor pouco expressivo de Zn, e na célula 59 não se observa concentrações acima do limiar regional de flúor. O teor médio de F um pouco mais elevado nesta última célula, pode ser explicado pela presença de horizontes carbonáticos (margas e calcários) em meio às ardósias dominantes. Contudo, todos estes aspectos não qualificam a área para trabalhos mais detalhados.

Célula 64

A anomalia de 750 ppm de fósforo na amostra CH-612, coletada nas proximidades de S. Geraldo, é apenas fracamente contrastante com o "background" deste elemento em sedimentos de corrente da sequência clástica, de modo que o conteúdo acima citado pode ser considerado uma oscilação da população de fundo. Por outro lado, não há evidências geológicas que justifiquem um prolongamento da pesquisa na região.

Células 135, 137, 138 e 139

Dentre estas células, as três primeiras são anômalas de 1ª ordem para fósforo, elemento que apresenta concentrações relativamente elevadas, de 750 a 1300 ppm, na região de domínio de ardósias, compreendida entre as localidades de Guaraciama e Pires e Albuquerque. O pH neutro a alcalino das amostras de maior conteúdo em fósforo (CH-715 e CH-731) sugere a precipitação deste nas frações argilosas e nos hidróxidos de ferro, e, tal como as demais anomalias individuais das células em questão, aquelas refletem uma elevação local do "background".

A célula 139, por sua vez, embora anômala para flúor, parece ostentar um mecanismo semelhante, ou seja, um acréscimo no conteúdo médio propiciado pela influência de litologias margosas e o pH alcalino, sem, contudo, levar a anomalias individuais, sendo igualmente desaconselhável um prosseguimento da prospecção.

Células 186, 187, 209 e 218

Os resultados obtidos para fósforo e flúor coadunam-se com o ambiente de ardósias com frequentes passagens a rochas de natureza carbonática, na região ao sul de Bocaiúva. Todavia, são os teores médios computados para estas células de drenagem que ressaltam e se associam aos definidos para zinco, chumbo e cobre, pois não ocorrem anomalias individuais de fósforo ou flúor, exceção feita à célula 218. Nesta última, a grande quantidade de material orgânico (cerca de 60 %) presente na rede de drenagem, propicia a regência de um pH ácido (6,0) e, por conseguinte, a fixação do fósforo, que exhibe duas anomali

as de 1100 a 1300 ppm, nos pontos JJ-539 e JJ-549, respectivamente. Assim, esta área não se configura interessante para futuros trabalhos geoquímicos que visem os elementos P e F.

Células 195, 196 e 203

Situam-se entre as localidades de Engenheiro Navarro e Engenheiro Dolabela, e a geologia desta região compreende intercalações de ardósias da sequência clástica com calcários e margas da sequência carbonática, a última assumindo um caráter subordinado. A ocorrência de diversas células anômalas de 2ª ordem para flúor, ao redor do conjunto formado por aquelas três células, indica tratar-se de uma zona com um "background" um pouco mais elevado, mas sem indícios mais claros de uma possível presença de mineralizações fluoradas. Somente na célula 203 tem-se valores individuais anômalos, em especial no ponto JJ-159 (1500 ppm de flúor), embora esteja aparentemente desvinculado da sequência carbonática. Mesmo assim, a porção leste e norte da referida célula, poderia ser objeto de uma pesquisa mais detalhada, tendo em vista a ambiência e os resultados favoráveis ali definidos em relação ao flúor.

Célula 246

Está localizada a leste de Joaquim Felício e encerra os principais resultados alcançados para o elemento flúor em toda a área do projeto. Com efeito, as anomalias de 4750 ppm (ponto JJ-330) e 6000 ppm de flúor (JJ-336) sobressaem, em muito, diante dos demais dados da distribuição deste elemento e encontram-se, aparentemente, relacionados ao nível carbonático que constitui parte da

aba leste de uma estrutura sinclinal. O pH francamente alcalino (7,9) determinado nos sedimentos desta célula, não é suficiente, por si só, para explicar tal grau de concentração de flúor no ambiente secundário, sendo plausível esperar-se uma associação com depósitos de fluorita. Ainda que não haja parâmetros mais concretos sobre a técnica de amostragem de sedimentos, aplicada à detecção de mineralizações fluoradas, a região se configura das mais promissoras, e o significado expresso nas anomalias em questão só pode ser atingido mediante um adensamento da amostragem e a coleta de novas informações sobre o ambiente.

Célula 436

A anomalia de 950 ppm de fósforo (ponto AS-257) definida nas ardósias da Formação Paraopeba, ao sul de Caetanópolis, parece refletir, basicamente, um teor de fundo mais elevado nesta região, ainda mais que a célula anômala de 1ª ordem se associa a outras de 2ª ordem (células 435 e 437). Deste modo, não chega a se constituir num alvo para uma prospecção geoquímica mais detalhada, sendo esta colocação reforçada pelo baixo contraste anomalia/"background".

6.2.1.3 - Ferro e manganês

Células 44, 59, 74 e 114

A região de Francisco Sá exhibe uma predominância de rochas ardosianas, nas quais se inscrevem frações carbonáticas por vezes bastante expressivas, levando à regência de um pH neutro a ácido no ambiente. As anomalias de 1ª ordem para manganês foram igualmente favorecidas pelos aplainamentos extensivos e relacionados ao ci

clo de erosão Velhas, não havendo, por outro lado, indícios de contribuição decisiva por parte dos quartzitos do Grupo Macaúbas, com os quais as células anômalas são limítrofes. O binômio litologia-relêvo propiciou, desta maneira, o surgimento de um "background" consideravelmente mais elevado nesta região, ratificado por inúmeras células anômalas de 2ª ordem para Mn. O único valor acima do limiar regional de Mn, no ponto CH-215 (1200 ppm, na célula 44) deriva da concentração residual deste elemento no ambiente secundário, e todo o conjunto anômalo destitui-se de uma maior importância geoquímica.

Células 139, 182, 186, 187 e 189

Em traços gerais, o condicionamento geológico da região que se estende de Guaraciama a Engenheiro Navarro é idêntico ao acima descrito, salientando-se que as intercalações carbonáticas (margas e calcários) adquirem agora uma maior expressão, em meio à sequência clástica. O significado geoquímico desta zona restringe-se, quase que exclusivamente, ao controle do ambiente secundário exercido pelos elementos maiores, e os altos teores de ferro (8,4 a mais de 10 %), coadunam-se com o pH em torno de 7,7 (alcalino). Assim, grande parte das anomalias de metals-traço parece provir de fenômenos de captura pelos óxidos e hidróxidos de Fe e Mn, embora este último elemento apenas exiba concentrações de, no máximo, 1100 ppm. O papel mais importante na captura dos íons Pb, Zn e Cu é desempenhado, portanto, pelos minerais secundários de Fe, derivados principalmente da pirita, mas estas argumentções não dispensam um exame mais minucioso da área, bem como obrigam à execução de análises químicas especiais.

Célula 221

Esta célula localiza-se a oeste de Francisco Dumont e é anômala de 1ª ordem para manganês, não obstante a inexistência de anomalias individuais, ou de uma aparente influência sobre a distribuição dos elementos menores. O conteúdo máximo de Mn verifica-se no ponto JJ-22, com 1100 ppm, mas é irrelevante quanto a um desenvolvimento de estudos adicionais, pois é oriundo, provavelmente, de um banco de calcários situado à montante do ponto de amostragem.

Célula 246

Os sedimentos de corrente coletados nesta célula, a leste de Joaquim Felício, mostram teores de Fe variáveis de 3,6 a 9,4 %, sendo que os mais elevados estão possivelmente relacionados à concentração residual imposta pelo pH variável de 6,8 a 8,7; o manganês apresenta conteúdos correspondentes à população de fundo. Não se pode descartar a possibilidade de que os valores de ferro sejam provenientes da presença mais abundante de pirita no ambiente.

Célula 249

O teor médio de quase 800 ppm de manganês obtido nesta célula, na porção sul da serra do Cabral, reflete com mais propriedade a contribuição do material erodido a partir dos quartzitos dos Grupos Macaúbas e Espinhaço. As concentrações de 1100 a mais de 10000 ppm de Mn, nos pontos JJ-275, JJ-276 e JJ-277, talvez estejam condicionadas a mineralizações manganésíferas em determinados

níveis dos quartzitos, em especial do Grupo Macaúbas, fazendo-se necessária uma pesquisa mais detalhada e abrangente, para toda esta região, pois o condicionamento geológico é favorável.

Célula 263

A importância dos conteúdos relativamente altos de Fe (4,3 a 8,2 %) nesta célula, tendo em vista que ela é anômala de 1ª ordem para este elemento, restringe-se à influência exercida sobre a distribuição dos metais-traço, mormente no caso do Pb. As ardósias da sequência clástica, imediatamente ao norte de Corinto, exibem também uma anomalia de manganês (1200 ppm) no ponto VP-11, mas que não tem um maior significado geoquímico.

Célula 309

Localiza-se entre Curvelo e Corinto, sobre ardósias da Formação Paraopeba, e os elevados valores de Fe (8,0 a mais de 10%) e Mn (1300 ppm) resultam do enriquecimento secundário diante de um pH próximo à neutralidade (6 a 7,3). Este aspecto dá a entender, ainda, que as anomalias de Pb desta célula correspondem a uma coprecipitação nos óxidos secundários de Fe e Mn.

Células 429 e 435

Estão situadas próximo às localidades de Paraopeba e Caetanópolis, sobre ardósias relativamente aplainadas e com intercalações indiferenciadas de rochas carbonáticas. As altas concentrações de Fe (8,2 a mais de 10 %) e de Mn (1300 ppm) afiguram-se como procedentes destas feições, e em nada afetam a distribuição dos elemen

tos-traço, cujos teores permanecem ao nível das respectivas populações de "background".

Células 489, 497, 498 e 499

Dispõem-se na borda da bacia Bambuí, na região de Jaboticatubas e Taquaraçu de Minas. As frequentes anomalias de manganês, com 1400 a mais de 10000 ppm, detectadas sobre ardósias e calcários da Formação Paraopeba, refletem intensos processos de concentração residual, que, inclusive, podem ter conduzido à constituição de jazimentos de certa expressão. Uma evidência da profunda e prolongada ação intempérica a que foram submetidas as litologias locais, jaz nos bastante generalizados testemunhos do aplainamento resultante do ciclo Velhas. Tendo em vista o fato de que há, nas imediações destas células, diversas minas de manganês abandonadas ou em atividade, tanto fora da área trabalhada, como sobre as próprias ardósias Bambuí, conclui-se pela grande importância geo-econômica da região. Por último, as anomalias incluídas na célula 489 revelam parâmetros geoquímicos úteis em trabalhos de prospecção por sedimentos de corrente, pois no ponto AS-382, situado a cerca de 3 km à jusante de uma mina, foi verificado um conteúdo acima de 10000 ppm de Mn. A concentração deste elemento na drenagem mantém-se anômala mesmo a uma distância superior a 10 km, em relação à fonte.

6.2.2 - Anomalias individuais

6.2.2.1 - Chumbo, zinco e cobre

Amostra CH-416

Foi coletada na célula 23, a NW de Vila Nova

de Minas, onde se fazem presentes intercalações de ardósias em meio aos calcários e conglomerados. O valor de 50 ppm de chumbo, fracamente contrastante com o teor de fundo, parece estar relacionado a um acréscimo no conteúdo de Mn (1100 ppm) e ao pH próximo à neutralidade, não tendo um maior significado geoquímico.

Amostras CH-215 a CH-270

A amostra CH-215, coletada na célula 44, ao sul de Francisco Sá, apresenta um conteúdo fracamente anômalo de Pb (50 ppm), provavelmente derivado da coprecipitação nos óxidos secundários de Fe e Mn, fenômeno este favorecido pelo pH alcalino (7,5). Contudo, as intercalações carbonáticas da região não se mostram promissoras quanto à possibilidade de conterem depósitos sulfetados.

Na amostra CH-270 (célula 113), o teor de 85 ppm de zinco parece representar, com mais propriedade, uma oscilação do "background" local em ardósias da sequência clástica, a SW de Francisco Sá.

Amostras CH-166 e CH-491

Estão localizadas nas células 73 e 53, respectivamente, ao norte de Francisco Sá, e as anomalias de zinco (85 ppm), chumbo (50 ppm) e cobre (40 ppm) refletem concentrações residuais, diante do domínio de um pH neutro (6,9 a 7,3) e uma possível adsorção nos óxidos secundários de Fe e Mn. Não se configuram interessantes, portanto, para a consecução de levantamentos mais detalhados.

Amostra CH-888

A anomalia de Pb (60 ppm) detectada na célula

la 97, a NE de Montes Claros, dá-se de uma maneira isolada e sobre ardósias da Formação Paraopeba, ambiente esse pouco propício a encerrar depósitos sulfetados de expressão.

Amostra JJ-229

Situa-se sobre ardósias da Formação Paraopeba, na célula 157, a NE de Claro dos Poções e é anômala para zinco (100 ppm) e cobre (40 ppm). Como, pelos conhecimentos atuais, a área de captação desta amostra compreende exclusivamente ardósias, e não há uma interrelação palpável com os elementos maiores, a causa da anomalia permanece desconhecida. Assim, tornam-se necessários alguns estudos adicionais para esclarecê-la adequadamente.

Amostras JJ-403, JJ-404, JJ-420, JJ-503 e JJ-559

Ocorrem associadas ao grupamento de células anômalas de 1ª ordem, que se destaca na região ao sul de Bocaiúva, e foram tomadas nas células 171, 179, 189 e 209. As anomalias de zinco (80 a 100 ppm), chumbo (50 a 55 ppm) e cobre (45 ppm), conforme já foi discutido para as célulalas anômalas, constituem um produto do enriquecimento secundário causado pelo pH, variável de 6,1 a 8,3, e a provável captura pelos óxidos secundários de Fe; a influência do Mn, nas amostras em questão, é menos sensível. Os valores de Pb requerem um reexame analítico, pois sofreram interferência.

Amostras JJ-152, JJ-170 e JJ-506

As anomalias de chumbo (60 a 65 ppm), zinco (80 ppm) e cobre (40 ppm) destas amostras, coletadas nas

células 195, 196 e 201, a oeste de Engenheiro Navarro, são, aparentemente, um reflexo da coprecipitação nos óxidos secundários de Fe e Mn. No caso dos elementos Pb e Fe, a comparação com os dados obtidos para as amostras de rocha (ponto JJ-506) e solo (JJ-152), indicam um enriquecimento secundário bastante acentuado (cerca de 4 vezes) nos sedimentos de corrente. Esta concentração pode ser atribuída à maior umidade dos sedimentos, facilitando o fenômeno de captura na interfície sólido-líquido. O caráter isolado das anomalias e a ausência de um ambiente geológico mais favorável, visto que as litologias predominantes são ardósias, desqualificam a região quanto a estudos mais detalhados.

Amostra JJ-38

Foi coletada na célula 224, a SW de Francisco Dumont, ocorrendo exclusivamente ardósias na bacia de captação do ponto. A anomalia de chumbo (50 ppm) é de baixo contraste e encontra-se associada com um elevado conteúdo de Mn, fatores que a destituem de um maior interesse.

Amostras JJ-701, JJ-719 e JJ-724

Estão localizadas, respectivamente, nas células 508, 502 e 507, a NE de Joaquim Felício, e associam-se a células anômalas de 1ª ordem para Pb e Cu. As anomalias individuais de chumbo (50 a 60 ppm) merecem, sem exceção, uma repetição analítica, pois sofreram interferência devido à falta de um corretor de deutério. Já para o elemento cobre, a anomalia de 45 ppm, no ponto JJ-719, parece estar vinculada à concentração relativamente elevada de ferro (6 %) no sedimento, e o confronto com a amostra

de solo, do mesmo local, leva à constatação de um acréscimo simultâneo nos teores de Fe e Cu. Assim, embora exista uma aparente associação com um nível carbonático, esta região configura-se irrelevante para trabalhos de continuidade.

Amostra JJ-644

Está ligada a um ambiente de ardósias com intercalações margosas, a leste de Joaquim Felício (célula 248), em íntima associação com células anômalas de 1ª ordem para chumbo, zinco, flúor e ferro, o que diz bem da sua relevância quanto ao desenvolvimento de futuros trabalhos de prospecção. No caso específico da anomalia de chumbo (85 ppm), no ponto em apreço, observa-se um grau de acidez neutro e uma correlação com o elemento Fe (8,0 %), sugerindo um processo de coprecipitação.

Amostra JJ-276

Os altos teores de manganês (mais de 10.000 ppm) e ferro (7,0 %) aparentemente condicionam as anomalias de Pb (85 ppm), Zn (120 ppm) e cobre (65 ppm) deste ponto, na célula 249, nas proximidades de Augusto de Lima. Contudo, a existência de calcários, silicificações e uma intensa tectônica nesta porção sul da serra do Cabral, conferem uma certa importância à região, sendo cabível, de certa forma, uma proposição de estudos mais detalhados.

Amostras VP-67 e VP-711

As anomalias de Pb destes pontos, com 50 a 75 ppm, respectivamente, dão-se na região de Corinto (célula 259 e 276), sobre ardósias da Formação Paraopeba e

junto a células anômalas de 1ª ordem para este elemento e cobre. Como há uma ligação com valores bastante elevados de Fe (7,0 %) e Mn (1000 ppm), além de uma ambiência desfavorável, não é recomendável uma pesquisa mais densa nesta área.

Amostras VP-453, VP-508 e VP-685

Estão situadas nas células 345, 335 e 511, respectivamente, a SE de Curvelo, em ardósias da Formação Paraopeba. As anomalias de Pb (50 a 60 ppm) dos dois últimos pontos, apresentam interferência analítica, são fracamente contrastantes com o teor de fundo regional e há uma interrelação parcial com uma anomalia de manganês (1300 ppm, no ponto VP-508). Assim, constituem possivelmente simples flutuações do "background", não se recobrando de um maior interesse. A amostra VP-453, com um conteúdo de 90 ppm de zinco, encontra-se em situação semelhante, e o acréscimo deste metal parece ter sido produzido pelo pH neutro, não existindo condições indicativas de mineralizações.

Amostra AS-85

Ocorre na célula 360, ao sul de Santana de Pirapama, e a anomalia de zinco (90 ppm) reflete, talvez, apenas uma oscilação do teor de fundo, pois não há um ambiente promissor na bacia de captação, à montante, além de ardósias da Formação Paraopeba. A estes aspectos junta-se o caráter isolado da anomalia, não confirmada nos pontos situados próximo às cabeceiras do córrego, salientando-se, também, o fato de que as ardósias encerram, por vezes, uma quantidade (normal) relativamente alta de zin

co, como no ponto AS-41, com 75 ppm em rocha.

Amostras AS-614 e AS-644

Localizam-se nas células 434 e 367, nas vizinhanças de Paraopeba e Caetanópolis, onde se fazem presentes algumas intercalações de calcários, em meio às ardósias predominantes da Formação Paraopeba. Os teores de Pb (50 ppm) e Zn (80 ppm) detectados na região, podem estar relacionados aos referidos níveis carbonáticos, ainda que o pH ácido (4,7 a 5,9) seja típico das zonas de domínio de ardósias. Por outro lado, observa-se claramente uma associação com valores relativamente elevados de Mn (940 ppm) e Fe (9,1 %), o que diminui em muito a importância destas anomalias.

Amostra VP-666

Encerra conteúdos anômalos de cobre (50 ppm) e zinco (80 ppm), embora a célula 386, a leste de Santana de Pirapama, não exiba um condicionamento dos mais favoráveis. Uma explicação para o aumento de teores dos metais-traço, reside no conteúdo de material orgânico (cerca de 10 %) presente no sedimento, o que pode ter provocado uma acumulação de Cu e Zn por processos de quelação; esta hipótese é corroborada pelos baixos valores de Fe (3,5 %) e Mn (85 ppm), bem como pelo pH fortemente ácido (4,5).

Amostra AS-500

Foi coletada na célula 411, na serra do Baldim, a SW de Santana do Riacho, e a anomalia de 80 ppm de zinco espelha, com boa probabilidade, a contribuição de material proveniente dos calcários jacentes à montante do

ponto. O pH levemente ácido (6,4) e o alto teor de Fe indicam fenômenos de concentração residual de zinco no ambiente secundário, ainda mais que o conteúdo deste metal em rocha calcária (ponto AS-507) situa-se em torno de 40 ppm. Por outro lado, como a sequência carbonática desta porção da área trabalhada foi atingida por fortes eventos tectônicos, criaram-se condições para remobilizações metálicas, e o significado da anomalia merece investigações mais de talhadas.

Amostras AS-202, AS-206 e AS-211

Estão situadas nas proximidades de Baldim e Jequitibá (células 442 e 477), em zona de domínio de ardósias da Formação Paraopeba, sendo o pH ácido, variável de 4,3 a 5,8, uma outra característica em comum destes sedimentos.

A anomalia de cobre no ponto AS-202 (40 ppm) é de baixo contraste e possivelmente envolve problemas de contaminação, na rede de drenagem à jusante de Baldim. As demais anomalias, em especial a do ponto AS-206 (110 ppm de Zn), carecem de pesquisas mais aprofundadas.

Amostras AS-345 e AS-382

Estas amostras foram coletadas na borda da bacia de sedimentação Bambuí, na região de Jaboticatubas (células 489 e 498), e as anomalias de zinco (80 ppm) e cobre (40 ppm) constituem, basicamente, um resultado da adsorção por parte dos óxidos de manganês, visto que este elemento ocorre com concentrações acima de 10.000 ppm nas drenagens dos pontos em questão. Assim sendo, aqueles valores, além de fracamente anômalos, não estabelecem um su

porte para estudos complementares que visem os metais-traço.

6.2.2.2 - Fósforo e flúor

Amostras CH-194, CH-230 e CH-642

Dispõem-se junto a diversas células anômalas para fósforo e flúor, na circunvizinhança de Francisco Sá, expressando uma zona com um teor de fundo mais elevado, mas sem evidências de mineralização. Na amostra CH-230 (célula 115), portadora de uma anomalia de 1000 ppm de flúor, tem-se, inclusive, um conteúdo bastante elevado (900 ppm) para este elemento no solo. Nos pontos CH-194 e CH-642, situados nas células 58 e 41, respectivamente, as anomalias de 925 e 1000 ppm de fósforo também não se revestem, aparentemente, de uma maior importância.

Amostras CH-377, CH-610 e CH-618

São anômalas para fósforo (750 a 900 ppm) e foram tomadas nas células 48, 63 e 65, na região a NE de Capitão Enéas. Os contrastes anomalia/"background" são muito fracos, de modo que as amostras não encerram um maior significado geoquímico. No caso da amostra CH-377, provavelmente o teor de 900 ppm de P reflita a contribuição da sequência carbonática, à montante do ponto, pois a mesma apresenta concentrações normais da ordem de até 1200 ppm.

Amostra CH-926

As ardósias ocorrentes na região de Pires e Albuquerque exibem um teor de fundo de fósforo um pouco acima da média computada para toda a área estudada, salien

tando-se o fato de que a célula 107, onde a amostra em questão foi coletada, associa-se diretamente a outras anomalias de 1ª ordem. Além disso, o conteúdo de 800 ppm de terminado para este elemento nos sedimentos do ponto CH-926, tem uma pequena significância geoquímica, não demonstrando a necessidade de trabalhos mais detalhados.

Amostra CH-699

O valor de 800 ppm de fósforo encontrado para esta amostra, na célula 129, na bacia do rio Juramento, indica, possivelmente, apenas uma influência dos sedimentos carregados a partir da sequência carbonática, a leste do ponto, não trazendo consigo outras evidências indicadoras da presença de depósitos minerais.

Amostra JJ-23

Está localizada na célula 222, a SW de Francisco Dumont, em ardósias da Formação Paraopeba. A pequena intensidade e o caráter isolado da anomalia de 825 ppm de fósforo, destituem-se de uma maior importância. O alto teor de ferro (7,0 %) presente na amostra, sugere a adsorção de parte do fósforo pelos hidróxidos pouco solúveis daquele elemento.

Amostra JJ-61

Encontra-se situada na célula 229, ao norte de Joaquim Felício, onde ardósias do Grupo Bambuí, sobrejazzem a unidade Macaúbas da serra do Cabral. O teor fracamente anômalo de fósforo (875 ppm) associa-se com um conteúdo bastante elevado de Fe (mais de 10%), dando lugar à hipótese de uma precipitação de fosfatos de ferro, pouco

solúveis, no ambiente, cujo pH é ácido (5,2). Como conclusão, não é expectável a presença de mineralizações fosfáticas na área de captação deste ponto.

Amostras JJ-325 e JJ-326

As anomalias de 3250 e 3750 ppm de flúor, estão intimamente relacionadas a uma faixa de calcários e dão-se em continuidade espacial a outras ocorrentes na célula 246, que é anômala de 1ª ordem para este elemento. Este aspecto leva à suposição, junto com as altas concentrações de flúor, da existência de um nível com, pelo menos, indícios de mineralizações fluoradas, o que requer estudos mais detalhados para a sua comprovação.

A célula 245, que comporta estas amostras, situa-se na aba de uma estrutura sinclinal, a leste de Joaquim Felício.

Amostra VP-11

O resultado de 825 ppm de fósforo, nesta amostra da célula 263, ao norte de Corinto, representa, mais provavelmente, uma oscilação do "background" deste elemento em ardósias da Formação Paraopeba. Uma causa para esta maior concentração de fósforo nos sedimentos, parece residir no grau de acidez neutro, sendo, todavia, irrelevante no que se refere à conveniência de investigações especiais.

Amostras VP-223 e VP-263

Encontram-se localizadas nas células 303 e 314, respectivamente, em ardósias da Formação Paraopeba, a nordeste de Curvelo. As anomalias de fósforo, com 800

ppm, no ponto VP-223, e de flúor com 1000 ppm (VP-263), correspondem a possíveis flutuações locais do teor de fundo de cada um destes elementos, sendo despojadas de um maior significado geoquímico.

Amostras VP-483 e VP-682

Estão situadas nas células 330 e 511, a SE de Curvelo, e apresentam anomalias individuais de flúor (4000 ppm) e fósforo (975 ppm). A amostra anômala para flúor (VP-483) contém uma proeminente fração arenosa, que constitui cerca de 50% do sedimento, salientando-se que os demais elementos mostram concentrações abaixo do teor médio; assim, sugere-se a reanálise desta amostra, antes de qualquer programação que envolva uma continuidade da prospecção. No caso da amostra VP-682, o alto teor de ferro e o pH fortemente ácido, indicam condições que favoreceram uma precipitação local de fosfatos de Fe.

Amostras AS-71, AS-155 e AS-187

São anômalas para fósforo, com conteúdos variáveis de 750 a 1300 ppm, e situam-se nas células 437, 429 e 434, respectivamente, nos arredores de Paraopeba e Caetanópolis. Esta região apresenta uma predominância de ardósias da Formação Paraopeba, havendo intercalações subordinadas de margas e calcários da sequência carbonática, feição esta que pode ter provocado, de uma maneira esporádica, um acréscimo na concentração de fósforo nos sedimentos. Também aqui não se fazem necessários trabalhos mais detalhados.

Amostras AS-259, AS-261, AS-338 e AS-344

Os teores de 800 a 1300 ppm de fósforo, nestas amostras das células 494 e 498, ao norte e leste de Lagoa Santa, constituem, basicamente, um reflexo de oscilações do "background" deste elemento em ardósias. Além disso, não pode ser desprezada a influência da sequência carbonática, que ainda se faz sentir neste ambiente. A anomalia de 1300 ppm de fósforo, no ponto AS-344 (célula 498), está associada a um alto teor de Fe (5,8 %), o que leva a crer na formação de fosfatos de ferro nesta bacia. Contudo, tanto esta, como as demais anomalias não se revestem de um maior significado geoquímico.

6.2.2.3 - Ferro e manganês

Amostra CH-516

Foi coletada na célula 3, a NE de Simão Campos, e a anomalia de 1300 ppm de manganês representa, sem dúvida alguma, a contribuição da sequência carbonática, à montante do ponto. O pH alcalino (8,0) favorece igualmente o enriquecimento secundário de Mn, mas a região não compõe um alvo para uma prospecção de detalhe.

Amostras CH-151 e CH-166

Localizam-se nas células 41 e 73, ao norte de Francisco Sá, numa região que exhibe aplainamentos terciário-quaternários (ciclo Velhas) e intercalações de margas e calcários em meio à sequência ardósiana dominante. Estas características determinam condições que favorecem a concentração residual de Mn (1200 ppm) e Fe (8,1 %), aliadas ao pH próximo à neutralidade. O único aspecto geoquímico mais importante, reside no fato de que o maior conteúdo de ferro nos sedimentos da bacia de captação do

ponto CH-166, parece ter provocado também um aumento das concentrações de chumbo e cobre.

Amostra CH-875

A anomalia de 1200 ppm de manganês, na célula 94, ao norte de Montes Claros, demonstra apenas a contribuição de material proveniente dos calcários situados à montante, onde o conteúdo normal deste elemento é maior do que na sequência clástica.

Amostra CH-250

Pertence à bacia do rio dos Patos, entre as localidades de Francisco Sá e Juramento (célula 119), drenagem esta que corta ardósias e margas, e o pH fracamente ácido e igual a 6,4, denota ainda condições de precipitação de óxidos de manganês no ambiente secundário. A anomalia de 1500 ppm de manganês resulta, basicamente, do acima exposto, não havendo uma necessidade de novos estudos na área.

Amostra JJ-214

O alto teor de Fe (8,5 %) percebido nesta amostra da célula 156, a NE de Claro dos Poções, relaciona-se, provavelmente, à presença de pirita nas ardósias drenadas pelo córrego Cambaúba. A elevada concentração de Fe parece ter induzido, em paralelo, um acréscimo no conteúdo de zinco, através de processos de coprecipitação no ambiente secundário.

Amostras JJ-427, JJ-429, JJ-432, JJ-436, JJ-546 e JJ-559

Estão situadas nas células 180, 183, 209 e

219, nas imediações de Bocaiúva, onde ocorrem ardósias com frequentes intercalações de margas e calcários. As causas dos elevados valores de Fe (7,6 a 8,4 %) e das anomalias de Mn (1200 a 1400 ppm) residem nos fatores litologia e pH, que é neutro a fortemente alcalino; no caso específico do ferro, tem-se, ainda, a combinação imposta pela abundante presença de pirita (automórfica). A maior parte destas amostras contém, igualmente, anomalias de Pb, Zn e Cu, sugerindo fenômenos de captura pelos óxidos secundários dos elementos maiores.

Amostras JJ-152 e JJ-170

Foram coletadas nas células 201 e 195, respectivamente, a SW e W de Engenheiro Navarro, em ardósias da Formação Paraopeba. Os resultados de 1800 ppm de manganês e mais de 10 % de ferro refletem, de certa maneira, um ambiente onde se faz sentir alguma participação carbonática. As concentrações de Fe e Mn parecem influir na distribuição dos metais-traço, em especial do chumbo.

Amostras JJ-23 e JJ-38

As anomalias de manganês, com 1600 a 5400 ppm, referentes a estas amostras, dão-se em íntima associação com um relevo aplainado (ciclo Velhas), na região denominada Carrapato, a SW de Francisco Dumont (células 222 e 224). A sucessão estratigráfica desta área inclui um nível com afloramentos descontínuos de rochas da sequência carbonática. Apesar deste aspecto e do pH próximo à neutralidade, favorecendo um enriquecimento residual de manganês, a anomalia de 5400 ppm (ponto JJ-23) é merecedora de uma investigação mais acurada, tendo em vista o eleva

do contraste exibido em relação ao teor de fundo.

Amostras JJ-61 e JJ-733

Localizam-se nas células 229 e 500, entre as localidades de Engenheiro Dolabela e Joaquim Felício. Apesar do ambiente de rochas ardosianas e do pH ácido (5,2 a 6,2), tem-se concentrações bastante elevadas de Fe (7,4 a mais de 10 %) e Mn (até 1900 ppm), mas somente no ponto JJ-733 parece haver um controle efetivo sobre a distribuição dos elementos-traço (Pb, Zn e Cu).

Amostras JJ-325, JJ-639 e JJ-644

Os resultados de 8,0 a 8,6 % de Fe e 1400 ppm de Mn determinados nestas amostras das células 238, 245 e 248, a oeste de Joaquim Felício, espelham a atuação de um ambiente oxidante e levemente ácido (6,4) a francamente alcalino (8,5), em decorrência dos níveis de margas e calcários intercalados subordinadamente nas ardósias da Formação Paraopeba. A única implicação geoquímica destes conteúdos mais elevados de Fe e Mn, reside na possível co precipitação de Pb no ambiente secundário, destarte a associação da anomalia de Mn com outra de flúor, no ponto JJ-325.

Amostra VP-76

Esta amostra foi coletada no córrego Fundinho (célula 261), entre Corinto e Curvelo, e não há um significado geoquímico especial no alto teor de Fe (7,8%) presente na mesma, a não ser uma pequena elevação, concomitantemente, do valor de cobre. O pH menos ácido do sedimento de corrente, em relação ao solo deste ponto, parece

ter propiciado a acumulação do ferro, além do fato de que nas cabeceiras da drenagem subsiste numa superfície aplaiada (740 m) com profundo desenvolvimento de um latossolo.

Amostra VP-717

O teor de 7,8 % de ferro desta amostra, não encerra um maior significado geoquímico, e deve ser ativamente a processos locais de concentração de nódulos e concreções de minerais deste elemento no ambiente secundário. Este valor não se reproduz nas amostras tomadas à montante, na mesma célula 281, a NE de Corinto, e o quadro da distribuição dos metais-traço não foi alterado substancialmente, observando-se apenas conteúdos típicos da população de fundo.

Amostras VP-389, VP-508 e VP-512

Estão localizadas ao sul de Curvelo, nas células 321, 335 e 346, respectivamente, e as concentrações de Fe (8,4 %) e Mn (1200 e 1300 ppm) não assumem uma importância especial, dando-se tanto sob condições ácidas (pH variável de 4,6 a 5,5), como alcalinas (7,6). Apenas na amostra VP-508 verifica-se uma discreta majoração do teor de Pb, em consonância com a de Mn. O ambiente litológico compreende ardósias da Formação Paraopeba e a fonte destas anomalias não pode ser individualizada, optando-se por fatores isolados que não merecem estudos mais detalhados.

Amostra AS-493

Os sedimentos das ardósias da Formação Paraopeba, ao sul de Santana do Riacho (célula 413), sobre as

quais foi coletada esta amostra, apresentam um conteúdo médio em torno de 450 ppm de manganês, e em nenhum outro ponto foi confirmada a anomalia de 1600 ppm, que pode representar um enriquecimento de caráter local, propiciado diante da regência de um pH quase neutro (6,7). Contudo, como na célula vizinha (414) existe uma mina de manganês, ainda que abandonada, esta região desperta, "a priori", algum interesse quanto à possibilidade de conter depósitos manganésíferos.

Amostra AS-71

O conteúdo relativamente elevado de Fe (7,6 %) nesta amostra da célula 437, a oeste de Sete Lagoas, também constitui, possivelmente, o resultado de concentrações de caráter local, visto que não foi confirmado nos pontos situados à montante, onde o teor de Fe é de cerca de 5 %. A implicação maior daquele valor é o aumento verificado nos teores de Cu e P, sugerindo fenômenos de coprecipitação.

Amostra AS-162

A anomalia de 3400 ppm de manganês, a NNE de Sete Lagoas, deixa transparecer, igualmente, o caráter local dos fatores que levaram à concentração deste elemento nos sedimentos, visto tratar-se de um ponto de "controle" da célula. Uma melhor apreciação desta anomalia só pode ser obtida mediante um novo exame geológico-geoquímico da área, especialmente a porção compreendida entre este ponto e o de número AS-151 (célula 451), à montante, onde o conteúdo de Mn cai para 440 ppm.

Amostra AS-212

Foi coletada nas proximidades de Jequitibá (célula 475), em zona de domínio de ardósias da Formação Paraopeba. A anomalia de 1200 ppm de manganês deste ponto, é de baixo contraste com relação ao teor de fundo regional, não foi corroborada pelas amostras tomadas à montante, bem como não afeta a distribuição dos elementos-traço, o que lhe tira, praticamente, toda e qualquer significância geoquímica.

Amostras AS-374, AS-375 e AS-377

A célula 490, onde estas amostras foram coletadas, situa-se a leste de Jaboticatubas e em estreita associação com outras células anômalas de 1ª ordem. A vinculação das anomalias de manganês (1500 a 2700 ppm) a processos generalizados de concentração residual, é bastante notória, devido à existência comprovada de diversas ocorrências minerais nas proximidades, além do fato de que a amostra AS-377 (1700 ppm de Mn) encontra-se sob influência direta de uma jazida deste elemento. A maior ou menor expressão do enriquecimento secundário que teve lugar sobre as ardósias da Formação Paraopeba, nas duas outras bacias de captação da célula em questão, só poderá ser aferida mediante o emprego de etapas mais detalhadas de prospecção.

6.3 - Concentrados de minerais pesados em sequência carbonática

6.3.1 - Células anômalas para chumbo, zinco e cobre

Célula 22

Está situada a SW de Capitão Enéas e revelou-se anômala para zinco (420 ppm), em que pese o fato de que não se observam concentrações elevadas para este elemento nos sedimentos de corrente da célula. A região da serra do Brejão apresenta um espesso pacote de calcários, de certa forma inseridos no contexto de uma zona com níveis conglomeráticos, em Vila Nova de Minas, havendo diversas células portadoras de valores intermediários de Pb, Zn e Cu em posição contígua à célula 22. O teor de zinco nos calcários oscila em torno de 13 ppm (ponto CH-419) mas, mesmo assim, poderia ser investigada a fonte da anomalia, através de determinações químicas e amostragens adicionais, pois o ambiente é favorável e o contraste anomalia/"background" (2,7) é o maior obtido para a sequência carbonática.

Célula 88

As anomalias de Pb (1000 ppm) e Cu (300 ppm) da amostra CH-886, coletada a NW de Montes Claros, em meio a uma bem desenvolvida sequência de calcários com intercalações argilosas, revestem-se de alguma importância, em especial devido à detecção de um valor de cobre relativamente alto (50 ppm) também nos sedimentos deste ponto. A real significância destas anomalias, se representativas de um halo de dispersão clástica, ou de processos de captura pelos óxidos secundários de Fe e Mn, requerem um aprofundamento das pesquisas.

Célula 279

A anomalia de 300 ppm de cobre, no ponto VP-

123, a leste de Corinto, assume um caráter isolado, visto que não foi confirmada pelos sedimentos e demais concentrados coletados nas cabeceiras do ribeirão da Estiva. Pouco se conhece, em termos mais específicos, sobre esta zona de passagem de calcários e margas para ardósias da sequência clástica, e qualquer programação que envolva um exame mais acurado da mesma, não pode desprezar a realização de análises que quantifiquem o metal extraível a frio.

6.3.2 - Células anômalas para berílio, ouro e fósforo

Células 23, 24 e 75

Localizam-se nos arredores de Vila Nova de Minas, ao norte de Montes Claros, nas bacias dos rios Canabrava e Riachão, que drenam calcários da Formação Paraopeba. Os valores de 5 ppm de berílio afiguram-se irrelevantes para maiores considerações, e a anomalia de ouro do ponto JJ-656 (6 ppm) parece relacionar-se a processos de remobilizações deste metal, face aos eventos tectônicos que alcançaram esta região. A superfície de aplanamento que corta as litologias Bambuí, na célula 75, exibe uma profunda meteorização associada, e da qual redondou a formação de solos arenosos residuais, pela intensa remoção das frações mais leves e finas. O ouro detectado pelo bateamento dos sedimentos reflete, provavelmente, esta concentração cada vez mais acentuada, na sucessão de episódios geológicos que se desdobram da época da sedimentação à erosão dentro do ciclo atual, mas não guarda, em princípio, indicações de uma zona com boas possibilidades econômicas.

Célula 289

A amostra VP-162 foi coletada a leste de Santo Hipólito, numa área de calcários e margas bastante tectonizados e situados próximo à borda da bacia Bambuí. Todavia, o conteúdo de 5 ppm de berílio dosado nesta amostra, não encerra um maior significado geoquímico, ainda mais que não se faz acompanhar por valores elevados de outros elementos, tanto no concentrado, como nos sedimentos da célula em questão.

Célula 418

Está localizada na bacia do rio Preto, cujo percurso desenvolve-se, ao sul de Fechados, mormente sobre quartzitos dos Grupos Macaúbas e Espinhaço. Assim, a anomalia de 4400 ppm de fósforo espelha, com mais propriedade, a contribuição de material proveniente daquelas litologias, haja visto a maior possibilidade de conterem quantidades expressivas de minerais de P, como a monazita e a xenotima, resistatos típicos. Nos sedimentos de corrente tomados sobre a sequência carbonática, os valores de fósforo mantêm-se em torno de 200 ppm, denotando uma acentuada diluição provocada pelas frações quartzosas da serra do Espinhaço.

Células 453, 456, 459 e 461

A geologia da região de Sete Lagoas, onde estas células se inscrevem, compreende calcários com algumas mineralizações sulfetadas (plumbíferas) e intercalações ardosianas. Conforme já foi relatado na parte concernente aos sedimentos, os materiais do ambiente secundário encerram quantidades apreciáveis de fósforo, e as anomalias

lias de 3800 a 4600 ppm deste elemento, em concentrados de minerais pesados, espelham esta característica. A boa associação entre os valores de P obtidos nos concentrados e sedimentos, está particularmente evidente na célula 459.

No caso das anomalias de Ag, com 1 ppm na célula 456, e de Au na célula 461 (19 ppm), as mesmas podem ser interpretadas como sendo decorrentes da presença de uma zona mineralizada, e enfatizam a necessidade do desenvolvimento de pesquisas assaz detalhadas na área em apreço.

Células 470 e 498

O conteúdo de 3900 ppm de fósforo, no concentrado de bateia do ponto AS-275 (célula 470), ao norte de Lagoa Santa, não encontra sustentação nos dados de sedimentos (450 a 850 ppm de P), apesar do pequeno tamanho da bacia de captação. Uma possível explicação para esta anomalia reside na dispersão essencialmente clástica do elemento, sob a forma de minerais resistatos não percebidos na amostragem de sedimentos. Já para a anomalia de ouro (20 ppm) detectada na célula 498, a leste de Lagoa Santa, observa-se um ambiente composto de calcários e ardósias fortemente tectonizados, evidenciando processos que favoreceram remobilizações e, quiçá, concentrações do metal, ainda no meio primário, constituindo um alvo para investigações mais detalhadas.

6.4 - Concentrados de minerais pesados em sequência clástica

6.4.1 - Células anômalas para chumbo, zinco e cobre

Células 44, 66 e 73

Estas células encontram-se situadas na parte norte da área trabalhada, numa faixa compreendida entre o povoado de São Geraldo e Francisco Sá, estendendo-se ao longo do contato da sequência pelítica do Grupo Bambuí com rochas do Grupo Macaúbas. A distribuição dos elementos e minerais pesados é influenciada, naturalmente, pelas drenagens que cortam quartzitos e outras litologias Macaúbas, provavelmente mascarando seus valores reais.

Os resultados em concentrados são anômalos para chumbo (700 ppm) e zinco (600 ppm), salientando-se que os dados para chumbo estão, de certa forma, em consonância com os de sedimentos. Contudo, estas anomalias nos sedimentos das mesmas bacias de captação dos concentrados, apresentam evidências de coprecipitação com óxidos secundários de Fe e Mn, e a própria quantidade da fração pesada, relativamente elevada nas amostras em questão (35 e 54 gramas), pode ser considerada indicativa de uma parcela influente de chumbo capturado pelos óxidos e hidróxidos dos elementos maiores.

De qualquer maneira, faz-se necessária uma investigação analítica especial, para verificar o grau de dependência dos metais-traço em relação aos elementos Fe e Mn, pois o nível carbonático existente próximo à borda da bacia Bambuí, ainda que não seja dolomítico, pode encerrar depósitos sulfetados, cuja possibilidade de detecção cresce em função de um adensamento da amostragem.

Célula 89

A bacia do rio do Cedro, ao norte de Montes

Claros, drena, quase que exclusivamente, calcários da Formação Paraopeba. Os fortes contrastes obtidos para as anomalias de Pb (1000 ppm), Zn (420 ppm) e Cu (200 ppm) devem-se, justamente, à presença da sequência carbonática à montante do ponto de amostragem, afastadas as hipóteses de contaminação por atividades industriais. A célula 88, da mesma bacia, revelou-se igualmente anômala para Pb e Cu, e as recomendações são, novamente, no sentido de um maior aprofundamento dos trabalhos nesta área.

Célula 144

Localiza-se a oeste de Jequitaiá, no contato das ardósias do Grupo Bambuí com conglomerados e quartzitos do Grupo Macaúbas. As amostras de solo e sedimento coletadas na região não fornecem qualquer subsídio para a explicação da anomalia de chumbo no ponto JJ-8 (1000 ppm), sugerindo uma dispersão mecânica predominante deste elemento na drenagem, em parte corroborada pela detecção de ouro (0,35 ppm) no mesmo concentrado. Um melhor equacionamento da origem da anomalia de chumbo, só poderá ser alcançado mediante um exame mais acurado desta área.

Célula 212

A anomalia de 2000 ppm de chumbo, no córrego Caatinga, a SE de Engenheiro Dolabela, não foi confirmada nas diversas amostras de concentrado e sedimento coletadas à montante, feição que lhe restringe em muito a importância. A pequena quantidade de material pesado recuperado (0,3 grama) não permite, também, uma avaliação mais segura do seu significado geoquímico. Como há uma contribuição de material carbonático, por parte dos tributários da

margem direita do córrego Caatinga, esta parte da área pode ser tomada como objeto de estudos adicionais.

Célula 226

A célula 226, onde foi coletada a amostra JJ-51, situa-se a SW de Francisco Dumont, e é portadora de uma anomalia de 20.000 ppm de chumbo, indicando que praticamente todo o metal contido nos sedimentos (6 ppm) sofre um provável processo de dispersão clástica. A inexistência de afloramentos de rochas calcárias, nesta parte da bacia do córrego Riachão, constitui um fator bastante limitativo da expressão da anomalia, mas o forte contraste exibido em relação ao "background", exige um esclarecimento através da efetuação de trabalhos mais detalhados. Por outro lado, a marcante influência exercida pelos quartzitos dos Grupos Macaúbas e Espinhaço, leva a um considerável aumento da área a ser pesquisada.

Células 229 e 501

Estão situadas a SW de Engenheiro Dolabela, sobre ardósias da Formação Paraopeba, e contêm valores anômalos para chumbo (700 ppm no ponto JJ-60) e zinco, com 370 ppm no ponto JJ-740.

Também para as amostras destas células ocorre um aspecto prejudicial à uma apreciação mais afirmativa, qual seja, a quantidade muito baixa de material recuperado (0,7 e 3 gramas). Assim, se bem que as anomalias em concentrados indiquem uma dispersão clástica, as mesmas podem ser consideradas valores fortuitos. Sugere-se um adensamento para verificação, numa etapa inicial, apenas da reprodutividade da amostragem por bateiamento,

já realizada nesta área.

No caso da célula 229, observa-se uma forte influência dos quartzitos do Grupo Macaubás sobre o material coletado, e quanto à célula 501, admite-se uma pequena parcela de contribuição carbonática, o que confere, também, uma certa relevância à anomalia de zinco. Os dados concernentes aos demais meios amostrados, não corroboram as anomalias acima discutidas.

Células 321, 330 e 340

A região ao sul de Curvelo, constituída de ardósias da Formação Paraopeba drenadas pelos ribeirões do Maquiné e Santo Antônio, não evidenciou uma distribuição significativa para os metais-traço, tanto em sedimentos de corrente, como nos materiais suplementares. Desta forma, os altos conteúdos de chumbo (700 e 1000 ppm) registrados na região, têm a sua importância bastante diminuída por este aspecto, aliado à ausência de um ambiente mais favorável para mineralizações sulfetadas. A anomalia de 200 ppm de cobre, na célula 321, poderia ser investigada mais detalhadamente, pois não é de todo improvável um relacionamento com depósitos minerais.

Célula 366

O concentrado de bateia tomado no ribeirão do Melo, próximo à localidade de Araçaí, ao norte de Sete Lagoas, apresentou resultados bastante expressivos para os elementos chumbo (1000 ppm) e zinco (800 ppm). Não obstante o desconhecimento de afloramentos de rochas calcáreas na bacia desta célula de drenagem, bem como a não confirmação da anomalia pelos materiais restantes, tem-se

que a proximidade da zona mineralizada de Sete Lagoas e os altos contrastes exibidos em relação ao teor de fundo, exigem uma pesquisa sistemática para o esclarecimento do significado geoquímico das anomalias.

Célula 437

A anomalia de 500 ppm de cobre na amostra AS-71, coletada a WNW de Sete Lagoas, desperta algum interesse na medida em que se identifica com uma região mineralizada. Além disso, o sedimento de corrente do mesmo ponto mostra um conteúdo relativamente elevado deste metal (35 ppm), de modo que se faz mister o desenvolvimento de uma prospecção adicional.

Célula 451

Para a anomalia de cobre (200 ppm) desta célula, não pode ser desprezada a hipótese de processos de contaminação na rede de drenagem que corta as localidades de Sete Lagoas, Prudente de Moraes e o núcleo agrícola denominado Embrapa. Por outro lado, como esta célula é anomala de 1ª ordem para este metal em sedimentos de corrente, encerrando, inclusive, uma anomalia de 40 ppm, e se inscreve numa zona portadora de ocorrências sulfetadas, é recomendável a execução de uma nova etapa de prospecção.

Célula 483

Está localizada a oeste de São José de Almeida, na margem direita do rio das Velhas, onde predominam ardósias da Formação Paraopeba. Diante desse quadro, a anomalia de zinco (680 ppm) da célula em questão, reveste-se de uma importância bastante duvidosa, embora seja coincidente com uma anomalia de ouro (6 ppm). Os fortes e

ventos tectônicos que se fizeram presentes na região, podem ter levado a remobilizações metálicas relativamente expressivas, mas detectadas apenas nos concentrados, devido à dispersão clástica dominante. Este conceito obriga, por seu turno, à efetuação de trabalhos mais detalhados.

Células 489 e 499

A borda meridional da bacia de sedimentação Bambuí, nas redondezas de Jaboticatubas, já foi destacada anteriormente pelos elevados valores de manganês que ali se fazem presentes, em parte influenciados pelas rochas do Complexo Basal e do Grupo Espinhaço. No caso das anomalias de zinco (460 ppm) e cobre (700 ppm) observadas nos concentrados de minerais pesados, há novamente uma coincidência com altos conteúdos de manganês (mais de 5000 ppm) na fração mais densa, o que conduz à suposição de fenômenos de captura pelos óxidos deste elemento. A reamostragem da área e, em especial a análise dos metais extraíveis a frio, lançaria a luz necessária à avaliação do real significado geoquímico das referidas anomalias, ainda mais que o cobre desponta com um contraste anomalia/"background" pouco inferior a 20.

6.4.2 - Células anômalas para berílio, ouro e fósforo

Células 77, 78, 79, 107 e 151

As ardósias da Formação Paraopeba, ao sul de Montes Claros, encontram-se profusamente recortadas por veios de quartzo, em função das manifestações tectônicas que ali se processaram. Esta característica explica, ao menos em grande parte, os altos conteúdos de ouro (4,5 a

7 ppm) percebidos através dos concentrados, justificando-se, assim, uma campanha mais incisiva para definir as potencialidades da área. As anomalias de 5 ppm de berílio, não trazem consigo um maior interesse, embora haja uma coincidência com 5 ppm de ouro, no ponto JJ-677.

Células 114 e 115

São anômalas para fósforo, elemento que apresentou 4000 e 4600 ppm nos concentrados das mesmas, de certa forma confirmando as anomalias em sedimentos de corrente, pois a célula 114 mostrou alguns valores variáveis de 850 a 1100 ppm. Para a célula 115, também situada ao sul de Francisco Sá, observa-se uma contribuição mais pronunciada de material proveniente dos quartzitos do Grupo Macaúbas, incluindo, possivelmente, minerais detríticos, como a monazita. Apesar da configuração de uma zona com minerais de fósforo clasticamente dispersos, no rio Boa Vista e no córrego Mutamba, e portadora de um teor de fundo mais elevado, o fraco contraste das anomalias nas frações pesadas não sugere a necessidade de estudos adicionais.

Células 220 e 226

A anomalia de 5 ppm de berílio na célula 220, a oeste de Francisco Dumont, não se reveste de um maior significado geoquímico, mas no caso do alto teor de fósforo (16.000 ppm) detectada na célula 226, a SW dessa localidade, ressalta a associação com o elemento chumbo. Ainda que as anomalias de Pb e P não sejam, talvez, originárias de litologias do Grupo Bambuí, tendo em vista o seu posicionamento na borda da bacia, é imperativa a execução

de uma prospecção mais detalhada para estabelecer a sua real expressão.

Célula 230

A pequena porção de material pesado (0,6 grama) obtido no córrego Cachoeirinha, junto a Joaquim Felício, não assegura uma interpretação mais positiva para a anomalia de 5 ppm de ouro, cuja natureza só pode ser precisada através de uma programação complementar. A origem do referido metal está ligada, provavelmente, aos quartzitos da serra do Cabral.

Células 249 e 258

Estão situadas a SW de Augusto de Lima, no limite da bacia Bambuí com os quartzitos Macaúbas da serra do Cabral. A anomalia de 7,5 ppm de Au constitui, com mais propriedade, um reflexo da contribuição dos aludidos quartzitos, mas o interesse atribuível a esta zona é prejudicado, novamente, pela pequena parcela de material (dois grammas) correspondente à fração pesada. Quanto ao valor de 5 ppm de berílio, na célula 258, o mesmo se dá de uma maneira isolada em meio às ardósias do Grupo Bambuí, e não deixa entrever, intrinsecamente, um ambiente mais promissor.

Célula 274

Ocorre entre as localidades de Corinto e Santo Hipólito, e a anomalia de 40 ppm de ouro merece investigações mais acuradas, apesar dos minerais mais densos terem somado apenas 2 grammas. As recomendações no sentido de um "follow-up" nesta área, baseiam-se também nas possibilidades de remobilizações metálicas nas ardósias, rela

cionadas à tectônica.

Célula 302

A região entre Corinto e Curvelo compreende quase que exclusivamente ardósias da Formação Paraopeba, e na célula 302 não foi constatado um condicionamento promissor para mineralizações sulfetadas. Contudo, a anomalia de 50 ppm de berílio no concentrado do córrego Russinha, exige a aplicação de investigações especiais, como análises mineralógicas e colorimétricas do material, num primeiro estágio, e uma reamostragem da área, caso seja positivado algum indício de ocorrência.

Células 359, 362, 372, 392 e 396

Todas estas células são anômalas para ouro, metal que apresentou 4,5 a 14 ppm nos concentrados, e dispõem-se entre Santana de Pirapama e Jequitibá. A região é de domínio de ardósias da Formação Paraopeba, com frequentes veios de quartzo, que parecem se constituir na principal fonte do ouro carreado para a drenagem. Este aspecto proporciona a execução de um programa adicional de amostragem de rocha e por bateamento.

Célula 420

Encontra-se situada no contato do Grupo Bambuí com quartzitos conglomeráticos do Grupo Macaúbas, na região ao norte de Santana do Riacho, e apresentou um conteúdo fortemente anômalo para ouro (78 ppm). As características litológicas das unidades Bambuí e Macaúbas indicam um ambiente favorável para concentrações auríferas, cuja avaliação, por outro lado, requer uma maior densida

de de informações.

Células 438 e 440

As anomalias de ouro (12 e 19 ppm) e fósforo (5500 ppm) dessas células, ao norte de Inhaúma, estão relacionadas, de certa forma, com as mineralizações sulfetadas (galena) ali ocorrentes, além do fato de que na célula 440 foi detectada uma anomalia de zinco (95 ppm) em sedimentos.

A sequência pelítica desta zona admite frequentes, e por vezes espessas, intercalações de calcários, determinando uma ambiência bastante promissora em termos geo-econômicos, ratificada pelas anomalias de ouro. O alto conteúdo de fósforo representa, também, uma dispersão mecânica não percebida na amostragem de sedimentos de corrente.

Células 444, 449, 450 e 451

Localizam-se na zona de transição da sequência pelítica (ardósias) para o ambiente carbonático da região mineralizada de Sete Lagoas, ao norte desta localidade. Os resultados obtidos para os metais ouro (5 a 10 ppm) e prata, com 1 e 2 ppm em duas das amostras de concentrado, enfatizam a importância da área em questão, e validam o emprego da análise de frações pesadas na identificação de zonas com boas potencialidades econômicas. A associação da prata com o ouro assume características paragenéticas, fazendo-se necessária uma prospecção complementar para medir a significância das anomalias.

Células 483 e 494

Os concentrados de bateia tomados na região de domínio de ardósias da Formação Paraopeba, a oeste de São José de Almeida, revelaram importantes anomalias de ouro (6 e 15 ppm) e prata (5 ppm). Também neste caso é digna de nota a associação paragenética Au-Ag, bem como é expectável a existência de remobilizações metálicas resultantes de atividades tectônicas pós-sedimentares, cuja expressão só pode ser avaliada através de estudos mais detalhados.

TABELA 8

CÉLULAS ANÔMALAS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

NÚMERO DA CÉLULA	SEQÜÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)							
		Pb	Zn	Cu	P	F	Fe (%)	Mn	pH
009	1	28	52	20	287	485	3,1	(951)	6,8
027	1	(41)	64	25	904	432	3,7	(1040)	7,1
037	2	(30)	47	19	452	490	3,2	422	6,0
040	2	17	(60)	19	424	562	3,5	351	5,6
042	2	15	54	21	516	(729)	3,5	509	6,4
044	2	22	55	24	426	(877)	4,1	(663)	6,7
050	1	30	64	21	612	472	3,1	(997)	7,4
054	2	15	(60)	16	(549)	412	2,3	459	6,2
055	2	13	(64)	16	488	418	2,4	371	6,4
059	2	24	51	20	464	(735)	4,3	(690)	6,0
064	2	13	45	13	(573)	307	2,0	345	6,5
074	2	16	41	17	387	414	2,8	(606)	6,9
108	2	12	40	15	(563)	336	2,1	358	6,4
113	2	18	54	20	(566)	583	3,3	486	6,2
114	2	15	(63)	23	(783)	(874)	3,5	(586)	6,4
116	2	18	55	22	528	(770)	3,8	515	7,1
117	1	24	65	24	552	(785)	4,9	621	7,5
119	2	18	(67)	23	(742)	(811)	3,9	573	5,8
133	1	19	56	22	535	(923)	4,0	562	8,1
135	2	16	46	21	(566)	554	4,3	341	7,7
137	2	15	39	23	(653)	354	4,3	124	5,6
138	2	16	43	23	(667)	451	5,0	224	7,1
139	2	20	47	24	434	(721)	(5,8)	300	7,3
156	2	(33)	(64)	28	330	503	5,7	572	6,3
179	1	23	61	27	415	603	(6,3)	402	7,6
182	2	25	(65)	27	468	676	(6,1)	430	7,4
183	2	23	(71)	28	502	739	5,3	548	7,2
186	2	(38)	(78)	(35)	(565)	(695)	(9,6)	494	7,2
187	2	19	(64)	24	533	(695)	4,4	(614)	7,4
189	2	23	55	20	376	568	4,5	(633)	6,5
195	2	23	48	22	340	(682)	4,5	363	5,6
196	2	21	48	22	351	(761)	4,3	398	6,3
203	2	20	44	22	316	(934)	3,7	407	6,3
209	2	24	53	25	353	(694)	5,2	495	7,4
218	2	(31)	51	24	(635)	338	2,6	164	6,0
219	2	(34)	24	22	313	269	2,4	33	4,6
221	2	26	36	20	218	392	3,2	(579)	5,4
238	2	(37)	51	26	331	279	5,3	345	6,7
246	2	(33)	(59)	26	447	(773)	(5,8)	442	7,9
249	2	10	16	13	198	145	1,6	(792)	5,8
260	2	24	32	(30)	490	600	5,0	280	5,0
263	2	(30)	38	27	439	524	(5,8)	534	5,4
270	2	(31)	38	21	370	447	5,0	288	5,9
271	2	(30)	35	21	322	464	4,4	489	5,3
283	1	(34)	41	22	397	631	4,2	826	6,7
290	1	(35)	28	16	267	247	2,7	547	5,8
297	1	(34)	27	20	350	442	4,9	610	6,0
309	2	(47)	46	27	431	489	(7,3)	(797)	6,5
429	2	25	25	23	482	351	(6,0)	251	5,6
435	2	19	29	23	512	378	(8,1)	486	5,4
436	2	20	27	24	(775)	524	5,3	210	5,9
451	1	20	39	(30)	449	764	4,3	338	5,4
454	1	28	57	23	(998)	406	4,2	601	6,0
458	1	29	53	(30)	(1142)	672	4,2	487	5,0
459	1	27	(87)	28	(1475)	513	5,0	564	7,3
460	1	25	(82)	(32)	(1219)	595	4,3	(1153)	5,9
462	1	28	54	18	777	410	4,4	(1050)	6,5
467	1	16	39	24	(1101)	497	5,2	813	6,1
469	1	14	35	21	646	624	(5,4)	173	5,6
474	1	15	49	20	(939)	384	3,7	561	5,7
485	2	19	41	(33)	420	509	5,2	176	5,3
489	2	08	24	10	250	197	1,4	(990)	6,0
497	2	16	32	21	316	257	3,4	(1219)	6,4
498	2	18	34	23	491	244	4,4	(3522)	6,3
499	2	16	37	22	280	281	3,1	(3201)	7,1
500	2	(30)	44	(30)	281	360	4,8	522	6,0
506	2	(31)	44	(29)	285	303	5,0	467	6,1

Obs: () - Teor médio anômalo do elemento na célula

1 - Sequência carbonática

2 - Sequência clástica

TABELA 9
VALORES ANÔMALOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

NÚMERO DA CÉLULA	NÚMERO DA AMOSTRA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)								pH	NÚMERO DA CÉLULA	NÚMERO DA AMOSTRA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)							
			Pb	Zn	Cu	P	F	Fe(%)	Mn	pH					Pb	Zn	Cu	P	F	Fe(%)	Mn	pH
003	CH-316	2	29	65	22	550	120	3,1	(1300)	8,0	129	CH-722	1	29	(85)	28	925	450	6,1	1100	8,5	
015	CH-453	1	28	50	22	450	(1100)	3,5	850	7,7	130	CH-707	1	25	(95)	30	900	425	5,4	640	8,8	
015	CH-454	1	35	60	23	350	(1400)	4,8	880	6,7	130	CH-708	1	26	(80)	29	850	500	5,1	960	7,9	
019	CH-470	1	(50)	55	22	275	600	4,1	1500	8,8	131	CH-724	1	24	(90)	29	675	700	5,7	760	7,7	
015	CH-472	1	(50)	50	18	350	700	3,9	1100	9,1	133	CH-741	1	14	45	19	450	(1000)	3,2	380	8,4	
016	CH-306	1	(50)	45	22	525	500	4,6	1400	7,2	133	CH-742	1	20	50	20	650	(1000)	4,1	530	7,7	
017	CH-294	1	45	75	26	600	900	4,3	(1900)	6,9	133	CH-747	1	20	70	26	500	(1000)	4,8	700	7,7	
019	CH-394	1	22	70	24	450	(1800)	3,0	500	7,3	135	CH-730	2	16	40	24	(750)	350	5,4	140	5,9	
023	CH-416	2	(50)	55	27	275	375	3,7	1100	6,8	135	CH-731	2	15	40	22	(1100)	600	4,6	440	7,7	
027	CH-577	1	(60)	(80)	30	1200	425	4,3	940	8,1	136	CH-752	1	28	(90)	35	450	700	5,5	590	8,0	
027	CH-579	1	(55)	60	27	850	475	4,3	1300	6,5	136	CH-754	1	21	(90)	26	650	900	6,2	560	8,4	
028	CH-557	1	(55)	75	26	625	600	3,9	1300	8,2	136	CH-755	1	25	(80)	25	500	600	6,6	620	7,7	
028	CH-552	1	(50)	45	16	925	350	1,9	400	8,2	137	CH-710	2	13	45	26	(900)	375	3,8	100	6,4	
029	CH-343	1	24	45	17	400	(1100)	3,9	580	6,4	137	CH-711	2	14	30	19	(750)	325	4,7	130	6,1	
029	CH-576	1	20	(90)	19	1200	475	2,7	580	7,2	137	CH-712	2	16	45	23	(800)	400	5,1	150	5,2	
041	CH-151	2	40	50	19	575	475	6,3	(1200)	6,4	138	CH-715	2	14	50	24	(1300)	375	5,6	220	7,9	
041	CH-642	2	18	45	16	(1000)	375	3,7	340	6,5	138	CH-716	2	17	45	24	(925)	375	5,0	180	7,5	
042	CH-208	2	16	75	28	525	(1100)	3,9	510	5,8	138	CH-717	2	15	45	26	(850)	325	4,3	240	6,3	
042	CH-212	2	19	60	24	525	(1000)	4,0	620	6,9	139	CH-766	1	28	60	30	500	700	(8,4)	280	7,6	
044	CH-215	2	(50)	65	30	525	900	6,5	(1200)	7,5	155	JJ-218	1	35	65	(40)	325	700	4,5	1100	6,0	
044	CH-216	2	26	65	29	600	(1000)	4,5	1000	7,1	156	JJ-213	2	40	(90)	(40)	400	600	7,0	890	6,3	
044	CH-218	2	18	60	27	725	(1000)	3,6	600	5,7	156	JJ-214	2	40	(90)	35	475	800	(8,5)	580	6,4	
045	CH-555	1	28	75	35	975	250	4,7	(2000)	7,4	157	JJ-229	2	25	(400)	(40)	350	700	4,9	650	6,1	
046	CH-567	1	28	(100)	35	(1500)	400	3,8	410	6,8	171	JJ-403	2	29	(85)	26	375	450	5,7	870	8,3	
047	CH-379	1	30	(90)	26	(1300)	600	2,7	770	8,3	171	JJ-404	2	30	(80)	28	375	425	6,5	500	7,1	
048	CH-377	2	21	70	21	(900)	600	3,6	480	7,0	179	JJ-420	2	40	(90)	35	500	400	(8,10)	560	7,8	
049	CH-564	1	(50)	75	26	750	425	3,6	480	7,8	179	JJ-421	2	28	75	35	550	600	(8,6)	400	7,8	
049	CH-568	1	(50)	60	24	500	300	3,8	460	6,9	180	JJ-427	2	27	55	25	475	600	(8,4)	330	7,1	
050	CH-501	1	25	(80)	18	550	700	3,0	1000	7,1	182	JJ-438	2	35	65	29	575	600	(8,6)	480	7,6	
051	CH-562	1	32	70	24	(1100)	325	5,3	1500	7,5	182	JJ-451	2	30	(80)	29	550	600	7,4	580	8,6	
053	CH-491	2	23	(85)	21	450	375	3,2	1000	6,9	183	JJ-429	2	30	70	29	400	600	(7,6)	430	7,6	
054	CH-488	2	15	(85)	18	(850)	600	2,2	510	6,0	183	JJ-432	2	27	(85)	26	475	700	7,1	(1400)	8,8	
055	CH-631	2	14	(80)	16	550	375	2,5	560	7,3	183	JJ-434	1	18	(80)	28	450	(1100)	3,6	750	6,5	
058	CH-194	2	19	55	24	(925)	600	3,1	210	5,1	183	JJ-436	2	(60)	(100)	(50)	500	700	(7,8)	(1200)	7,1	
063	CH-610	2	13	50	19	(750)	325	2,3	300	5,7	186	JJ-442	2	45	(85)	(45)	575	600	(8,8)	530	7,7	
064	CH-612	2	14	50	14	(750)	350	2,2	340	6,9	186	JJ-441	2	(60)	(110)	(50)	675	700	(8,10)	700	8,1	
065	CH-618	2	12	55	16	(750)	275	1,4	180	5,9	186	JJ-446	2	(50)	(85)	35	675	700	(8,10)	580	7,7	
073	CH-166	2	(50)	65	(40)	550	150	(8,1)	820	7,3	186	JJ-447	2	30	60	29	550	600	(8,6)	410	7,4	
075	JJ-656	1	(50)	35	23	325	475	4,9	350	6,6	187	JJ-482	2	35	(85)	(40)	550	700	7,4	730	5,8	
075	JJ-657	1	28	30	30	450	700	(7,2)	270	5,2	187	JJ-485	2	30	(80)	35	450	700	6,1	820	7,9	
081	CH-788	1	(55)	55	30	325	800	6,0	1200	7,6	189	JJ-503	2	(50)	(80)	30	350	450	7,2	720	6,1	
081	CH-789	1	(60)	50	24	400	800	4,8	1300	7,7	190	JJ-493	1	20	60	(40)	950	700	(6,9)	(1900)	8,3	
081	CH-790	1	(50)	50	26	350	(1000)	5,0	700	8,1	190	JJ-495	1	20	65	22	750	(1000)	3,1	740	7,8	
087	CH-958	1	(50)	50	(45)	725	475	3,4	140	7,9	195	JJ-170	2	(65)	(80)	(40)	500	700	7,0	(1800)	6,1	
088	CH-886	1	29	70	(50)	1100	375	2,9	840	8,4	196	JJ-506	2	(60)	70	35	400	700	7,4	900	6,2	
090	CH-884	1	45	65	(40)	450	475	6,5	720	5,7	201	JJ-152	2	(60)	65	35	450	600	(8,10)	600	5,5	
090	CH-885	1	45	75	(40)	450	400	(7,0)	920	6,8	203	JJ-159	2	26	65	24	175	(1500)	3,4	580	5,6	
091	CH-814	1	35	65	35	325	700	(7,2)	800	7,9	203	JJ-162	2	19	40	23	425	(1100)	3,9	250	7,2	
094	CH-875	2	23	50	20	400	375	3,3	(1200)	7,0	209	JJ-559	2	(55)	(100)	(45)	450	700	(8,4)	1000	7,7	
097	CH-888	2	(60)	28	17	350	425	3,6	270	5,2	218	JJ-539	2	(100)	25	(50)	(1100)	90	2,4	23	4,0	
107	CH-926	2	19	30	23	(800)	190	4,6	140	6,0	218	JJ-540	2	32	(130)	21	450	350	4,4	240	7,8	
108	CH-535	2	10	65	20	(825)	500	2,2	490	7,0	218	JJ-541	1	25	(80)	25	725	450	4,2	340	4,7	
113	CH-270	2	17	(85)	23	(850)	700	3,5	780	5,8	218	JJ-549	2	25	60	35	(1100)	350	1,5	200	7,8	
114	CH-234	2	15	70	25	(875)	900	3,3	450	5,3	219	JJ-544	2	(50)	11	25	500	250	1,7	11	4,5	
114	CH-237	2	14	65	22	(1160)	900	3,0	410	6,0	219	JJ-546	2	(50)	50	28	625	275	(7,8)	90	4,6	
114	CH-238	2	13	70	23	(850)	(1000)	3,5	660	8,0	222	JJ- 23	2	17	30	16	(825)	325	7,0	(5400)	6,5	
115	CH-230	2	20	60	26	525	(1000)	4,5	570	6,0	224	JJ- 38	2	(50)	40	28	275	475	5,4	(1600)	5,6	
116	CH-291	2	18	65	25	(750)	(1000)	3,7	720	7,1	229	JJ- 61	2	12	40	15	(875)	275	(8,10)	870	5,2	
116	CH-292	2	24	55	25	675	(1000)	4,6	670	6,9	238	JJ-635	2	(95)	55	35	325	300	6,4	660	6,4	
117	CH-261	1	30	(80)	35	625	(1000)	4,3	700	7,8	238	JJ-639	2	(95)	60	29	500	200	(8,6)	380	8,4	
119	CH-250	2	16	(80)	26	(1100)	900	4,6	(1500)	6,4	244	JJ-305	1	30	50	20	375	300	(8,8)	460	7,1	
119	CH-253	2	19	70	29	675	(1100)	4,2	580	6,6	244	JJ-311	1	45	75	(40)	525	500	(8,10)	500	6,5	
119	CH-255	2	14	75	24	(750)	(1000)	3,8	340	5,2	245	JJ-325	2	30	50	29	400	(1250)	7,4	(1400)	8,5	
119	CH-644	2	13	(85)	23	(950)	600	2,9	330	5,7	245	JJ-326	2	25	40	25	225	(1750)	5,9	340	4,6	
120	CH-265	1	22	55	23	575	(1000)	4,5	420	7,8	246	JJ-330	1	28	55	25	450	(4750)	5,9	760	9,0	
127	CH-701	1	25	(85)	30	450	325	4,4	600	8,0	246	JJ-331	1	40	55	30	550	300	(9,4)	340	6,8	
129	CH-693	1	19	60	23	825	600	4,0	(1800)	8,1	246	JJ-336	2	(60)	(90)	35	450	(6000)	7,4	880	8,7	
129	CH-699	2	20	65	23	(800)	600	4,0	540	7,1	246	JJ-644	2	(85)	50	30	350	190	(8,0)	920	7,2	

TABELA 9 (CONT.)

NÚMERO DA CÉLULA	NÚMERO DA AMOSTRA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)								pH	NÚMERO DA CÉLULA	NÚMERO DA AMOSTRA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)								pH
			Pb	Zn	Cu	P	F	Fe(X)	Mn						Pb	Zn	Cu	P	F	Fe(X)	Mn		
249	JJ-276	2	(89)	(120)	(65)	575	800	7,0	(0 10000)	6,2	459	AS-124	1	29	(85)	30	(1300)	600	4,3	350	7,2		
249	JJ-277	2	9	10	8	100	90	1,0	(1800)	6,3	459	AS-125	1	20	(85)	25	(1300)	375	6,0	640	7,3		
256	JJ-253	1	(35)	35	25	400	500	5,5	1000	6,3	460	AS-117	1	28	75	35	(1400)	375	5,7	1100	6,4		
259	VP- 67	2	(50)	45	28	525	325	7,0	820	5,8	460	AS-118	1	24	75	(40)	(2000)	500	6,2	1200	5,3		
261	VP- 76	2	35	45	35	525	700	(7,8)	440	6,1	460	AS-145	3	43	(420)	(60)	(2700)	(2250)	3,6	(1100)	7,1		
263	VP- 8	2	45	35	28	475	600	(8,2)	540	5,0	461	AS-251	1	27	70	(45)	575	4,25	3,7	1100	8,4		
263	VP- 11	2	26	50	30	(823)	600	5,8	(1200)	7,0	462	AS-128	1	30	(80)	20	1100	825	(7,6)	(1100)	7,5		
276	VP-711	2	(75)	40	25	350	425	5,9	1000	4,7	462	AS-132	1	35	(95)	25	1200	900	4,8	(1700)	7,0		
281	VP-717	2	30	27	27	350	700	(7,8)	500	5,8	462	AS-136	1	30	30	13	400	160	2,6	(1300)	5,6		
282	VP- 85	1	(65)	40	23	400	275	(8,0)	950	6,1	462	AS-137	1	17	35	10	575	280	3,6	(1900)	5,6		
283	VP- 87	1	40	45	27	650	(1000)	3,8	1100	7,9	462	AS-185	1	(80)	(90)	27	925	800	5,4	1000	5,8		
283	VP- 91	1	(65)	65	(40)	525	600	(7,7)	1300	6,3	463	AS-174	1	15	50	30	475	400	3,6	(4500)	7,1		
288	VP-158	1	(65)	45	(40)	275	H 700	3,6	920	5,9	463	AS-331	1	40	75	30	(1700)	170	(8,2)	1500	6,7		
290	VP-183	1	(100)	40	21	375	325	2,9	780	6,4	465	AS-334	1	24	60	27	(2400)	375	4,2	410	7,3		
290	VP-184	1	(55)	35	20	275	200	3,2	920	5,9	467	AS-312	1	15	89	19	750	600	(7,2)	560	5,6		
295	VP-174	1	40	30	21	375	(1000)	4,0	650	6,0	467	AS-313	1	39	60	30	975	600	5,2	(1300)	5,2		
298	VP-216	1	30	40	24	675	(1000)	4,5	450	7,1	467	AS-580	1	16	70	35	(2600)	700	(7,4)	1600	7,8		
298	VP-219	1	45	60	30	450	(1300)	4,8	790	6,7	467	AS-335	1	16	55	28	(1700)	425	5,2	1400	8,1		
303	VP-223	2	21	17	26	(800)	400	5,0	220	5,9	468	AS-299	1	17	45	24	625	(1000)	4,8	400	5,3		
309	VP-239	2	(75)	70	30	500	600	(8,0)	1100	6,8	468	AS-300	1	17	45	26	1100	900	(6,8)	320	5,8		
309	VP-240	2	(85)	50	30	500	600	(0 10)	(1300)	6,0	471	AS-314	1	12	45	20	(2500)	450	(8,8)	(6300)	7,5		
309	VP-241	2	(50)	45	35	475	700	(8,4)	710	7,3	472	AS-288	1	16	40	30	975	(1200)	4,2	760	6,3		
314	VP-263	2	16	35	25	375	(1000)	4,2	340	6,1	472	AS-289	1	8	(140)	16	(1700)	800	2,1	600	7,6		
321	VP-389	2	15	35	28	500	300	(8,4)	1100	4,6	472	AS-309	1	20	50	28	(1400)	600	5,2	960	7,1		
330	VP-483	2	13	19	11	225	(4000)	2,6	130	5,0	473	AS-280	1	15	30	28	(1600)	700	(8,0)	200	6,9		
335	VP-508	2	(60)	30	30	350	400	5,6	(1300)	5,5	473	AS-283	1	15	30	28	(1600)	700	(8,0)	200	6,9		
343	VP-453	2	19	(90)	22	275	475	3,6	330	7,0	473	AS-284	1	35	79	(50)	900	400	(6,8)	(4000)	7,4		
346	VP-512	2	12	25	13	325	325	3,3	(1200)	7,6	473	AS-297	1	26	45	25	575	600	4,3	(4500)	7,0		
360	AS- 85	2	15	(90)	22	400	300	2,7	320	5,5	473	AS-443	1	(50)	65	(40)	450	600	4,4	(2800)	7,4		
367	AS-444	2	28	(80)	30	500	800	4,1	940	5,9	474	AS-290	1	10	39	19	(1300)	600	4,1	960	6,4		
386	VP-666	2	25	(80)	(50)	325	500	3,5	85	4,5	474	AS-293	1	20	79	29	(1500)	450	4,2	760	7,0		
400	VP-365	1	(80)	60	35	475	475	(7,8)	(3000)	7,5	475	AS-212	2	19	35	20	350	350	4,0	(1200)	5,8		
400	VP-366	1	28	40	29	450	(1000)	5,1	660	5,2	477	AS-202	2	35	50	(40)	625	600	5,6	380	4,3		
400	VP-369	1	(55)	60	(40)	350	600	5,9	1100	4,9	485	AS-429	2	24	45	(40)	400	700	5,9	190	4,9		
400	VP-370	1	(60)	60	30	400	800	5,4	1200	4,8	485	AS-434	2	20	45	(36)	425	500	5,5	250	4,6		
401	VP-394	1	(50)	30	14	375	275	3,4	1400	8,5	489	AS-379	2	6	20	6	175	100	0,8	(1600)	5,9		
402	VP-557	1	28	65	(40)	350	700	4,7	1100	5,9	489	AS-382	2	40	(80)	17	450	275	3,1	(0 10000)	5,8		
411	AS-500	2	30	(80)	15	450	500	6,3	500	6,4	490	AS-374	2	21	30	17	250	300	2,4	(1300)	7,2		
413	AS-493	2	14	35	15	225	180	2,1	(1600)	6,7	490	AS-375	2	14	40	19	250	475	2,5	(2700)	6,8		
429	AS-355	2	14	21	24	(750)	450	5,0	200	5,3	490	AS-377	2	8	23	9	175	450	3,2	(1700)	6,4		
429	AS-622	2	26	29	27	700	400	(0 10)	100	4,9	494	AS-259	2	27	50	25	(900)	475	4,6	420	5,6		
434	AS-187	2	19	45	24	(1300)	475	5,6	170	5,6	494	AS-261	2	18	45	21	(800)	225	3,1	310	4,9		
434	AS-614	2	(50)	22	28	300	275	6,1	530	4,7	497	AS-352	2	18	26	20	275	130	1,8	(1600)	6,6		
435	AS-607	2	18	35	23	625	500	(8,2)	(1300)	6,0	497	AS-353	2	26	45	30	350	275	3,8	(1500)	7,3		
435	AS-608	2	14	30	22	700	425	(0 10)	880	6,0	497	AS-354	2	21	30	25	325	225	4,2	(1500)	6,7		
436	AS-257	2	20	30	24	(950)	600	9,2	220	5,4	498	AS-338	2	21	40	27	(800)	225	4,8	(4000)	6,9		
437	AS- 71	2	20	50	35	(923)	600	(7,6)	520	6,0	498	AS-344	2	24	23	22	(1300)	250	9,8	(4000)	5,8		
440	AS- 55	1	20	(95)	23	725	600	2,4	370	6,8	498	AS-345	2	45	60	(40)	725	425	5,8	(0 10000)	6,5		
442	AS-206	2	23	(110)	30	400	700	4,2	650	5,8	498	AS-346	2	18	45	25	450	300	5,9	(0 10000)	7,0		
442	AS-213	2	21	45	(50)	500	325	3,9	200	4,5	498	AS-347	2	14	45	22	400	250	3,4	(1400)	5,8		
450	AS-162	2	17	30	17	675	325	3,9	(1400)	5,9	498	AS-359	1	15	27	19	275	190	5,3	(2300)	6,3		
451	AS- 46	1	16	55	(40)	525	900	4,6	280	5,7	499	AS-349	2	14	35	17	275	200	2,1	(1500)	6,7		
452	AS- 36	1	35	69	(40)	725	(1000)	4,4	430	7,2	499	AS-350	2	16	40	27	375	375	3,9	(10000)	6,9		
454	AS- 14	1	(270)	35	20	550	350	1,9	250	6,3	499	AS-351	2	23	40	26	425	425	4,3	(2800)	7,5		
454	AS- 99	1	16	45	19	(2000)	325	(7,4)	(5600)	6,4	499	AS-357	2	14	29	19	175	275	2,8	(2900)	7,5		
454	AS-101	1	22	(100)	23	(1300)	475	2,7	490	6,4	499	AS-350	2	14	45	24	225	200	2,7	(1900)	6,2		
454	AS-341	1	20	45	22	(1700)	325	5,0	180	5,9	500	JJ-733	2	(85)	75	(55)	450	325	7,4	660	4,7		
454	AS-342	1	24	75	22	(1700)	425	5,0	940	5,6	502	JJ-719	2	(55)	50	(45)	275	425	6,0	660	4,7		
455	AS- 13	1	13	40	22	1100	275	(8,4)	390	6,5	503	JJ-721	1	(55)	69	35	300	425	5,5	480	6,3		
455	AS- 13	1	28	60	27	(1300)	600	6,2	400	5,0	506	JJ-735	2	(55)	50	(40)	325	425	9,7	640	6,0		
455	AS- 15	1	35	(160)	29	825	500	4,4	740	6,9	506	JJ-736	2	(55)	60	(40)	350	300	5,9	600	5,9		
457	AS- 30	1	18	50	25	(1800)	600	4,9	160	5,7	507	JJ-722	1	(65)	70	29	325	450	5,8	700	6,6		
458	AS-141	1	(70)	(100)	(40)	(2200)	600	6,5	740	6,0	507	JJ-724	2	(50)	40	20	225	275	2,9	300	5,5		
458	AS-146	1	35	70	(40)	(1700)	475	6,2	1300	5,8	508	JJ-701	2	(60)	55	29	325	325	5,6	60	9,9		
458	AS-247	1	16	45	23	900	(1000)	3,6	440	4,4	511	VP-682	2	18	45	21	(975)	600	6,0	110	4,5		
459	AS-122	1	35	(90)	30	(1900)	600	4,9	800	7,1	511	VP-685	2	(50)	45	23	300	450	4,3	270	5,7		

Obs: () - teor máximo do elemento
 1 - Sequência carbonática
 2 - Sequência elástica

TABELA 10

VALORES ANÔMALOS EM CONCENTRADOS DE MINERAIS PESADOS

NÚMERO DA CÉLULA	NÚMERO DA AMOSTRA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)						
			Pb	Zn	Cu	Be	Au	P	Ag
22	CH-420	1	50	(420)	15	2	N 0,05	2500	-
23	CH-434	1	500	280	200	(5)	N 0,05	1200	-
24	CH-430	1	200	320	100	(5)	N 0,05	1200	-
44	CH-219	2	(700)	160	20	1	N 0,05	2500	-
66	CH-621	2	150	(600)	100	L 1	I	1900	-
73	CH-170	2	(700)	280	100	1	N 0,05	1400	-
75	JJ-656	1	100	85	10	L 1	(6,0)	1800	-
77	JJ-669	2	200	190	100	1	(7,0)	2200	-
78	JJ-667	2	200	200	100	1,5	(4,5)	2300	-
79	JJ-677	2	200	200	100	(5)	(5,0)	2300	-
88	CH-886	1	(1000)	280	(300)	1	N 0,10	2200	-
89	CH-852	2	(1000)	(420)	(200)	L 1	N 0,05	1800	-
107	CH-773	2	200	140	20	(5)	0,10	2600	-
114	CH-236	2	150	180	70	1	N 0,05	(4000)	-
115	CH-228	2	200	260	70	L 1	N 0,05	(4600)	-
144	JJ-008	2	(1000)	110	20	L 1	0,35	500	-
151	JJ-359	2	100	160	30	(5)	N 0,05	1500	-
212	JJ-577	2	(2000)	-	10	N 1	I	2300	-
220	JJ-015	2	100	190	100	(5)	0,40	1400	-
226	JJ-051	2	(20000)	210	150	(5)	N 0,05	(16000)	-
229	JJ-060	2	(700)	130	150	1	N 0,05	2300	-
230	JJ-337	2	100	70	70	L 1	(5,0)	2000	-
249	JJ-274	2	500	180	150	L 1	(7,5)	2100	-
258	JJ-241	2	70	120	100	(5)	N 0,05	1400	-
274	VP-707	2	100	180	30	L 1	(40,0)	2200	-
279	VP-123	1	200	190	(300)	1	N 0,15	1800	-
289	VP-162	1	200	210	70	(5)	N 0,15	1800	-
302	VP-221	2	100	55	20	(50)	N 0,05	525	-
321	VP-386	2	200	110	(200)	1	N 0,25	3600	-
330	VP-486	2	(1000)	210	70	1	N 0,10	1300	-
340	VP-465	2	(700)	220	50	1	N 0,35	1500	-
359	AS-004	2	50	160	10	L 1	(14,0)	1600	-
362	AS-056	2	20	130	50	L 1	(14,0)	3600	-
366	AS-653	2	(1000)	(800)	100	N 1	N 0,10	2200	-
372	AS-087	2	100	140	10	L 1	(7,0)	1100	-
392	AS-555	2	150	100	50	L 1	(4,5)	2000	-
396	AS-596	2	50	80	10	L 1	(7,0)	2200	-
418	VP-632	1	300	180	50	N 1	N 0,10	(4400)	-
420	AS-577	2	200	180	30	N 1	(78,0)	3200	-
437	AS-071	2	100	85	(500)	L 1	N 0,05	2200	-
438	AS-058	2	100	310	70	N 1	(19,0)	(5500)	-
440	AS-060	2	30	200	50	2	(12,0)	3300	-
444	AS-109	2	100	90	50	3	(6,0)	550	-
449	AS-218	2	50	190	50	1	(10,0)	1200	2
450	AS-162	2	150	45	15	2	(5,5)	1200	-
451	AS-151	2	200	230	(200)	3	(5,0)	2400	1
453	AS-318	1	500	60	50	1	0,40	(4600)	-
456	AS-044	1	200	260	30	3	2,5	(3800)	1
459	AS-125	1	100	340	70	2	4,0	(3900)	-
461	AS-251	1	100	160	30	1	(19,0)	1500	-
470	AS-275	1	20	270	50	1	3,0	(3900)	-
483	AS-264	2	100	(680)	70	1	(6,0)	1000	-
489	AS-379	2	150	(460)	100	2	0,15	2200	-
494	AS-260	2	70	210	50	1	(15,0)	1100	5
498	AS-359	1	200	170	150	L 1	(20,0)	1000	-
499	AS-357	2	200	230	(700)	L 1	N 0,05	1200	-
501	JJ-740	2	100	(370)	150	L 1	N 0,25	2700	-

Obs.: () - Teor anômalo do elemento
1 - Sequência carbonática
2 - Sequência clástica

7 - CONCLUSÕES

- Os mapas geoquímicos confeccionados para os sedimentos de corrente apresentam uma boa estabilidade, a julgar pelos resultados alcançados estatisticamente através da análise de variância ("one-way design"); no caso dos concentrados de minerais pesados não foi testada a representatividade dos dados, pois não foram tomadas amostras duplicatas.

- As características da drenagem de parte da área trabalhada, em especial nos municípios de Capitão E néas, Francisco Sá e Janaúba, nem sempre permitiram uma a mostragem normal dos sedimentos de corrente, devido à inexistência de material ou mesmo de calhas bem formadas nos vales. Este aspecto impediu, inclusive, a coleta de um grande número de concentrados, e por vezes restringiu a significancia das determinações realizadas nos minerais pesados.

- A prospecção regional revelou o acerto na escolha dos parâmetros geoquímicos mais adequados, definidos pelo levantamento orientativo, como fração granulométrica, densidade de amostragem sobre uma e outra sequência litológica, além da área da bacia de captação e ordem de drenagem. Neste sentido, cabe salientar que os resultados foram bastante satisfatórios, destacando-se a detecção de zonas mineralizadas, com ocorrências conhecidas de sulfetos de Pb e Zn e manganésíferas, bem como a configuração de novas regiões de altas potencialidades geo-econômicas.

- Em contraposição, algumas zonas exibem poucas possibilidades de conterem mineralizações sulfetadas ex

pressivas, sobressaindo-se as áreas de domínio de rochas da sequência clástica, particularmente aquelas puramente pelíticas e situadas entre Corinto e Cordisburgo. Dentro da sequência carbonática, os calcários e margas das faixas ocorrentes entre Montes Claros-São João da Ponte, Guaraciama-Francisco Sá e Monjolo-Santana do Riacho, denotaram um condicionamento pouco favorável, onde a ausência de calcários dolomíticos alinha-se ao lado de uma distribuição geoquímica enquadrada na população de fundo dos metais.

- A análise da fração pesada total dos concentrados de bateia não constitui uma sistemática apropriada, pois não fornece uma boa distinção entre zonas mineralizadas e "estéreis". A maior acuracidade da investigação é prejudicada, mormente, pela influência exercida por quantidades variáveis de limonita e óxidos cristalinos de ferro. Contudo, a pequena quantidade de minerais pesados, inerente às litologias Bambuí, levou à não realização de uma separação magnética, mas a análise dos concentrados, por outro lado, ainda assim é útil como complemento aos sedimentos de corrente.

- Exceção feita ao elemento zinco, ocorre uma má associação entre os sedimentos (pontos de controle) e concentrados, e a correspondência de dados dá-se melhor na comparação com as amostras de solos. Em relação às rochas e seixos, o comportamento das diversas variáveis analíticas é praticamente independente, no confronto com os sedimentos.

- As zonas de margas constituem uma importante sub-fácies, pois apresentam características que se identificam tanto com a sequência pelítica (clástica), quando se considera os altos conteúdos dos metais-traço no ambiente

te primário, como com a sequência carbonática, no caso do ambiente secundário. Estes aspectos recomendam uma diferenciação dos horizontes margosos do Grupo Bambuí, nas áreas selecionadas para levantamentos mais detalhados.

- Alguns outros fatores geológicos também influem grandemente na distribuição dos elementos, como a quantidade de material orgânico e as contribuições quartzosas dos sedimentos provenientes das serras do Espinhaço e do Cabral. Os principais efeitos percebidos foram, respectivamente, acréscimos e diluições nas concentrações dos metais chumbo, zinco e cobre.

- Embora as medições do grau de acidez da água auxiliem melhor na caracterização do ambiente geoquímico, a aferição do pH dos sedimentos mostrou ser de grande valia na interpretação da distribuição dos elementos, além de ser um procedimento aplicável sistematicamente, diante da ausência de água na maior parte das drenagens amostradas.

- As determinações de ferro e manganês revelaram-se, igualmente, de grande importância na elucidação do comportamento dos elementos menores, tendo em vista que não raro as anomalias metálicas parecem estar condicionadas a elevados conteúdos dos elementos definidores do ambiente.

- Com respeito ao ferro, as fortes correlações exibidas, na área como um todo, com os elementos Pb, Zn e Cu, levam à suposição de processos bastante generalizados de adsorção e coprecipitação nos óxidos secundários da aquele elemento. Todavia, a natureza de algumas anomalias nem sempre permite classificá-las, "a priori", como não signi

ficativas ou falsas, devido à associação genética do ferro com os metais-traço, através da paragênese mineralógica dos sulfetos destes últimos com a pirita.

8 - RECOMENDAÇÕES

- A região da serra do Brejinho (município de Capitão Enéas), na porção setentrional da área trabalhada, encerra uma pequena mineralização de galena em íntima associação com um nível de calcários oolíticos e pisolíticos. A detecção de várias anomalias de Pb, Zn, P e F em meio à sequência carbonática que compõe a aludida serra, corrobora a potencialidade do ambiente e dá uma maior ênfase à necessidade de estudos mais detalhados. Para a consecução de tal objetivo, recomenda-se um levantamento adicional por sedimentos de corrente, consubstanciado por amostras de solo e rocha, bem como a cartografia geológica na escala 1:50.000.

- A bacia do ribeirão Traíras, a nordeste de Claro dos Poções, apresenta um horizonte de rochas carbonáticas sotoposto a ardósias da Formação Paraopeba, tendo sido registradas algumas concentrações anômalas de zinco e cobre em sedimentos de corrente. Para um esclarecimento mais completo do ambiente e suas potencialidades, sugere-se um estudo sistemático envolvendo a coleta de sedimentos, solos e rochas, além do mapeamento geológico.

- A área localizada ao sul de Bocaiúva corresponde ao domínio de ardósias com frequentes intercalações de margas e calcários, ocorrendo uma passagem para a sequência carbonática, já numa posição marginal dentro da bacia Bambuí. Embora as inúmeras anomalias de chumbo, zinco e cobre possam ser creditadas, em grande parte, a fenômenos de captura por óxidos secundários de Fe e Mn, e a processos de quelação pelo material orgânico, a caracteri

zação geo-econômica da área só pode ser efetivada mediante o desenvolvimento de trabalhos mais pormenorizados. Em paralelo ao mapeamento geológico, faz-se necessário um a densamento da amostragem geoquímica, através da coleta de sedimentos, concentrados, solos e rochas. Para esta área, particularmente, tornam-se indispensáveis algumas análises químicas especiais; assim, é recomendável uma "lavagem" das amostras ricas em Fe e Mn, visando a extração dos metais adsorvidos nos óxidos secundários dos elementos maiores, o que pode ser alcançado pelo ataque por ácidos fracos, oxalato de amônio, etc.

- Entre as localidades de Engenheiro Navarro e Engenheiro Dolabela foram identificadas algumas anomalias de flúor associadas, em parte, a horizontes carbonáticos. A maior ou menor expressão dessas concentrações de flúor nos sedimentos da área, deverá ser aferida por uma reamostragem mais densa da área. A utilização de medições de íon fluoreto na água, com o auxílio de eletrodo portátil, torna-se muito importante, na medida em que se baseia nos bons resultados obtidos na região da serra do Parela (município de Montalvânia).

- A leste de Joaquim Felício, algumas intensas anomalias de flúor se fazem acompanhar de valores igualmente anômalos de chumbo e zinco, todos eles detectados em sedimentos. A continuidade da investigação inclui observações sobre a faciologia e amostragem de sedimentos de corrente, coadjuvados por solos e rochas, além de uma pequena quantidade de concentrados de bateia. A reanálise das amostras anômalas para flúor e coletadas durante o levantamento regional, é aconselhável como primeiro passo

da programação que objetive o detalhamento geoquímico desta zona de calcários com passagens para margas e ardósias.

- Na porção meridional da serra do Cabral foram individualizadas concentrações anômalas de manganês em sedimentos, e que aparentemente condicionam os altos teores de Pb, Zn e Cu também presentes naquele lugar. Um exame do significado das anomalias por métodos diretos se insurge como a metodologia mais apropriada, complementada por uma coleta de sedimentos a nível de detalhe.

- Para a área de Rodeador, localizada a leste de Santo Hipólito, na zona limítrofe da bacia Bambuí com a serra do Espinhaço, é importante o desdobramento de uma prospecção geoquímica e geológica, em aditamento ao levantamento regional, tendo em vista a existência de várias anomalias de chumbo nos calcários fortemente tectonizados da região. As informações geológicas básicas seriam fornecidas pela cartografia na escala 1:50.000 e a maior densidade de observações geoquímicas se daria principalmente através da coleta de sedimentos de corrente, solo e rocha, com poucas amostras de concentrado de bateia, devido às diminutas dimensões da área anômala.

- A região de Sete Lagoas guarda grandes possibilidades de conter mineralizações expressivas, tanto pelo condicionamento geológico que apresenta, com estruturas estromatolíticas, calcários dolomíticos, calcários oolíticos, ocorrências sulfetadas menores e frequentes interfaces da sequência carbonática para rochas pelíticas, como pelas inúmeras anomalias geoquímicas ali definidas para os elementos Pb, Zn, Cu, P e F. Os resultados da

prospecção regional por sedimentos são amplamente enfatizados por conteúdos anômalos de Au, Ag, Cu e P nas frações pesadas dos concentrados, que apresentam, ainda, valores intermediários de zinco. Além da cartografia geológica (1:50.000), faz-se mister uma continuidade da prospecção geoquímica, para uma avaliação mais segura das potencialidades desta zona e positivar mineralizações, com a coleta de amostras em todos os meios estudados.

- Uma outra zona altamente promissora para manganês foi caracterizada nas proximidades de Jaboticatubas e Taquaraçu de Minas, em íntima associação com uma superfície de aplainamento do ciclo Velhas, que corta as litologias Bambuí e gnaisses do Complexo Basal. Diante da intensidade das concentrações manganesíferas nos sedimentos, a sistemática a ser empregada envolve, primordialmente, um mapeamento de detalhe da região, secundado por um adensamento da amostragem de sedimentos, para confirmar as possibilidades de grandes zonas mais discretamente anômalas para o elemento em questão.

- No que tange aos concentrados de minerais pesados, desponta a região de calcários imediatamente ao norte de Montes Claros, com anomalias de chumbo, zinco e cobre na bacia do rio do Cedro. Um prolongamento da pesquisa abrange a coleta de novos dados geológicos e de amostras de concentrados de bateia, sedimentos de corrente e solos.

- Na região a sudoeste de Francisco Dumont (célula 226) foram detectadas fortes concentrações de chumbo e fósforo, através do bateiamento. O teor de chum

bo implica na presença de minerais plumbíferos, possivelmente galena, nos sedimentos do córrego Riachão, exigindo uma ampliação dos trabalhos, principalmente por minerais pesados. Devido à proximidade dos Grupos Macaúbas e Espinhaço, que contribuem na formação dos sedimentos da citada drenagem, a amostragem deverá se estender também para além dos limites daquelas unidades. A pesquisa da fonte da anomalia engloba, ainda, observações geológicas como a diferenciação de níveis filitosos e corpos metabasíticos no Grupo Espinhaço da serra do Cabral.

- As zonas anômalas para ouro, ao norte de Santana do Riacho e em Jequitibá - Santana de Pirapama, parecem constituir remobilizações do metal junto aos veios de quartzo que recortam ardósias da Formação Parapeba. A significância das prováveis mineralizações auríferas deverá ser testada através de uma programação complementar de concentrados de minerais pesados e amostras de rocha, de modo a cobrir convenientemente as áreas anômalas, que são de grandes dimensões.

- Para os novos levantamentos regionais, é importante dar uma continuidade às amostragens e análises de concentrados de bateia, como complemento aos sedimentos de corrente, desde que aqueles visam primordialmente a distribuição mecânica ou clástica, enquanto que os últimos objetivam a dispersão hidromórfica ou iônica.

- De um modo geral, a separação magnética das frações pesadas impõe-se como uma metodologia a ser adotada sistematicamente, mesmo que implique num aumento do volume de trabalho. As análises por absorção atômica

também se revelam mais convenientes, em termos de resultados, do que as espectrográficas semiquantitativas aplicadas nas determinações de chumbo e cobre.

- A análise do elemento berílio, nas frações pesadas, é desaconselhável para futuros levantamentos geoquímicos regionais ou de detalhe, tendo em vista que os resultados obtidos não se revestem de um maior significado.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. - O relevo brasileiro e seus problemas. In Brasil, a Terra e o Homem. Vol. I, As Bases Físicas. Cia. Editora Nacional, São Paulo, 1968.
- CASSEDANNE, J. P. - Catologue descriptif des gîtes de plomb et de zinc du Brésil. (Thèse, doctorat en sciences naturelles, Dep. Geol. Miner., Univ. de Clermont-Ferrand). Clermont | s. ed. | V. 1, 596 p, p. 406 - 420, 1972. il.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - Projeto Três Marias. BRASIL. Convênio CPRM/DNPM, Relat. Inédito | s. ident. |, Belo Horizonte, 1977.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - Projeto Jequitinhonha. BRASIL. Convênio CPRM/DNPM, Relat. Inédito | s. ident. |, Belo Horizonte, 1977.
- CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA - Relatório Preliminar da Prospeção Geoquímica nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral/Missão Geológica-Geofísica Alemã, Belo Horizonte, Relat. Inéd., 1973.
- CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA - Relatório de Reconhecimento Geológico-Geoquímico em Buenópolis - Minas Gerais. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral/Missão Geológica-Geofísica Alemã, Belo Horizonte, Relat. Inéd., 1973.
- CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA - Relatório de Orientação aos Trabalhos de Reconhecimento Geoquímico nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. BRA

SIL. Departamento Nacional da Produção Mineral/Missão Geológica-Geofísica Alemã, Belo Horizonte, Relat. Inéd., 1975.

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA - Relatório de Reconhecimento Geológico-Geoquímico em Felixlândia e Curvelo - Minas Gerais. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral/Missão Geológica-Geofísica Alemã, Belo Horizonte, Relat. Inéd., 1974.

DERBY, O. A. - The Serra do Espinhaço. Brazil. The Journal of Geology. The Univ. of Chicago Press, 14 (3) : 394 - 401, 1906.

DORR II, J. V. N. e outros - Revisão da Estratigrafia Precambriana do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Fomento da Produção Mineral, Avulso 81, Rio de Janeiro, 1957.

DORR II, J. V. N. - Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 641 - A, Washington, 1969.

GUIMARÃES, D. - Geologia do Brasil. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Fomento da Produção Mineral, Rio de Janeiro, Memória N. 1, 673 p, 1964. il.

KEITH, M. L., CRUFT, E. F. & DAHLBERG, E. C. - Trace Metals in Stream Sediment of Southeastern Pennsylvania. Part 1 : Geochemical Prospecting Guide. Earth and Mineral Sciences Experiment Station, Bull.,

Penna. State Univ., 82, 14 p., 1967.

KING, L. C. - A geomorfologia do Brasil Oriental. Re vista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 18 (2) : 147 - 265, 1956. il.

LEPELTIER, C. - A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, Michigan, 64 : 538 - 580, 1969.

PFLUG, R. e CARVALHO, R. T. de - A evolução estrutu ral da região de Gouvêa, Serra do Espinhaço, Minas Gerais. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, Bol. 213, Rio de Janeiro, 1964.

PFLUG, R. - A geologia da parte meridional da serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. BRA SIL. Departamento Nacional da Produção Mineral, Di visão de Geologia e Mineralogia, Bol. 226, Rio de Janeiro, 1965.

PFLUG, R. et alii - Contribuição à geotectônica do Brasil Oriental. BRASIL. Superintendência do Desen volvimento do Nordeste, Departamento de Recursos Na turais, Divisão de Geologia, Recife, Série Especial n. 9, 29 p, 1969.

RENGER, F. - Folha Costa Sena. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Fomento da Produção Mineral, Relat. Inédito, | s. ident. |, Rio de Janeiro, 1968.

ROSE, A. W. - Trace Metals in Stream Sediment of Southeastern Pennsylvania, Part 2 : Studies of ano

malies from Part 1. Earth and Mineral Sciences Experiment Station, Bull., Penna. State Univ., 86, 1 - 14, 1971.

THEOBALD, P. K. e CHAO, T. T. - The significance of secondary iron and manganese oxides in geochemical exploration. Economic Geology, Lancaster, 71 : 1560 - 1569, 1976.

10 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



FOTO 1 - Camadas de calcários mais resistentes em meio à sequência carbonática da região de Santa Rosa de Lima, ao norte de Montes Claros.



FOTO 2 - Conglomerado com fragmentos pouco arredondados de calcários recortados por veios de calcita recristalizada, 2 km a SE de Santa Rosa de Lima.



FOTO 3 - Garimpo abandonado de galena em ardó
sias, próximo a Inhaúma. No vale aflo
ram gnaisses do Complexo Basal e ao
fundo tem-se morros testemunhos da
Formação Paraopeba.



FOTO 4 - Mármorees do Grupo Bambuí na região de
Cardeal Mota, na borda da bacia, ca
valgados por quartzitos do Grupo Espi
nhaço (à direita).



FOTO 5 - Nível de calcários marcado pela vegetação mais densa e o relevo abrupto, intercalado em ardósias, a NW de Paraopeba.



FOTO 6 - Extensa superfície de aplainamento do ciclo Velhas, a NW de Paraopeba, ilustrando o profundo estágio de pediplanação alcançado sobre as ardósias do Grupo Bambuí.