


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

**PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUI**  
**LEVANTAMENTO REGIONAL - ETAPA I - GOIÁS**  
**RELATÓRIO FINAL**  
**TEXTO E ILUSTRAÇÕES**  
**VOLUME I**

*Renato Sales de Andrade*  
*Claudio José Marques de Souza*  
*Francisco Ferreira Brito*  
*Alberto Martins de Sá*

 CPRM	SUREMI SEDOIE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	682 - 5
N.º de volumes:	4 v.: 1



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA

PHL 14524

I-96



CPRM

SUREMI  
SEDOE

ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 682 - S

N.º de vol. mos: 4 v.: 1

OSTENSIVO

**PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUI**  
**LEVANTAMENTO REGIONAL - ETAPA I - GOIÁS**

**CHEFE DO PROJETO: Renato Salles de Andrade**

---

**EQUIPE EXECUTORA: Cláudio José Marques de Souza**  
**Francisco Ferreira Brito**  
**Alberto Martins de Sá**

**COORDENAÇÃO: Idair Alves Brandão**  
**Odair Olivatti**

**SUPERVISÃO: Gustavo Noronha Diniz Gonçalves**

**COLABORAÇÃO ESPECIAL: Luiz Carlos Buriti Pereira**

**PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUI**  
**LEVANTAMENTO REGIONAL - ETAPA I - GOIÁS**

**ÍNDICE DOS VOLUMES**

**VOLUME 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

**VOLUME II - ANEXOS - PARTE I**

Mapas de Amostragem Geoquímica

**VOLUME III - ANEXOS - PARTE II**

Mapas Geoquímicos

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados interpretativos do levantamento geoquímico regional, numa área do Grupo Bambuí, executado através das amostragens de sedimentos de corrente e concentrados de bateia.

O Volume I (texto) contém as descrições dos aspectos fisiográficos, geológicos, estruturais e econômicos da área, além da interpretação dos resultados e recomendações para a realização de trabalhos de detalhe nas zonas anômalas selecionadas.

O suporte geológico utilizado para interpretação foi o Projeto Brasília, mapeamento geológico na escala 1:250.000.

O Volume II é constituído dos mapas de amostragem geoquímica na escala 1:100.000.

O Volume III apresenta os mapas geoquímicos de sedimentos de corrente e concentrados de bateia na escala 1:250.000.

S U M Á R I O

VOLUME I

1.	INTRODUÇÃO .....	1
1.1.	Histórico .....	1
1.2.	Objetivo do Trabalho .....	2
1.3.	Localização e Acesso .....	2
1.4.	Trabalhos Anteriores .....	4
2.	DESCRIÇÃO DA ÁREA .....	5
2.1.	Clima, Vegetação e Hidrografia .....	5
2.1.1.	Clima .....	5
2.1.2.	Vegetação .....	5
2.1.3.	Hidrografia .....	6
2.2.	Geomorfologia .....	8
2.3.	Solo .....	10
2.3.1.	Solos de Sequência Carbonática .....	12
2.3.2.	Solos da Sequência Clástica .....	12
2.4.	Geologia e Mineralizações .....	13
2.4.1.	Geologia e Estrutura .....	13
2.4.1.1.	Grupo Bambuí .....	13
2.4.1.2.	Formação Paranoá .....	14
2.4.1.3.	Formação Paraopeba .....	15
2.4.1.4.	Formação Três Marias .....	17
2.4.1.5.	Aluviões .....	18
2.4.2.	Mineralização .....	18
2.4.2.1.	Manganês .....	18
2.4.2.2.	Hematita .....	19

2.4.2.3.	Pirita e Calcopirita ...	19
2.4.2.4.	Crítal de Rocha .....	19
3.	TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM .....	20
3.1.	Generalidades .....	20
3.2.	Sedimentos de Corrente .....	20
3.3.	Concentrado de Bateia .....	22
3.4.	Rocha .....	23
3.5.	Solo .....	23
4.	PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS ..	24
4.1.	Secagem e Peneiramento .....	24
4.2.	Métodos Analíticos .....	24
4.2.1.	Espectrografia de Emissão .....	24
4.2.2.	Espectrofotometria de Absorção Atômica .....	25
4.2.3.	Colorimetria .....	26
4.2.4.	Eletrodo de Íon Específico .....	26
4.2.5.	Potenciômetro .....	27
4.3.	Laboratório e Pessoal Responsável .....	27
5.	AValiação E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....	29
5.1.	Generalidades .....	29
5.2.	Crítério para Interpretação .....	31
5.2.1.	Generalidades .....	31
5.2.2.	Amostras Individuais .....	33
5.2.3.	Células .....	34
5.3.	Avaliação Estatística dos Dados .....	34

5.3.1.	Método Estatístico Aplicado .....	34
5.3.2.	Distribuição dos Elementos em Sedimentos de Corrente .....	35
5.3.2.1.	Cobre, Chumbo e Zinco ..	35
5.3.2.2.	Fósforo e Flúor .....	37
5.3.2.3.	Ferro e Manganês .....	39
5.3.3.	Distribuição dos Elementos em Concentrados de Minerais Pesados ....	40
5.3.3.1.	Cobre, Chumbo e Zinco ..	40
5.3.3.2.	Berílio, Ouro e Fósforo.	42
6.	DISCUSSÃO DAS ANOMALIAS .....	44
6.1.	Sedimento de Corrente em Sequência Carbonática .....	44
6.1.1.	Células Anômalas .....	44
6.1.1.1.	Chumbo .....	44
6.1.1.2.	Zinco .....	47
6.1.1.3.	Cobre .....	50
6.1.1.4.	Fósforo .....	51
6.1.1.5.	Flúor .....	53
6.1.1.6.	Manganês .....	54
6.1.2.	Anomalias Individuais .....	55
6.1.2.1.	Chumbo .....	55
6.1.2.2.	Zinco .....	58
6.1.2.3.	Cobre .....	59
6.1.2.4.	Fósforo .....	60
6.1.2.5.	Flúor .....	61
6.1.2.6.	Manganês .....	61



6.2.	Sedimentos de Corrente em Sequência Clá <u>sti</u> ca .....	62
6.2.1.	Células Anômalas .....	62
6.2.1.1.	Chumbo .....	62
6.2.1.2.	Zinco .....	63
6.2.1.3.	Cobre .....	64
6.2.1.4.	Fósforo .....	65
6.2.1.5.	Flúor .....	65
6.2.1.6.	Manganês .....	67
6.2.2.	Anomalias Individuais .....	67
6.2.2.1.	Chumbo .....	67
6.2.2.2.	Zinco .....	68
6.2.2.3.	Cobre .....	69
6.2.2.4.	Fósforo .....	70
6.2.2.5.	Flúor .....	71
6.2.2.6.	Manganês .....	72
6.3.	Concentrados de Minerais Pesados em Sequên <u>ça</u> Carbonática .....	72
6.3.1.	Células Anômalas para Chumbo .....	72
6.3.2.	Células Anômalas para Zinco .....	76
6.3.3.	Células Anômalas para Cobre .....	78
6.3.4.	Células Anômalas para Berílio .....	79
6.3.5.	Células Anômalas para Ouro .....	79
6.3.6.	Células Anômalas para Fósforo .....	81
6.4.	Concentrados de Minerais Pesados em Sequên <u>ça</u> Clástica .....	82
6.4.1.	Células Anômalas para Chumbo .....	82
6.4.2.	Células Anômalas para Zinco .....	82

6.4.3.	Células Anômalas para Cobre .....	84
6.4.4.	Células Anômalas para Berílio ....	84
6.4.5.	Células Anômalas para Fósforo ....	85
7.	CONCLUSÕES .....	86
8.	RECOMENDAÇÕES .....	91
9.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	93

VOLUME II

ANEXOS - PARTE I

MAPAS DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA

SD.23-V-C-III  
SD.23-V-D-I  
SD.23-V-C-VI  
SD.23-V-D-IV  
SD.23-Y-A-I  
SD.23-Y-A-II  
SD.23-Y-A-III  
SD.23-Y-B-I  
SD.23-Y-A-IV  
SD.23-Y-A-V  
SD.23-Y-A-VI  
SD.23-V-B-IV

VOLUME III

ANEXOS - PARTE II

MAPAS GEOQUÍMICOS INTEGRADOS

Mapa de Pb, Zn e Cu em Sedimentos de Corrente

Mapa de P e F em Sedimentos de Corrente

Mapa de Fe e Mn em Sedimentos de Corrente

Mapa de Pb, Zn e Cu em Concentrados de Minerais Pesados

Mapa de Be, Au e P em Concentrados de Minerais Pesados

## RESUMO

O reconhecimento geoquímico regional do Grupo Bambuí em Goiás constou da coleta de 2.950 amostras de sedimentos de corrente e 574 de concentrados de minerais pesados. Esta primeira etapa cobriu uma área de 27 mil km<sup>2</sup>, onde delimitou-se 638 pequenas bacias ou células de drenagem, com área de captação variando de 20 a 40 km<sup>2</sup>, contendo em média, 6 amostras.

Considerou-se no tratamento estatístico dos dados, duas populações alvo, uma representada pela sequência carbonática e outra pela sequência clástica.

A interpretação dos dados, tanto por células, quanto por pontos, propiciou a individualização de zonas anômalas para vários metais, podendo ser destacada uma faixa de direção N-S situada no bordo leste da área com concentrações anômalas de Pb e Zn e, as regiões a SW de Nova Roma e Sul da área do Projeto, para Mn.

ABSTRACT

The first stage of the regional geochemical reconnaissance carried out on the sequence of rocks of the Bambuí Group, in the State of Goiás, covered an area of 27,000 km<sup>2</sup>.

During this stage about 2.950 stream sediment and 574 pan-concentrate samples were collected. These samples are distributed in drainage cells with a catchment area varying from 20 km<sup>2</sup> to 40 km<sup>2</sup>, having, in average, six samples for each one.

For the matter of statistical treatment, two target populations regarding the carbonate sequence and the clastic sequence of the Bambuí Group were considered.

The interpretation of the data, both by cell and by station, provided an individualization of anomalous zones for several metals, being detected anomalous concentrations for lead and zinc along a belt of N-S direction located at the east edge of the Project area. Anomalous regions for manganese are also present at SW of Nova Roma and in the southern part of the area.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Histórico

A execução de um levantamento geoquímico regional, confiado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 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 da Serra Geral de Goiás, 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, a cargo da Superintendência Regional de Goiânia, foi selecionada com base nos seguintes critérios:

- a. Condicionamentos geológicos favoráveis, tais como, expressivas faixas de rochas carbonáticas e probabilidade de conter mineralizações econômicas;
- b. Existência de um razoável acervo de informações geológicas, bases cartográficas e aerofotográficas, o que poderia levar a uma economia apreciável de tempo e recursos financeiros;
- c. Experiências pessoais de geólogos com renomeado conhecimento do Grupo Bambuí.

O desenvolvimento dos trabalhos seguiu a orientação prestada pela Divisão de Geoquímica (DIGEOQ), do Depar



tamento de Prospecção (DEPRO), 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 de Goiânia, Belo Horizonte e Salvador. Esta programação envolvia, basicamente, a coleta de cerca de 4.000 amostras, entre sedimentos de corrente, concentrados de bateia, seixo (rolado), solo e rocha, cobrindo uma área de 36.000 km<sup>2</sup>, dos quais 17.000 km<sup>2</sup> são constituídos pela sequência carbonática do Grupo Bambuí.

A amostragem geoquímica foi desenvolvida entre abril e novembro de 1976, tendo sido percorridos, para a execução dos serviços, 82.670 km de carro, 3.015 km a pé e 300 km a cavalo.

### 1.2. Objetivo do Trabalho

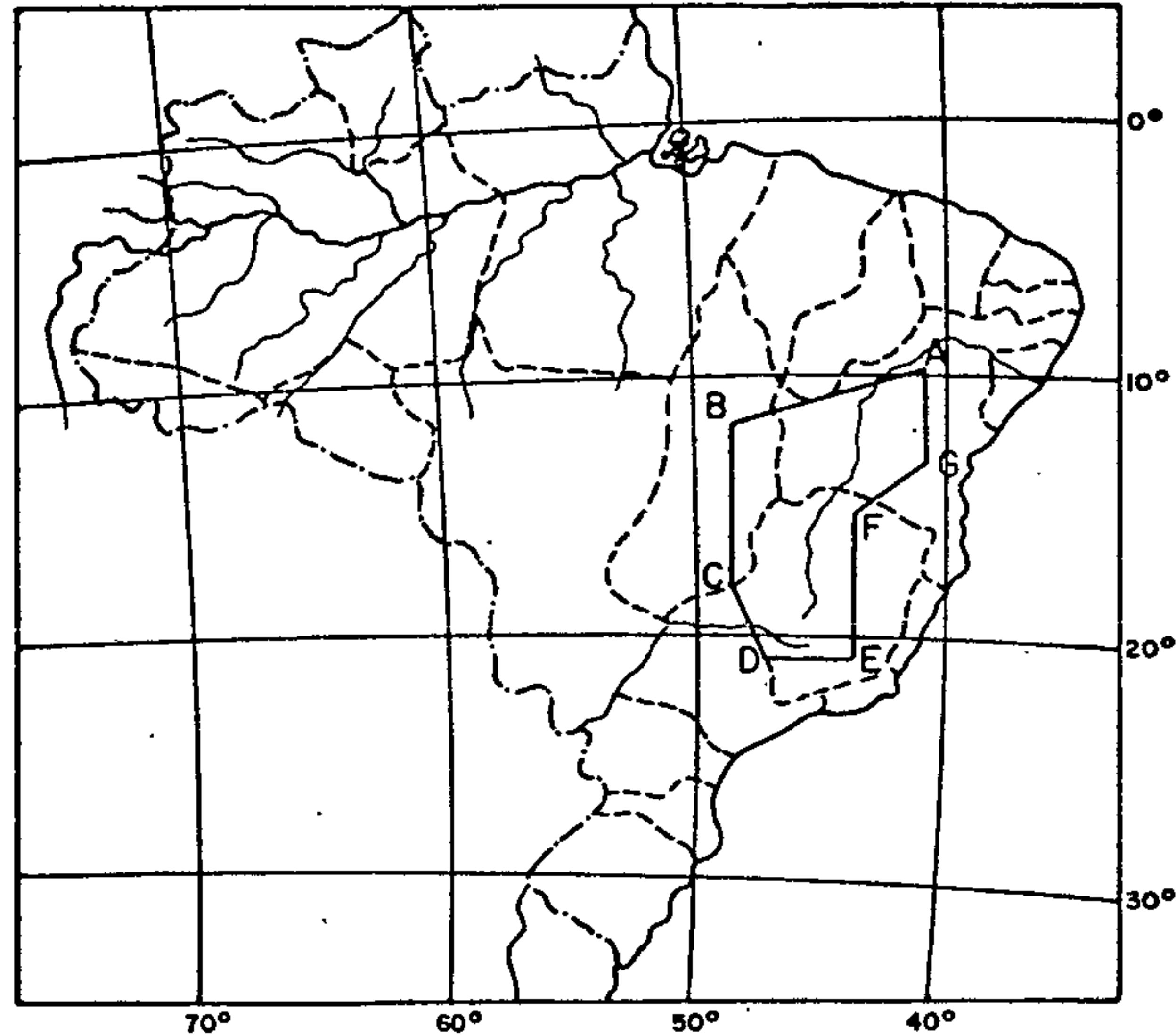
O principal objetivo dessa prospecção geoquímica regional, foi localizar áreas potencialmente mineralizadas em sulfetos de chumbo e zinco, bem como em fluorita e fosfato, através de uma amostragem de sedimento de corrente e concentrado de bateia, complementada com amostra de solo e rocha.

### 1.3. Localização e Acesso

A área do Projeto Geoquímica do Bambuí, no Estado de Goiás, num total de 12 quadrículas de 30' x 30', é delimitada pelas seguintes coordenadas: (Fig. 01).

# PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUI

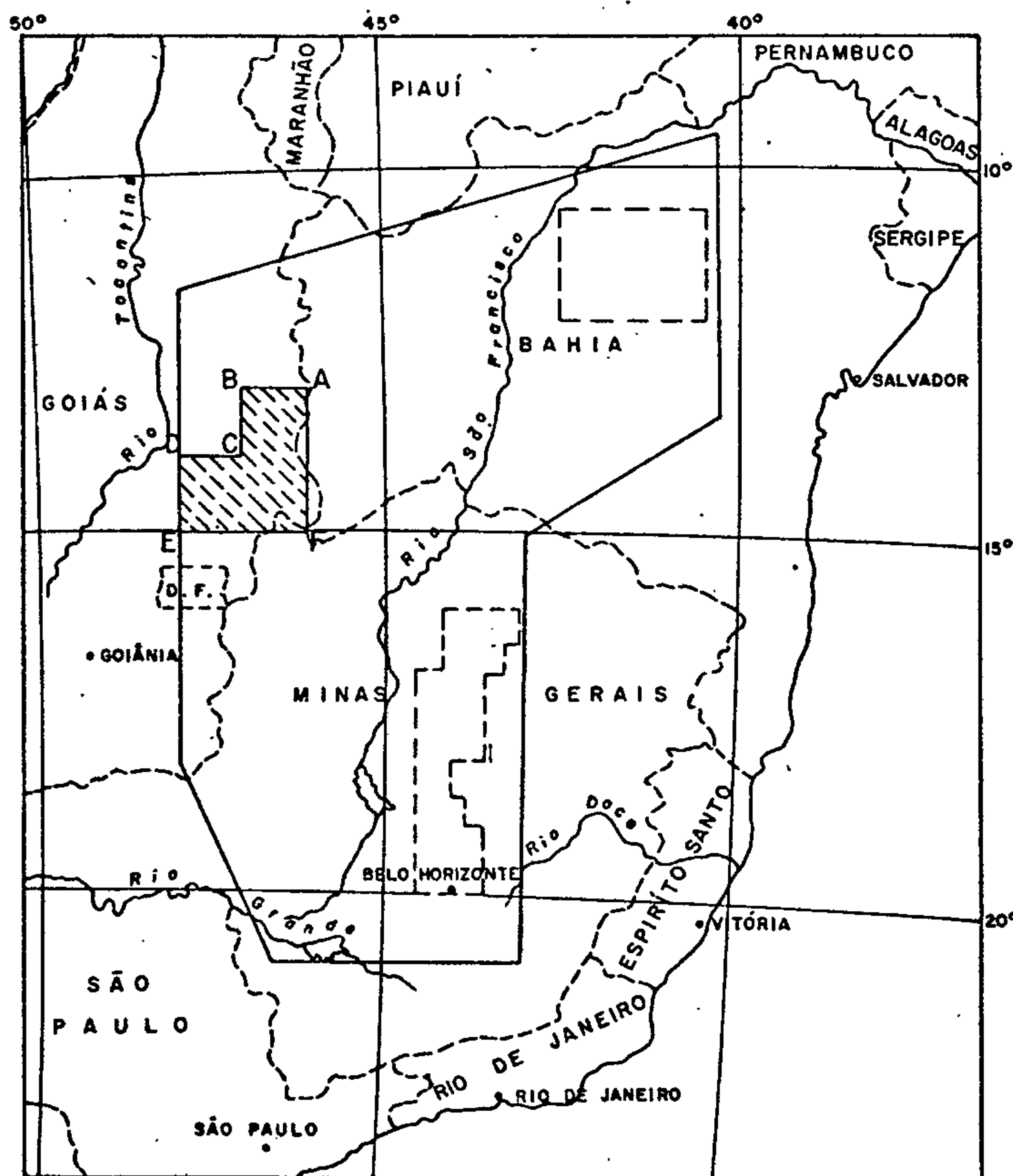
## PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



- 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 GOIÁS - ETAPA I



- A - 46° 00' W - 13° 00' S
- B - 47° 00' W - 13° 00' S
- C - 47° 00' W - 14° 00' S
- D - 48° 00' W - 14° 00' S
- E - 48° 00' W - 15° 00' S
- F - 46° 00' W - 15° 00' S

Escala : 1 : 15.000.000

Fig. 1



- A - 46°00'W - 13°00'S
- B - 47°00'W - 13°00'S
- C - 47°00'W - 14°00'S
- D - 48°00'W - 14°00'S
- E - 48°00'W - 15°00'S
- F - 46°00'W - 15°00'S

O acesso à área do projeto, a partir de Goiânia, é feito pela BR-060, até Brasília, num percurso de 200 km em asfalto. Daí pela BR-020, com 70 km por asfalto até Formosa e 230 km por estrada de terra, até a cidade de Posse, situada no extremo leste da área.

A maior parte da área é cortada por estradas estaduais, encascalhadas, com tráfego bastante precário na estação chuvosa. Dentre elas destacam-se:

- GO-118 - Planaltina-Campos Belos: percurso de 370 km;
- GO-112 - Alvorada do Norte-Iaciara-Nova Roma: percurso de 105 km;
- GO-236 - Alvorada do Norte-Mambai: percurso de 51 km;
- GO-110 - Iaciara-São Domingos: percurso de 102 km;
- GO-362 - São Domingos-Campos Belos: percurso de 103 km.

Dentro da área existem, ainda, as estradas vicinais, geralmente em estado precário de conservação.

#### 1.4. Trabalhos Anteriores

Dentre os trabalhos de interesse geológico des-  
tacam-se: ANDRADE RAMOS (1959), SCORZA (1960), ALMEIDA  
(1967 e 1968), BRAUN (1968), COSTA (1970) e outros.

O "Projeto Brasília" - DNPM/PROSPEC S/A - (BAR-  
BOSA et alii, 1969) com cartografia geológica sistemática,  
na escala 1:250.000, forneceu o suporte geológico para a rea-  
lização deste trabalho.

Embora nos últimos anos venham sendo execu-  
dos trabalhos de prospecção geoquímica, por firmas particula-  
res, tanto em escala regional como de detalhe, os resultados  
obtidos permanecem ainda inéditos.

## 2. DESCRIÇÃO DA ÁREA

### 2.1. Clima, Vegetação e Hidrografia

#### 2.1.1. Clima

O clima típico é o tipo Aw de KÖPPEN, quente e úmido com chuvas torrenciais, no qual 80 a 90% das precipitações pluviométricas verificam-se no período de dezembro a fevereiro. As maiores temperaturas do ano são registradas nos meses de outubro e novembro, isto é, no mês que antecede ao início das chuvas.

A Serra Geral de Goiás com altitudes entre 1.000 m a 1.200 m, e a Chapada dos Veadeiros, com 1.300 a 1.500 m, são áreas de microclimas do tipo Cw (tropical de altitude), com temperaturas médias nos meses mais frios inferior a 18°C, médias anuais entre 21°C e 22°C, e esporadicamente, mínimas absolutas inferiores a 0°C.

A média das precipitações pluviométricas anuais, na área do projeto, varia entre 1.200 a 1.400 mm.

#### 2.1.2. Vegetação

A vegetação predominante no domínio das rochas carbonáticas é a mata seca, variando para o cerradão, à medida que o relevo torna-se estável. Sobre os calcários, especialmente nas partes elevadas, ocorre a típica mata seca, cujas árvores mais características são: a barriguda e aroeira, sendo a primeira um indício da presença de rochas calcíferas. Nas proximidades dos rios Paranã, São Domingos, Água Quente, São Bernardo, São Vicente, etc., devido a um ligeiro

aumento da umidade, desenvolve-se um tipo de mata que, se devastada, não se recupera.

Os cerrados e campos sujos ocupam também uma grande parte da área, especialmente no sul. Os campos sujos ocorrem nas partes baixas mal drenadas, e os cerrados predominam nos solos lateríticos bem lixiviados.

Nos chapadões secos da Serra Geral do Paraná (Formação Paranoá), Serra Geral de Goiás (Formação Urucuia) e serranias ao sul da BR-020 (Formação Três Marias), viceja uma vegetação do tipo campo limpo com manchas de campo sujo e cerrado.

### 2.1.3. Hidrografia

Quase toda a área é drenada pelo rio Paraná e seus afluentes, exceto alguns rios que nascem na Serra Geral de Goiás e nas proximidades de Formoso, em Minas Gerais, que são tributários do rio São Francisco.

Os afluentes do rio Paraná que nascem na Serra Geral de Goiás, não apresentam grandes variações entre as descargas máximas mensais e os débitos extremos; esse comportamento é devido à grande quantidade de água acumulada no arenito Urucuia, que vai sendo liberada paulatinamente. Como exemplo têm-se os rios: Palmeiras, Água Quente, da Lapa, São Mateus, São Bernardo, São Vicente, Angélica, Riachão, São Domingos, Galheiros e do Frei, todos afluentes da margem direita do Paraná. Os rios que nascem na Serra Geral do Paraná, tributários do rio Maranhão, têm comportamento semelhante, acontecendo o mesmo com os rios da Bacia do São Francisco, que nascem na Serra Geral de Goiás. Nas áreas onde

afloram rochas carbonáticas, as descargas médias mensais so frem grandes variações. Os rios que nascem nos domínios de rochas areno-pelíticas (Formação Três Marias) ou rochas graníticas têm regime hidrológico muito irregular quanto às descargas médias mensais; na época da estiagem a maioria das drenagens secam, entretanto na estação chuvosa os rios tornam-se torrenciais.

Os sistemas de drenagens refletem as características das litologias aflorantes. Nos locais onde ocorrem rochas carbonáticas o sistema é pobre, com rios esparsos e pequena quantidade de drenos subordinados, sendo comuns rios que desaparecem em sumidouros ou sua descarga fica muito reduzida durante a seca. No domínio das rochas areno-pelíticas, as drenagens são mais densas e correspondem às regiões mais elevadas, o mesmo acontece nos locais onde afloram rochas cristalinas.

Os padrões de drenagens nas áreas de quartzitos (Grupo Araí e Formação Paranoá) são do tipo paralelo, com variação para treliça, já nos locais onde ocorrem rochas pelíticas e graníticas são do tipo dendrítica ou arborescente. Quando o mergulho das camadas é mais acentuado, as drenagens de 3ª e 4ª ordens são subsequentes, enquanto as de 1ª e 2ª são controladas por falhas e fraturas, isto no domínio das rochas clásticas.

Na parte centro-sul da área, correspondendo ao vale do rio Paranã, existe uma faixa aplainada, onde o lençol freático está a pouca profundidade; a drenagem é insequente, resultando, conseqüentemente, numa série de lagos e lagoas, onde deságuam os córregos. Nestes locais são frequentes drenagens sem leitos definidos.



## 2.2. Geomorfologia

A área abrange parte da província morfo-estrutural do Planalto Central, que se formou com o soerguimento pós-cretácico do Escudo Brasileiro. A principal unidade de relevo é a planície aluvial do alto rio Paranã, limitada a leste pelos contrafortes da Serra Geral de Goiás e a oeste pela Serra Geral do Paranã.

As definições dos ciclos erosivos inerentes aos processos de pediplanizações são as formuladas por KING (1956) e estendidas ao Planalto Central por BRAUN (1971).

Evidência de uma superfície pré-cretácica é marcada na área pela sedimentação das formações Areado e Uruçua (Cretáceo Inferior e Superior, respectivamente), em discordância sobre rochas do Grupo Bambuí e do Complexo Basal. Esta superfície corresponde ao ciclo de erosão Gondwana e/ou Post-Gondwana.

No Terciário instalou-se sobre a área novo ciclo de erosão, denominado Sul-Americano, o que reduziu o relevo a um extenso pediplano, cujos testemunhos preservados na área, são os altos topográficos da Serra Geral do Paranã (cotas 1.100 a 1.300 m) e Serra Geral de Goiás.

A denudação do pediplano Sul-Americano levou à elaboração de um novo pediplano, no mais baixo nível topográfico da área (cota 600 m), situado entre a Serra Geral do Paranã e a Serra Geral de Goiás, ocupando cerca de 67% da área amostrada, o qual corresponde à planície aluvial do alto rio Paranã e seus tributários. Em algumas partes, esta se apresenta coberta por detritos aluvionares, como cascalho, areia, silte e argila e, em outras, formaram-se lateritos que ca

peiam solos, geralmente rasos.

O substrato é constituído por rochas pelíticas e carbonáticas da Formação Paraopeba. Sobre esta, particula riza-se um relevo cárstico, onde se pode observar feições ruiformes, orientadas N-S, drenagens subterrâneas, sumidouros, cavernas, dolinas e poljés.

Em correlação com outras áreas (BRAUN, op. cit.), onde ocorrem fósseis datados do Pleistoceno (Rio das Velhas), atribuiu-se idade pleistocênica a este pediplano que corresponde ao ciclo de erosão Velhas, de KING (op. cit.).

O limite oeste deste pediplano é a grande escarpa da Serra Geral do Paranã, condicionada por falha de emurrão que colocou os quartzitos Paranoá sobre os arcósios Três Marias, ambos pertencentes ao Grupo Bambuí.

A leste destaca-se uma escarpa erosiva do "front" de cuesta em dissecação, esculpida no pacote dos arenitos continentais das formações Areado e Urucuia da Serra Geral de Goiás. O reverso desta cuesta apresenta topo arrasado, com inclinação suave para o rio São Francisco, formando extensos chapadões chamados "Gerais". A dissecação, sob controle estrutural e litológico, das camadas sub-horizontais, originou nos contrafortes da escarpa, patamares elevados, inerentes a níveis de arenitos silicificados, individualizações de pequenas mesas e vales em forma de "cañions".

A oeste da Serra Geral do Paranã, no domínio das rochas pelítico-arenosas da Formação Paranoá, o relevo é caracterizado pelo paralelismo e orientação das cristas, quase sempre mantidas por quartzitos. Nesta serra as cristas estão orientadas na direção N-S e no modelado destacam-se am

plas colinas e tabuleiros, com topos arrasados e laterizados. As vertentes possuem baixa inclinação e os vales são, às vezes pedimentados. No extremo oeste, onde as rochas esão dobradas em sinclinais e anticlinais assimétricas apertadas, e próximo ao contato com as formações Paraopeba (Grupo Bambuí), Arraias e Traíras (Grupo Araí) o reentalhamento pelas drenagens formou vertentes íngremes e vales encaixados. As cristas são alongadas, sub-paralelas alinhadas segundo as estruturas.

### 2.3. Solo

Os solos existentes na área em foco, são derivados de rochas sedimentares, carbonáticas e clásticas, que constituem o Grupo Bambuí.

Ocorrem vários tipos de solos, os quais, por vezes, constituem exemplos típicos, diretamente relacionados com a maior influência de um agente sobre outro, responsáveis pelo desenvolvimento dos solos. Assim, levando-se em conta as condições climáticas, litológicas e o relevo topográfico têm-se:

a. Onde predomina a influência das condições climáticas, ocorrem os solos lateríticos, latossolos e podsolos, os quais possuem um perfil pedológico maduro, bem evoluído, com a formação de horizontes distintos. Nestes tipos o clima e a vegetação agem ativamente na composição dos horizontes A, B e C. Os solos lateríticos estão relacionados às coberturas detrito-lateríticas, os latossolos às rochas filitosas e argilosas, enquanto que os podsolos, em geral, encon



tram-se em regiões de várzeas em matas fechadas, provenientes de rochas calcárias e argilosas;

b. No caso dos solos em que a composição da rocha matriz influência predominantemente, têm-se os solos arenosos, os litossolos e os solos aluviais. São azonais, extremamente jovens, pouco desenvolvidos e sem diferenciação de horizontes pedológicos. Os arenosos e os litossolos ocorrem em áreas de relevo acidentado, ligado às rochas areníticas e quartzíticas;

c. Por outro lado, existem na área solos em que os fatores locais, como por exemplo o relevo é de grande importância, constituindo os solos hidromórficos, halomórficos e os calcimórficos. Apresentam perfís pouco desenvolvidos, pouco profundos e com os horizontes pedológicos mostrando uma transição difusa. Os calcimórficos são provenientes de rochas calcárias, dolomíticas e margas, que estão frequentemente alçadas topograficamente. Os halomórficos não são extensos, restringindo-se às pequenas bacias, em locais conhecidos como "barreiras salgadas", enquanto que, os hidromórficos estão relacionados às áreas de baixadas, brejos, pântanos e planícies aluviais.

Apesar das variações dos tipos de solos existentes, conforme mencionados, por motivos de conveniência e para melhor atender aos objetivos do presente trabalho, esses vários tipos foram agrupados em duas grandes classes: solos de sequência carbonática e solos de sequência clástica.

### 2.3.1. Solos de Sequência Carbonática

Os solos predominantes dos tipos litológicos desta sequência, são fracamente estruturados, textura de argilo-síltica a argilo-arenosa, com espessura variável e cor vermelha predominante.

Localmente ocorrem os solos calcimórficos e halomórficos. Os primeiros são originados das rochas carbonáticas. Devido à decomposição fácil dessas rochas e à facilidade com que a vegetação aparece nesses solos, eles não evoluem completamente, tornando-se tipicamente intrazonais. Possuem perfil pouco desenvolvido, pequena espessura e boa permeabilidade, o que os tornam muito secos no período de estiagem. Os solos halomórficos são também intrazonais com perfil pouco desenvolvido. A escassez das chuvas, durante longo período de tempo, em combinação com as condições extremas de evaporação, provocam a formação de solos salinos, que na região são vulgarmente denominados "lambedores de gado". Os solos desta sequência, de uma maneira geral, são férteis.

### 2.3.2. Solos da Sequência Clástica

Os solos característicos desta sequência, apresentam uma textura variando de argilo-síltica a silto-arenosa, são fracamente estruturados e possuem pouca diferenciação de horizontes. A transição entre os horizontes A e B, não é muito nítida, porém é notada, devido a um ligeiro aumento na fração argilosa do horizonte B, sem contudo apresentar uma substancial mudança de cor e textura.

Convém destacar dentro da sequência clástica, os solos originados das rochas arenosas. Neste caso, têm-se os litossolos que são imaturos, azonais e típicos de regiões topograficamente acidentadas. Sua espessura é muito pequena e são constituídos apenas por um horizonte superficial que capeia as rochas alteradas. São pobres e sem significação agrícola.

## 2.4. Geologia e Mineralizações

### 2.4.1. Geologia e Estrutura

#### 2.4.1.1. Grupo Bambuí

Cerca de 75% da área do projeto, aproximadamente 27.000 km<sup>2</sup>, são ocupados por rochas do Grupo Bambuí. A leste das quadrículas de São Domingos e Posse, essas rochas estão recobertas por arenitos cretácicos da Formação Urucuia e logo ao sul das cidades de Galheiros e São Domingos, estão sobrepostas às rochas do Grupo Araxá (p<sub>Ca</sub>) e do Pré-Cambriano indiferenciado (p<sub>in</sub>), em contatos discordantes.

Na parte oeste do grau de São Domingos e norte do grau de Alto Paraíso, fazem contato com as rochas do Grupo Araí (p<sub>Cara</sub>, p<sub>art</sub>) e do Pré-Cambriano indiferenciado (p<sub>in</sub>), superpondo-se em discordância angular e erosiva mas, muitas vezes, falhas de empurrão fizeram com que rochas do Grupo Araí cavalgassem as do Grupo Bambuí.

As camadas inferiores deste grupo são constituídas por um conglomerado basal, castanho-esverdeado, ao qual, se segue uma sequência de quartzitos e metassiltitos, com intercalações de filitos e argilitos (Formação Paranoá).

A unidade intermediária é essencialmente carbonática e pelítica, ocorrendo subordinadamente camadas de arenito (Formação Paraopeba). Já a unidade superior é constituída essencialmente de arenito fino arcossiano, aparecendo, subordinadamente, siltitos, com finas lâminas de arcósio (Formação Três Marias). A passagem de uma unidade para outra é gradacional, ocorrendo apenas uma mudança no tipo de sedimentação, sem variações bruscas no ambiente deposicional.

As coberturas detrito-lateríticas, devido à sua pequena espessura, apesar de ocorrerem capeando quase todas as unidades em diferentes níveis de altitude, não foram representadas nos mapas geológicos utilizados como suporte para amostragem geoquímica, a fim de possibilitar uma melhor visualização da distribuição das sequências clásticas e carbonáticas, do Grupo Bambuí.

#### 2.4.1.2. Formação Paranoá

Esta formação ocupa a parte central, sul-sudoeste e oeste do grau do Alto Paraíso, ou seja, grande parte da região denominada de Chapada dos Veadeiros, ao sul daquela cidade. O tipo geológico mais inferior é representado, em muitos locais, por um conglomerado basal, cuja matriz silteca é de cor esverdeada, com cimento calcífero. Este conglomerado possui grânulos de calcita vermelha (recristalizada), seixos e até matações, principalmente de metassiltitos. As melhores exposições estão nos rios do Couro, Tocantinzinho, São Miguel e Macacão (curso superior).

Segue-se a esse perfilto uma sequência de quartzitos e metassiltitos, com intercalações de filitos e argili



tos, alcançando a sua maior espessura na Chapada dos Veadeiros e adelgaçando-se em direção leste. Na Serra Geral do Paraná, os quartzitos desta formação constituem uma grande escarpa formada às expensas de uma falha de empurrão, que colocou as rochas desta unidade sobre arcósis filitizadas da Formação Três Marias.

Na porção oeste e sudoeste do grau de Alto Paraíso, a Formação Paranoá apresenta-se intensamente dobrada, mostrando amplas estruturas, que redobradas formaram um plissamento complexo, com eixos mergulhando para sudoeste. Ao sul da BR-020, no grau de Posse, existe outra área de ocorrência desta formação, tratando-se de um bloco remanescente, de falhamento de empurrão que colocou os quartzitos da mesma sobre os calcários da Formação Paraopeba.

Na parte oeste do grau de Alto Paraíso de Goiás, à margem direita do rio Tocantinzinho, ocorrem dois diques de diabásio mais ou menos paralelos, com direção NW-SE, tendo o maior deles cerca de 35 km de extensão e até 30 m de largura; ambos cortam as camadas dessa unidade (Formação Paranoá).

#### 2.4.1.3. Formação Paraopeba

A Formação Paraopeba ocupa uma faixa disposta no sentido SSW-NNE, que se estende desde a região de Guarani-Campos Belos, a norte, prolongando-se para o sul, atingindo as cidades de Posse, Iaciara, Alvorada do Norte, Mambá e Vale do Rio Paraná. No grau de Alto Paraíso abrange a parte leste, norte e sul, além de pequenos restos a sudoeste e oeste. É uma unidade pelito-carbonática, predominando a margá

e, subordinadamente, os siltitos, calcários, argilitos, silexitos e ardósias; raramente ocorrendo arenitos e arcósios. Esta unidade é transgressiva e tem grande heterogeneidade litológica.

O contato desta formação com a unidade inferior (Formação Paranoá) é gradacional, apesar de uma total mudança no ambiente deposicional. Em alguns locais ocorrem inversões estratigráficas, quando camadas das formações Paranoá ou Araí superpõem-se, por efeitos de falhas de empurrão, a esta unidade.

Fora do âmbito da Formação Paranoá, o embasamento sobre o qual transgrediu a Formação Paraopeba é muito irregular, constituído por altos topográficos, de natureza quartzítica, remanescente do Grupo Araí, preservados da erosão Pré-Bambuí, ou então a grande paleo-elevação granito-gnáissica do Pré-Cambriano indiferenciado (p<sub>cin</sub>) que separa a bacia Bambuí em duas partes. Neste local as exposições basais das rochas da Formação Paraopeba são, em geral, representadas por silexitos estratificados, que chegam a ter espessura de até 15 m (rio Palmeiras no município de Posse). Nas proximidades de Nova Roma e São Domingos (rio Galheiros), a camada basal da Formação Paraopeba consiste de finos leitos conglomeráticos, passando lateral e superiormente a calcários dolomíticos e arenosos, pertencentes ao fácies Sete Lagoas. Porém, por se tratar de uma sedimentação transgressiva, outros níveis litológicos superiores, tais como siltitos, margas e argilitos, muitas vezes assentam diretamente sobre o embasamento. Estes calcários inferiores (dolomíticos) apresentam frequentemente indícios de uma origem biohémica. Assim, nas proximidades do campo de pouso de

São Domingos, esses calcários aparecem em massas que passam lateralmente a sillexitos, apresentando estruturas estromatolíticas e intercalando-se com lentes de uma brecha, cujos fragmentos são do próprio calcário. Junto da cidade de Galheiros, na estrada que vai para Campos Belos, encontrou-se uma ocorrência de Collenia e nas proximidades da fazenda Terra Roma, no município de Posse, encontrou-se também estruturas estromatolíticas. Muitas vezes, acha-se marmorizado, como a sudoeste da cidade de Nova Roma, em decorrência de falhamentos de empurrão.

Na fazenda São Domingos (no centro-oeste do grau do mesmo nome), ocorre, relacionada ao calcário basal, uma brecha autoclástica, com características de colapso. Já no pacote intermediário ocorrem calcários pretos, bem estratificados, localmente oolíticos, recortados por veios de calcita branca, com granulação fina e forte odor de enxofre em fratura fresca.

Na parte superior têm-se margas que constituem a maior extensão da formação, têm cor cinza-esverdeado, geralmente englobando lentes de calcário preto e, às vezes, gradam superiormente para metassiltito.

Além do grande volume de calcário, esta formação se reveste de importância pelas ocorrências e/ou jazidas de Pb e Zn, já descobertas em Vazante, Januária, etc. e pela potencialidade para prospecção de fosfatos.

#### 2.4.1.4. Formação Três Marias

Esta formação ocupa a parte sul do grau de Posse, além de uma faixa central, margeando a Serra Geral do Pa

Paraná a leste do grau de Alto Paraíso. É constituída por arcósius de cor cinza e granulação fina. Na encosta oriental da Serra Geral do Paraná os arcósius estão filitizados devido ao cavalgamento das camadas Paranoá sobre a Formação Três Marias. Como são rochas mais resistentes à erosão do que as da Formação Paraopeba, é frequente a existência de morros isolados, em forma cônica e mesetas, evidenciados nos municípios de Flores de Goiás e Alvorada do Norte.

A sul da BR-020 (Brasília-Fortaleza), entre o Posto JK e a cidade de Alvorada do Norte, as suas camadas acham-se dobradas numa série de sinclinais e anticlinais, com eixos N-S.

#### 2.4.1.5. Aluviões

Margeando todo o rio Paraná e seus tributários ocorre uma planície aluvionar, constituída por sedimentos recentes de caráter areno-argiloso. É muito frequente a existência de lagoas temporárias intercomunicando-se com o rio Paraná nas épocas de enchentes.

#### 2.4.2. Mineralização

##### 2.4.2.1. Manganês

Nos municípios de São João d'Aliança e Alto Paraíso, existem aproximadamente 30 ocorrências de manganês, provenientes de processos de enriquecimento supergênico sobre metassiltitos da Formação Paranoá, os quais originalmente, deveriam apresentar teores de Mn superiores aos normais



mente encontrados em siltitos marinhos. Algumas destas ocorrências estão sendo mineradas.

#### 2.4.2.2. Hematita

Nas cabeceiras do rio Macacão existem ocorrências de specularita, em veios de quartzo, que cortam as formações Paranoá e Três Marias.

#### 2.4.2.3. Pirita e Calcopirita

Disseminações de pirita e calcopirita foram constatadas nos calcários da Formação Paraopeba, nas seguintes localidades: fazenda São Domingos (na parte centro-oeste do grau de mesmo nome), fazenda Penedo e Vila Claretiano, situadas nos quadrantes NE e SE do grau de Posse.

#### 2.4.2.4. Cristal de Rocha

São frequentes as ocorrências de veios de cristal de rocha nas zonas de falhas, que cortam os quartzitos da Formação Paranoá. A oeste da cidade de Alto Paraíso existem vários garimpos.

### 3. TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

#### 3.1. Generalidades

A metodologia adotada neste levantamento regional baseou-se principalmente nos dados obtidos pela execução da geoquímica piloto e nos trabalhos de KEITH et alii (1967) e A.W. ROSE et alii (1971), realizado no sudoeste da Pensilvânia.

Utilizou-se, como base para locação dos pontos a serem amostrados, as folhas planimétricas da PROSPEC S/A na escala 1:100.000 do Projeto Brasília.

Em toda área foram delimitadas 36 grandes bacias hidrográficas, as quais foram subdivididas em células e numeradas sequencialmente, perfazendo um total de 638 unidades, com área de captação média  $42 \text{ km}^2$ . Do total aproximado de  $27.000 \text{ km}^2$  relativos à superfície trabalhada do Grupo Bambuí, a sequência clástica (ardósias, siltitos, arenitos etc.) abrange cerca de  $10.000 \text{ km}^2$ , enquanto que a sequência carbonática (calcários e margas), principal alvo da prospecção geoquímica, aproximadamente  $17.000 \text{ km}^2$ .

Em paralelo à amostragem de sedimento de corrente, foram também estabelecidos critérios para coleta de concentrado de bateia, solo e rocha.

#### 3.2. Sedimentos de Corrente

O número de amostras coletadas em cada célula variou de 1 a 15 amostras, dependendo do tipo litológico e das condições locais existentes, de modo que cada ponto amostrado possui uma área de captação em torno de  $5 \text{ km}^2$ . Além

destes pontos, cada célula possui uma amostra de controle representando, na maioria das vezes, a área de captação da célula.

No planejamento da amostragem, considerou-se a sequência carbonática e a clástica, individualmente, levando-se em consideração as maiores possibilidades de existência de prováveis mineralizações na sequência carbonática. A amostragem de sedimento de corrente, nesta sequência, sofreu um adensamento, obtendo-se uma densidade de 1 amostra por 8 km<sup>2</sup>, enquanto que, na sequência clástica a densidade média foi de 1 amostra por 10 km<sup>2</sup>, aproximadamente. Considerando-se toda a área trabalhada, têm-se uma média de 1 amostra por 9 km<sup>2</sup>.

Algumas células não foram amostradas devido à ausência de drenagem e impossibilidade de acesso. No caso da porção oeste da quadrícula de Alto Paraíso, próxima do contato do Grupo Araí com o Grupo Bambuí, a amostragem foi evitada, devido à existência de níveis de andesitos dentro daquele grupo, o que acarretaria uma mistura de população amostrada.

As amostras coletadas foram do tipo composta, tomando-se de três a cinco porções, ao longo do canal dos rios e córregos, em uma extensão aproximada de 20 metros, com peso aproximado de 500 g, isto dependendo da granulometria do material amostrado. Foram coletadas nas drenagens de 2ª e 3ª ordens, evitando-se o máximo possível a amostragem em córregos de maior ordem. Coletou-se um total de 2.950 amostras de sedimento de corrente, entre as quais estão computadas 60 amostras duplicatas e 56 replicatas, para verificação dos erros de amostragem e analíticos, respectivamente. Sempre que possível foram efetuadas medições de pH da água, no

local de coleta, num total de 722 medições. As medidas foram efetuadas com um Kit colorimétrico HACH modelo 17N.

### 3.3. Concentrado de Bateia

A amostragem de concentrados de minerais pesados foi empregada, tendo em vista a comprovada presença de dispersão clástica, principalmente para Au e Pb detectada durante a fase piloto do projeto.

Embora tenha sido inicialmente programada a amostragem de minerais pesados em cada uma das 638 células, este critério não foi obedecido, devido a fatores como por exemplo, a ausência de material nas calhas dos rios e, próximo aos vales dos grandes rios a inexistência de material grosseiro, de modo que apenas 574 células foram amostradas.

As amostras de concentrado de bateia foram coletadas, sempre que possível na maior drenagem de cada célula, correspondendo aos pontos de coleta das amostras de controle. Utilizou-se bateias de alumínio do tipo cônico.

A densidade média para toda a área amostrada ficou em torno de 1 concentrado para cada 45 km<sup>2</sup>.

Para a concentração coletou-se um volume de 10 litros de material aluvionar, a uma profundidade de 20 cm, aproximadamente, no canal principal das drenagens. O material concentrado foi do tipo composto, num total de 574 amostras.

### 3.4. Rocha

A amostragem de rochas foi planejada em função das características litológicas e em zonas situadas próximas das cabeceiras das drenagens. Essa amostragem foi efetuada com a finalidade de verificar a contribuição dos elementos -traços na rede de drenagem, visando a um melhor controle dos dados obtidos nos sedimentos de corrente e solo.

O material amostrado constou de vários framentos coletados no sentido perpendicular à estratificação, totalizando 75 amostras.

### 3.5. Solo

Para a amostragem de solo utilizou-se uma cavadeira vulgarmente denominada "Boca de Lobo".

A finalidade dessa amostragem foi verificar a contribuição dos elementos na rede de drenagem, como também adicionar algum dado complementar para a interpretação da amostragem de sedimento de corrente.

A profundidade de amostragem foi entre 0,25 a 0,35 m, correspondendo, geralmente, ao horizonte B. Coletou-se um total de 57 amostras, distribuídas em função da litologia e possíveis zonas mineralizadas. O pH do solo foi determinado no laboratório, utilizando-se o medidor METRONIC, modelo ES-B, com eletrodo específico.



#### 4. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICAS ANALÍTICAS

##### 4.1. Secagem e Peneiramento

As amostras de sedimento de corrente e solo foram secadas em laboratório, utilizando-se estufas a uma temperatura de 95°C. Após a secagem, seguiram-se os trabalhos de desagregação e peneiramento. 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.

As amostras de rochas também sofreram pulverização a uma fração menor que 150 mesh.

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 de 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, no LAMIN 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 grafite espectrograficamente puro, e a mistura foi colocada em eletrodo de grafite. 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 ( $\pm$ ) um ou dois intervalos num limite de confiança de 68% e 95%, respectivamente.

#### 4.2.2. Espectrofotometria de Absorção Atômica

Por este método, foram analisadas, no Laboratório da SUREG-GO, as amostras de sedimentos de corrente, solo e rocha, para a determinação dos seguintes elementos: Cu, Pb, Zn, Fe e Mn.

O procedimento analítico do laboratório foi o seguinte: pesa-se 1 g da amostra pulverizada, a partir da fração menor que 80 mesh, de solos, e menor que 40 mesh de sedimento de corrente, e passa-se para o tubo de ensaio. Coloca-se 5 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado, agita-se e leva-se à fervura por 30 minutos. Completa-se o volume com HNO<sub>3</sub> concentrado e dilui-se para 10 ml com adição de 5 ml de H<sub>2</sub>O deionizada. Agita-se novamente, centrifuga-se e faz-se a leitura no

Espectrofotômetro de Absorção Atômica Perkin Elmer, modelo 103, devidamente calibrado com padrões dos elementos acima.

No LAMIN, efetuaram-se as análises dos solos e rochas para Au e nos concentrados para Zn e Au.

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 a 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 e uma alíquota apropriada, tratada com vanadato e molibdato de amônia. A absorbância 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 do Eletrodo de Íon Específico. A amostra foi fundida 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.

#### 4.2.5. Potenciômetro

Na SECLAB-GO foram feitas determinações de pH, com potenciômetro, nas amostras de sedimento de corrente e solo. Procedeu-se da seguinte maneira: da amostra quarteada (sem peneiramento), retirou-se uma alíquota correspondente ao volume de um becher de 100 ml da amostra total. Adicionou-se água deionizada até que a amostra adquirisse consistência de lama. Utilizou-se o medidor de pH METRONIC, modelo ES-B, com eletrodo específico para pH (EVM eletrodo indicador de vidro) e (ERM - Calomelano).

#### 4.3. Laboratório e Pessoal Responsável

As amostras coletadas, exceto as de concentração de bateia, foram preparadas e analisadas na Seção de Laboratório (SECLAB-GO) da CPRM de Goiânia, pelo método de espectrofotometria de Absorção Atômica. As análises pelos métodos de espectrografia de emissão, colorimetria e eletrodo específico foram executadas pelo Laboratório de Análises Minerais - LAMIN da CPRM, no Rio de Janeiro. Os concentrados de bateia foram preparados no LAMIN.

Participaram nas análises os seguintes químicos

cos da SECLAB-GO: EDUARDO SILVA DE ALMEIDA, GILBERTO SANTA NA, VAZ PEREIRA DA COSTA e AILTON GUMERATO.

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 PEDRO SO ARRAES, do Laboratório de Análises Mineraiis (LAMIN) Rio.

As análises espectrográficas semi-quantitativas, foram da responsabilidade dos químicos: GLÓRIA BERENICE C.T.C.B. DA SILVA, HUGO AUGUSTO SPINELLI, MARIA LUCIA M. E LEMOS e ELISABETH DE BARROS BARRETO WINTER, do Laboratório de Análises Mineraiis (LAMIN) Rio.

As determinações do pH foram realizadas pelos técnicos químicos do laboratório de Goiânia - SECLAB.

## 5. AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

### 5.1. Generalidades

A avaliação e interpretação dos dados geoquímicos envolvem fatores que vão desde a confiabilidade das técnicas de amostragem e procedimentos analíticos, até as possíveis influências de ambientes geológicos distintos.

Neste trabalho, as informações de campo e os resultados analíticos de cada amostra foram arquivados e tratados estatisticamente, utilizando-se o processamento eletrônico do Sistema Estatístico de Amostragem Geoquímica (SEAG), da CPRM.

Os elementos considerados para interpretação nos sedimentos de corrente foram: Cu, Pb, Zn, P, F, Fe e Mn, além das determinações do pH da água no ponto de coleta. Embora também, tenha sido determinado pH nos sedimentos de corrente, foi dada preferência aos valores obtidos diretamente nas águas, em virtude das grandes variações verificadas em uma mesma amostra, inclusive fornecendo uma frequência relativamente elevada de valores incompatíveis com o ambiente geológico local.

Pelo método de espectrofotometria de absorção atômica foram analisados: Cu, Pb, Zn, Fe e Mn, enquanto que o P foi analisado por colorimetria e o F por eletrodo de íon específico.

Os concentrados de bateia, devido à pouca quantidade de minerais pesados, inerentes à sequência carbonática, tornaram-se insuficientes para análise por absorção atômica, mesmo considerando a fração pesada total. Em vista

disto, optou-se pela análise espectrográfica, a qual consome apenas 10 mg de amostra e é plenamente satisfatória para Cu, Pb, Be e Ag e, mais ainda, quando se trata de concentrado de minerais pesados, onde o "background" é sensivelmente mais elevado para os referidos metais.

Para interpretação foram considerados os seguintes elementos: Cu, Pb, Zn, Be, Au e P. O Au e o Zn foram analisados, tanto por espectrografia semi-quantitativa, como por absorção atômica, tendo sido considerados de maior importância, para efeito de interpretação, os resultados por absorção atômica, devido à maior sensibilidade deste método. Também neste material foi analisado P, por colorimetria.

Os valores analíticos dos elementos são expressos em partes por milhão (ppm), com exceção do Fe que é em percentagem.

Nos sedimentos de corrente, os elementos analisados apresentaram um bom grau de detecção, o mesmo não acontecendo com os concentrados de minerais pesados, que apresentaram valores qualificados em número considerável. Esses valores são precedidos da letra L, quando o valor está abaixo do limite inferior de detecção; da letra G, quando acima do limite superior e, da letra N, quando o elemento não foi detectado.

O tratamento estatístico dos dados foi feito através de vários programas de aplicação uni e multivariados do SEAG.

## 5.2. Critério para Interpretação

### 5.2.1. Generalidades

Os diferentes processos naturais de concentração e distribuição dos elementos traços, sugerem a individalização das populações alvo, em função dos critérios litológicos e lito-estratigráficos. Esta separação possibilita estabelecer padrões de distribuição mais reais para cada elemento nas populações alvo, consideradas.

No Grupo Bambuí, basicamente foram consideradas duas populações alvos, uma representada pela sequência carbonática e outra pela clástica. As populações amostradas são os sedimentos de corrente e os concentrados de bateia.

O processamento eletrônico dos dados consistiu na criação de um arquivo geral do projeto, onde foram estocados dados analíticos e de campo. A partir desse arquivo geral, criou-se sub-arquivos, levando-se em conta o tipo de amostra e as características geológicas de cada população alvo, definida.

Inicialmente, dividiu-se a área global do projeto em três subáreas, levando-se em conta as influências das unidades geomorfológicas e geológicas. Na primeira, as bacias de drenagens estão nas rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, sob influência dos arenitos da Formação Urucuia, que ocorrem na Serra Geral de Goiás. A segunda estaria refletindo predominantemente à sequência carbonática (Formação Paraopeba) e, a terceira influenciada pela sequência clástica (Formação Paranoá e Três Marias), além de rochas do Grupo Araí e do Embasamento Indiferenciado.



Tratados os dados de cada subárea, não se verificou, entre as duas primeiras, diferenças significativas. Deste modo, preferiu-se simplificar o tratamento estatístico, considerando apenas as sequências carbonática e clástica, cujos parâmetros obtidos denunciaram distribuições de elementos geoquimicamente distintos.

Para cada população alvo (sequências clástica e carbonática), os dados de sedimentos de corrente foram processados de duas maneiras distintas: uma, considerando o teor de cada ponto amostrado, individualmente e, na outra, utilizou-se a média geométrica dos teores das amostras coletadas em cada célula.

Nos mapas de amostragem geoquímica, na escala 1:100.000, estão plotadas todas as estações de sedimentos de corrente, como também as de concentrados de minerais pesados, solo e rocha. Estes mapas apresentam um esboço geológico do Grupo Bambuí, com os dados estruturais de maior importância.

Os mapas geoquímicos de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, foram elaborados de modo simplificado, esboçando apenas os contatos entre as sequências carbonática e clástica, do Grupo Bambuí.

Para os sedimentos de corrente, elaborou-se um mapa para Cu, Pb, Zn, um para P e F e outro para Fe e Mn. Nestes mapas, além das células anômalas estão assinalados os pontos anômalos individuais e a média aritmética dos valores de pH da água, em cada célula.

Os valores anômalos nos concentrados de minerais pesados são mostrados em um mapa para Cu, Pb e Zn e outro para Be, Au e P.



Tanto nos mapas de sedimentos de corrente, como nos de concentrados de minerais pesados, os elementos analisados acham-se representados em dois intervalos de classe, sendo consideradas anomalias de 1ª ordem, os valores acima do último intervalo (média + dois desvios padrão) e, as de 2ª ordem, os valores acima do primeiro intervalo (média + um desvio padrão).

Os dados de solo e rocha, devido ao pequeno número de amostras e os baixos teores registrados não foram tratados estatisticamente.

#### 5.2.2. Amostras Individuais

Os diversos conjuntos de amostras foram considerados como tendo distribuição log-normal.

No cálculo dos estimadores estatísticos, os valores abaixo do limite de sensibilidade foram multiplicados por 0,5 e, os acima, por 1,5. Os valores não detectados passaram a ser definidos como sendo a terça parte do limite inferior de detecção do elemento.

Para cálculo do limiar dos elementos considerados em cada sequência, em virtude do teste de log-normalidade de distribuição dos elementos não ter sido aceito pelo teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV e CHI-QUADRADO, nos níveis de 1% e 5% de significância, os mesmos foram calculados graficamente, o que permitiu neutralizar, em parte, a influência de material diluente estranho ao Bambuí, causador do surgimento de grandes desvios gramétricos os quais, se considerados, impediriam a detecção de anomalias. Para isto, utilizou-se o

gráfico de LEPELTIER (1969), tomando-se como o limiar, o valor em torno de 97,5% do gráfico de probabilidade, correspondendo aproximadamente a 2,5% da frequência acumulada da distribuição cujos valores, segundo HAWKES and WEBB (1962), podem ser considerados anômalos. Este critério foi o que melhor refletiu a distribuição dos elementos, coincidindo, na maioria das vezes, com as células consideradas anômalas.

### 5.2.3. Células

Os mapas geoquímicos foram subdivididos em 638 células, cada uma contendo de 1 a 15 amostras, dependendo do tipo litológico e das condições locais existentes.

Para cada célula foi computada a média geométrica para cada elemento, a partir de todos os valores das amostras da célula. Daí, foi calculada a média aritmética das médias geométricas de todas as células, como também, o desvio padrão para cada elemento.

As células anômalas foram definidas como sendo aquelas nas quais a sua média geométrica, para cada elemento excede  $\bar{X} + S$  (2ª ordem) ou  $\bar{X} + 2S$  (1ª ordem). Os valores numéricos para este tratamento estatístico estão na legenda dos mapas geoquímicos dos elementos.

## 5.3. Avaliação Estatística dos Dados

### 5.3.1. Método Estatístico Aplicado

Como subsídios para a interpretação dos dados

geoquímicos, empregou-se o Sistema Estatístico de Amostragem Geoquímica (SEAG), da CPRM. Foram selecionados os seguintes programas: sumário das estatísticas e teste de distribuição (PRGQM/210), matriz de correlação (PRGQM/305), gráfico de probabilidade (PRGQM/515) e análise de variância (PRGQM/405).

### 5.3.2. Distribuição dos Elementos em Sedimentos de Corrente

#### 5.3.2.1. Cobre, Chumbo e Zinco

Elementos essencialmente de natureza calcófila constituem a associação típica em depósitos sulfetados. Estes elementos revestem-se de grande importância dentro do Grupo Bambuí, constituindo os principais elementos pesquisados na área.

Os índices de variância de campo e de laboratório, introduzidos para estes elementos (Tabelas 1 e 2), todos abaixo de 15%, situam-se dentro de uma faixa de confiabilidade muito boa, segundo critérios adotados por EBENS et alii (1975). Por outro lado, verifica-se que, nessas tabelas, o Cu, Pb e Zn e, também os outros elementos considerados, apresentam cifras de variância mais elevadas para duplicatas de laboratório que para as de campo, comportamento este, naturalmente, inverso ao esperado. Isto pode ser explicado pelo fato de que os cálculos da variância analítica e da variância de campo + laboratório caíram entre pares de amostras de estações totalmente independentes.

Como podem ser verificadas, as configurações dos histogramas para Cu, Pb e Zn na sequência carbonática

TABELA 1  
VARIÂNCIA DE AMOSTRAGEM E ANALÍTICA EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ELEMENTOS	COMPONENTE DA VARI	COMPONENTE DA VIARIÂNCIA DE AMOSTRAGEM E ANALÍTICA	VARIÂNCIA DE AMOSTRAGEM E ANALÍTICA (%)	SIGNIFICÂNCIA
Pb	0,102763	0,01139	11,08	sim
Zn	0,186386	0,004876	2,62	sim
Cu	0,1312525	0,0063425	4,83	sim
P	0,0701614	0,0060194	8,58	sim
F	0,152454	0,014104	9,25	sim
Fe	0,113674	0,0041774	3,69	sim
Mn	0,6701193	0,0086893	1,30	sim

TABELA 2  
VARIÂNCIA ANALÍTICA EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

ELEMENTOS	COMPONENTE DA VARIÂNCIA TOTAL	COMPONENTE DA VARIÂNCIA ANALÍTICA	VARIÂNCIA ANALÍTICA (%)	SIGNIFICÂNCIA
Pb	0,161537	0,023947	14,82	sim
Zn	0,260474	0,020164	7,74	sim
Cu	0,206786	0,017426	8,43	sim
P	0,084343	0,017431	20,67	sim
F	0,154014	0,024584	15,96	sim
Fe	0,1647268	0,0088468	5,37	sim
Mn	0,738571	0,028811	3,90	sim



(Figs. 2, 3 e 4), exibem, de uma maneira geral, uma assimetria negativa, relativamente acentuada, devido à frequência elevada de valores baixos, possivelmente decorrentes da contribuição de materiais provenientes de populações de baixo "background", tais como os arenitos da Formação Urucuia, as aluviões quaternárias dos vales dos rios Corrente e Paranaíba, em parte, devido à baixa mobilidade desses elementos, imposta pelo pH altamente alcalino.

Já na sequência clástica, as distribuições de Cu e Pb tendem a ser mais homogêneas, devido sobretudo, ao caráter levemente ácido do ambiente, possibilitando uma maior dispersão geoquímica dos elementos nas drenagens. No caso do Zn, a distribuição provavelmente representa uma população mista, com o elemento proveniente de fontes diferentes.

Os índices de correlações relativamente elevados, registrados entre esses elementos, como podem ser verificados (Tabela 3), todos superiores a 0,75, confirmam a conspícua associação entre os mesmos, no ambiente secundário regional.

Os parâmetros estatísticos desses elementos nas sequências clástica e carbonática são apresentados na (Tabela 4).

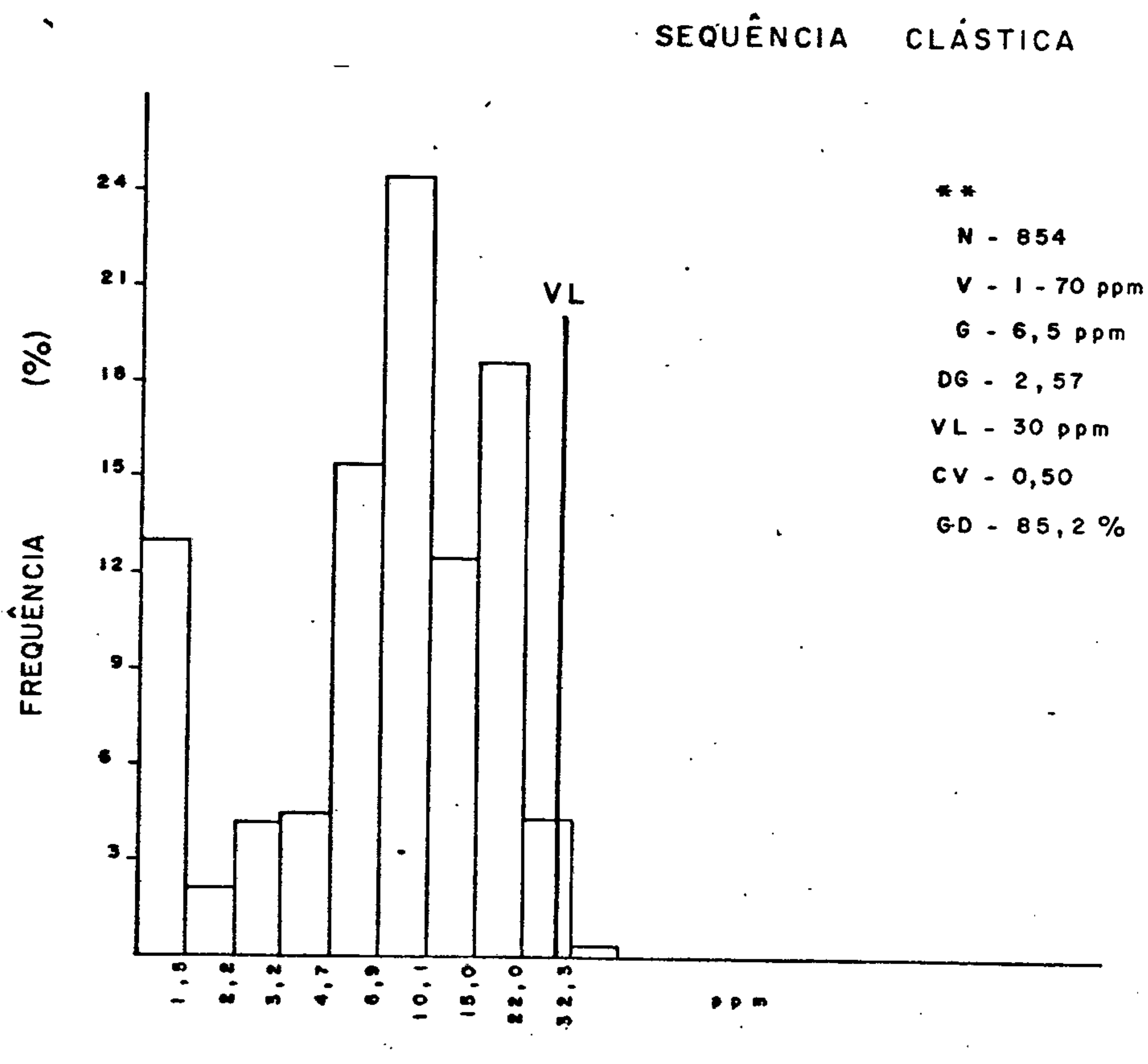
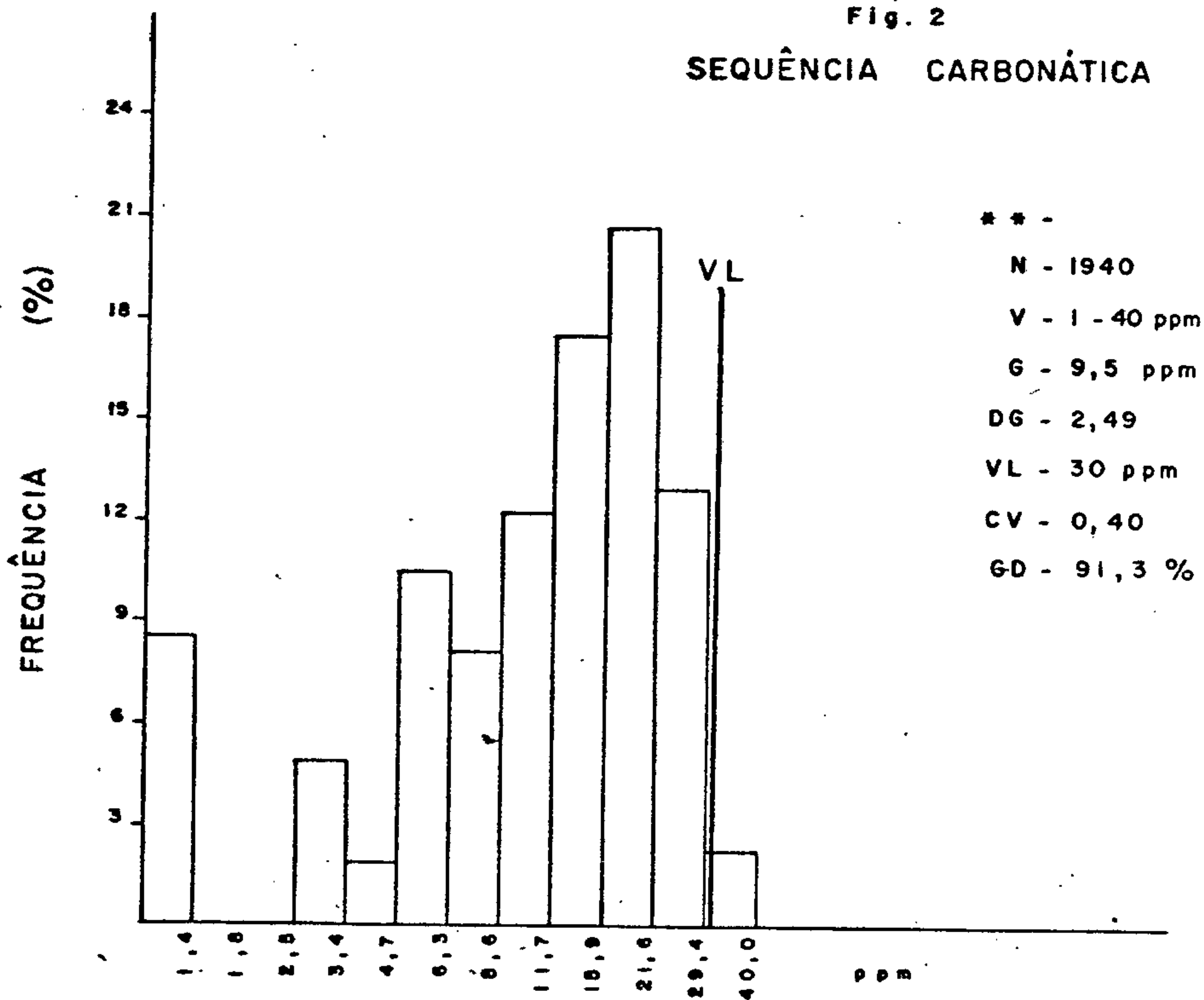
Na sequência carbonática, os limiares encontrados foram: Cu-30 ppm, Pb-52 ppm e Zn-85 ppm. Na sequência clástica, o limiar para Cu permaneceu aproximadamente o mesmo, 27 ppm, decrescendo para Pb, 40 ppm e Zn, 55 ppm. Na área do projeto foram detectadas cerca de 42 amostras anômalas para Pb, 26 para Zn e 22 para Cu (Tabela 5).

É importante também salientar o forte índice de correlação, obtido pelo Cu-Pb-Zn com o F (faixa de 0,8),



HISTOGRAMAS DE COBRE - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)  
(HNO<sub>3</sub> CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

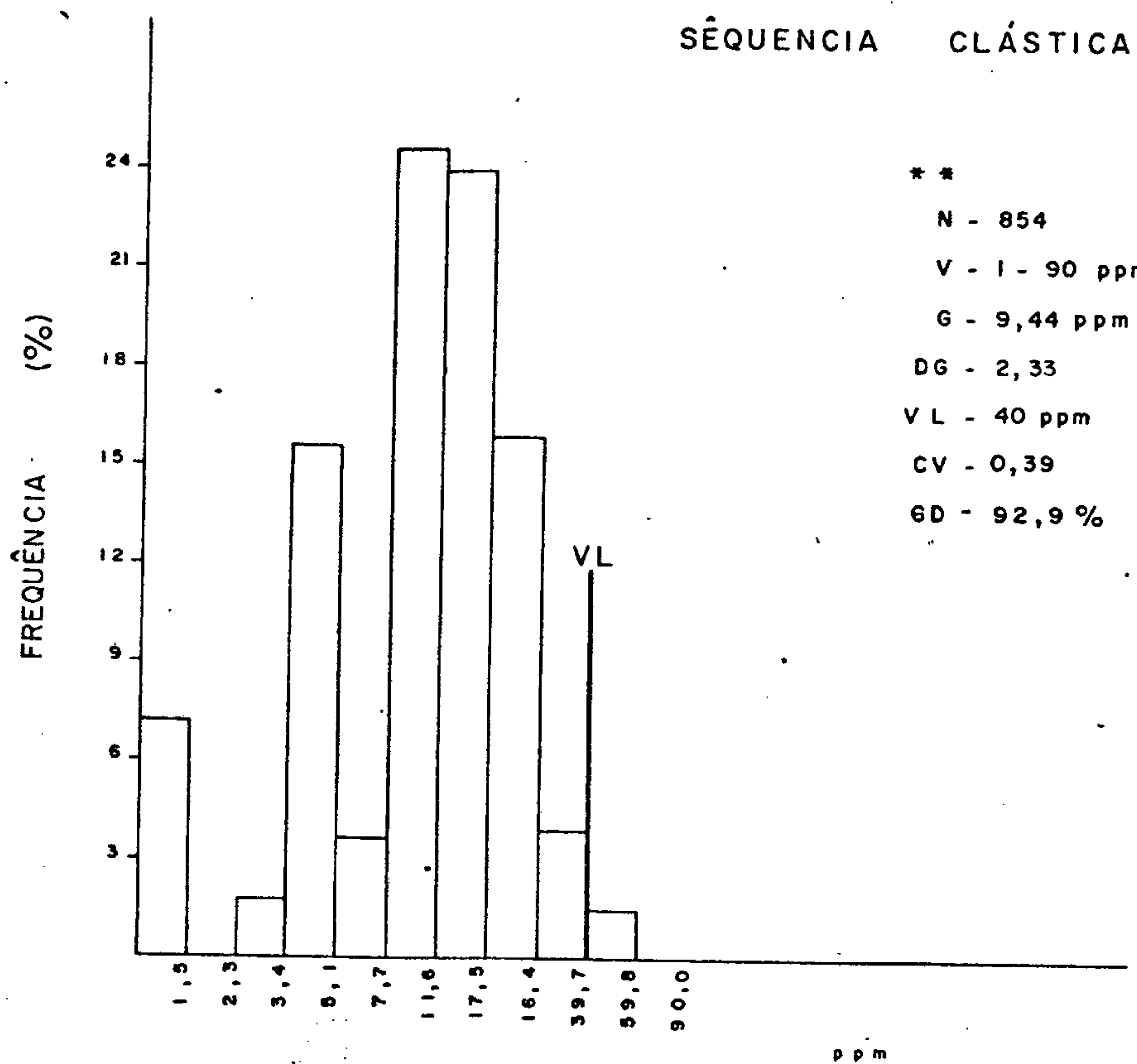
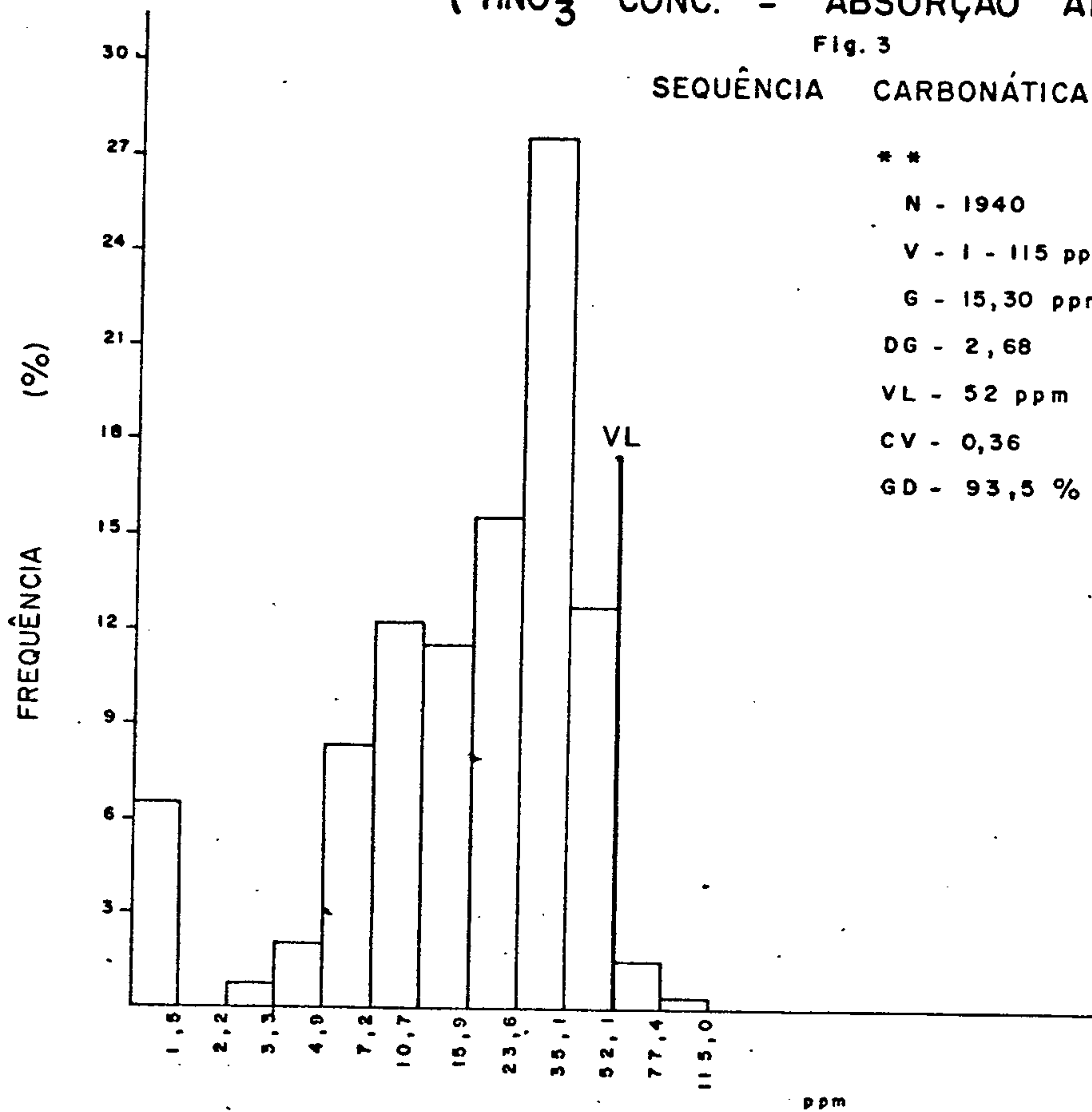
Fig. 2



\* - 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 LIMÍAR (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE CHUMBO - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH)  
(HNO<sub>3</sub> CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

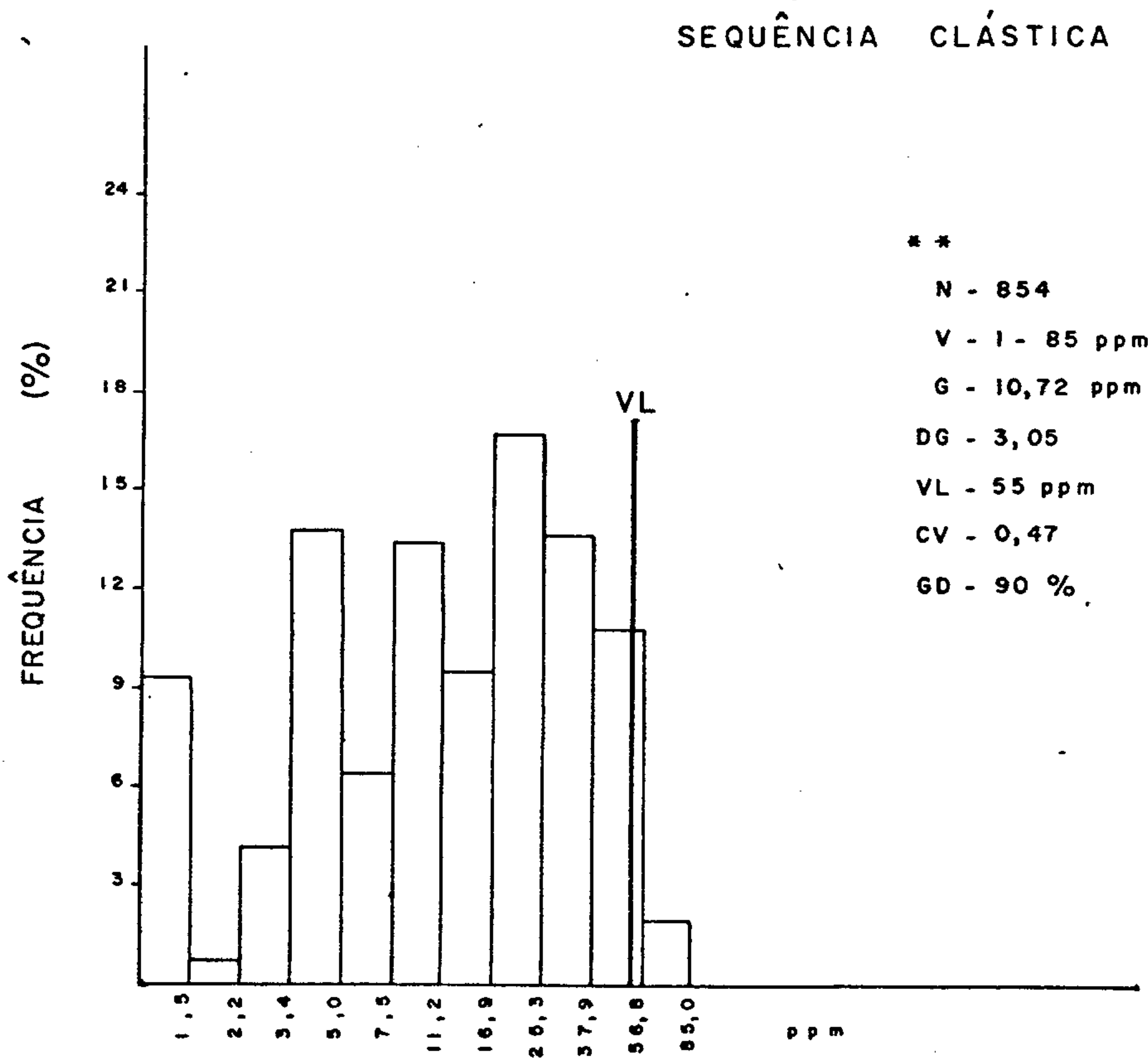
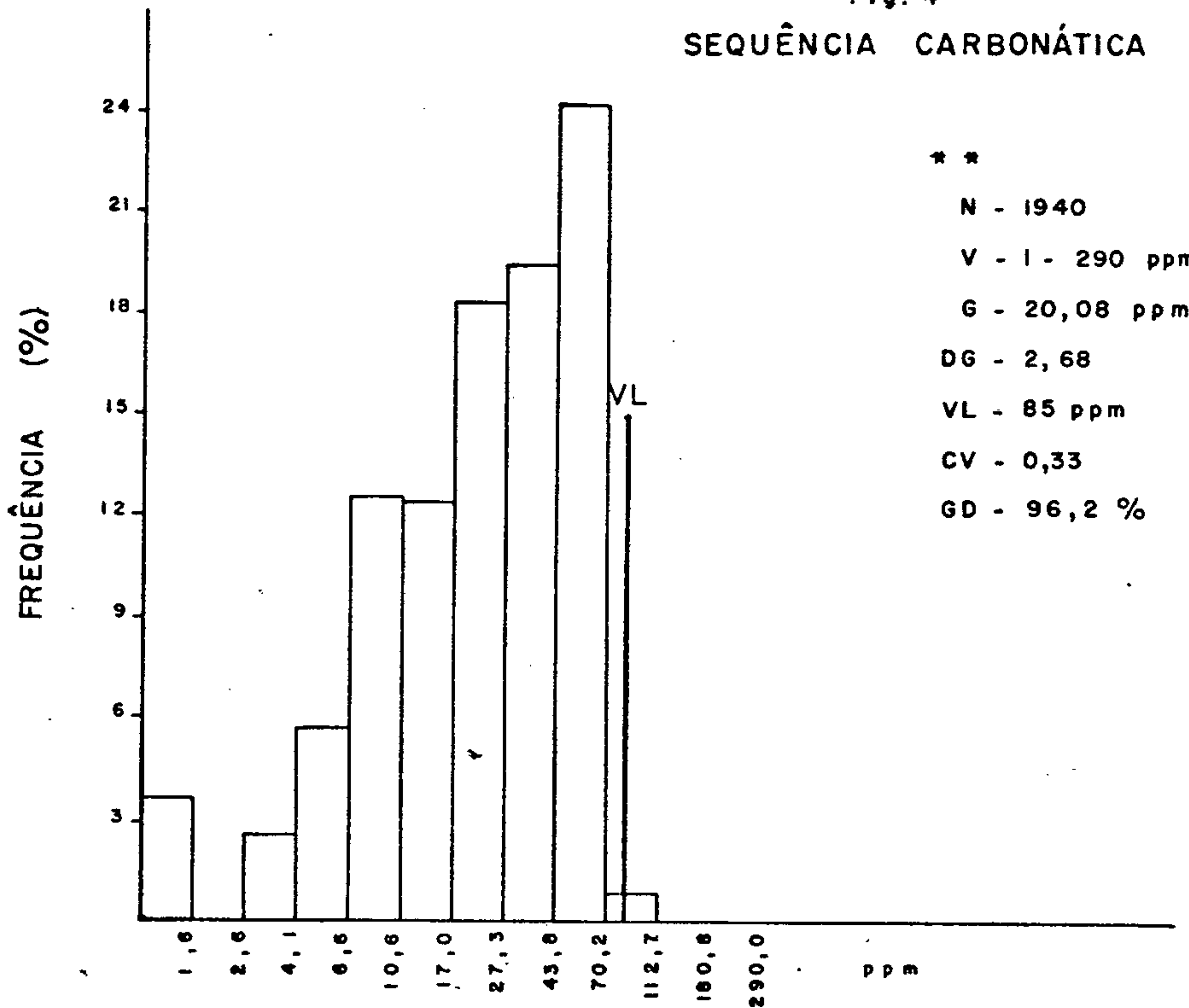
Fig. 3



\* - 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 LIMIAR (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE ZINCO - SEDIMENTO DE CORRENTE (<40 MESH)  
(HNO<sub>3</sub> CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

Fig. 4



\* - 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 (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

TABELA 3

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTO DE CORRENTE

SEQUÊNCIA CARBONÁTICA

	Cu(AA)	Pb(AA)	Zn(AA)	P(Col)	F(Ins)	Fe(AA)	Mn(AA)
Cu(AA)	1.00	0.88	0.89	0.77	0.87	0.85	0.67
Pb(AA)		1.00	0.85	0.77	0.85	0.87	0.67
Zn(AA)			1.00	0.72	0.83	0.85	0.69
P(Col)				1.00	0.74	0.72	0.54
F(Ins)					1.00	0.81	0.60
Fe(AA)						1.00	0.68
Mn(AA)							1.00

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTO DE CORRENTE

SEQUÊNCIA CLÁSTICA

	Cu(AA)	Pb(AA)	Zn(AA)	P(Col)	F(Ins)	Fe(AA)	Mn(AA)
Cu(AA)	1.00	0.84	0.84	0.74	0.61	0.81	0.74
Pb(AA)		1.00	0.76	0.76	0.56	0.80	0.67
Zn(AA)			1.00	0.65	0.43	0.71	0.80
P(Col)				1.00	0.57	0.76	0.59
F(Ins)					1.00	0.65	0.45
Fe(AA)						1.00	0.70
Mn(AA)							1.00



**TABELA 4 - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES**  
**AMOSTRAS INDIVIDUAIS**

S E D I M E N T O S	CLÁSTICA	ELEMENTOS ANÁLISES (ppm) E	K - S		X <sup>2</sup>		V MIN - V MAX	G	D G	L GEOM.	L GRÁF.
			5%	1%	5%	1%					
C O N C E N T R A D O S	CLÁSTICA	CU - AA					N 3 - 70	6	2,57	40	27
		PB - AA					N 3 - 90	9	2,33	50	40
		ZN - AA					N 3 - 85	10	3,05	100	55
		P - COL					L 50 - 750	212	1,84	720	525
		F - EIE		☒			L 50 - 3500	193	2,60	1210	1170
		FE - AA %					0,10 - 6,0	1,20	2,88	10	4,5
		MN - AA					3 - 9500	94	5,89	3280	2500
	CARBONÁTICA	CU - AA					N 3 - 40	9	2,49	60	30
		PB - AA					N 3 - 115	15	2,68	110	52
		ZN - AA					N 3 - 290	20	2,68	140	85
		P - COL					L 50 - 2100	233	2,11	1040	930
		F - EIE					L 50 - 250	226	2,75	1700	1150
		FE - AA %					0,10 - 10	1,42	3,01	13	5
		MN - AA					3 - 6000	269	4,03	4370	2400
C O N C E N T R A D O S	CLÁSTICA	BE - S					N 1,0 - 10	1	2,07	4	4
		CU - S	☒	☒			5 - 500	28	3,80	410	250
		PB - S	☒	☒			10 - 1500	86	2,03	360	400
		ZN - S					L 200 - 500	170	1,40	330	400
		ZN - AA	☒	☒	☒	☒	4 - 310	53	2,61	360	200
		AU - AA					N 0,05 - 0,45	0,02	4,65	0,30	0,3
		P - COL	☒	☒			200 - 20000	1759	2,24	8800	8580
	CARBONÁTICA	BE - S					N 1,0 - 20	1	2,22	6	6
		CU - S					5 - 200	27	2,32	150	120
		PB - S	☒	☒			10 - 1500	104	2,06	440	380
		ZN - S					L 200 - 1500	156	1,27	250	300
		ZN - AA					6 - 530	73	2,28	380	260
		AU - AA					N 0,05 - 16	0,02	4,70	0,45	0,45
		P - COL	☒	☒			200 - 7100	1281	1,80	4100	4500

V MIN-V MAX - Variações Mínimo-Máximo  
 G - Média Geométrica  
 DG - Desvio padrão Geométrico  
 L GEOM. - Limiar Geométrico  
 L GRÁF. - Limiar Gráfico

ACEITA



Hipótese de Distribuição Log-normal  
 K - S ( Teste de KOLMOGOROV - SMIRNOV )  
 X<sup>2</sup> ( Teste CHI - QUADRADO )



REJEITADA

L - Limite Inferior de Detecção  
 N - Não Detectado  
 \* - Valores considerados nos cálculos.  
 Ver texto para explicações.



CPRM



**TABELA 3**  
**VALORES ANÔMALOS EM SEQUÊNCIAS DE CORRENTE (97,5%) - GRÁFICO DE PROBABILIDADE**

Nº DA AMOSTRA	Nº DA CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)							Nº DA AMOSTRA	Nº DA CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)						
			Pb(AA)	Zn(AA)	Cu(AA)	P(Col)	P(EIE)	Fe(%)	Mn(AA)				Pb(AA)	Zn(AA)	Cu(AA)	P(Col)	P(EIE)	Fe(%)	Mn(AA)
RS-546	352	1	40	22	5	325	(1800)	2	700	AM-226	282	1	(55)	45	20	325	600	3	750
RS-471	538	1	30	22	15	350	(1600)	2	380	FB-539	159	1	(75)	25	20	525	700	3	850
RS-473	539	1	40	20	16	500	(1400)	4	1200	RS-442	552	1	(60)	40	22	400	-	2	1200
FB-151	35	1	40	30	20	400	(1500)	4	150	RS-476	546	1	(55)	20	16	325	(1400)	2	2400
RS-466	545	1	20	23	13	325	(1900)	2	425	RS-477	544	1	(80)	60	30	425	(2250)	5	(2100)
RS-467	545	1	40	16	15	400	(2500)	3	280	CM-603	583	1	(60)	70	25	525	425	5	1600
RS-468	545	1	20	10	8	275	(1900)	1	270	CM-949	179	1	(55)	45	(40)	275	700	(6)	1800
RS-475	538	1	45	30	18	425	(2250)	4	1000	RS-524	528	2	(45)	(65)	(30)	350	375	4	1200
RS-479	545	1	30	18	17	325	(1900)	3	500	RS-527	528	2	(45)	(65)	(35)	450	500	(5)	1500
RS-481	543	1	21	26	15	350	(2000)	3	310	RS-346	639	2	(50)	(85)	(35)	375	600	4	1500
RS-482	544	1	40	15	10	525	(2000)	(7)	450	RS-685	369	2	(90)	25	17	(625)	350	3	(6500)
RS-455	561	2	10	15	5	225	(1200)	1	200	RS-687	369	2	(50)	10	8	(625)	180	2	(2000)
RS-457	561	2	12	20	6	325	(1200)	2	280	CM-462	633	2	(50)	40	25	350	300	3	1300
RS-704	330	2	10	5	8	300	(1200)	2	15	AM-745	233	2	(50)	40	14	300	(625)	2	120
RS-4	11	1	(54)	52	23	350	800	(7,7)	560	CM-36	45	1	30	(95)	26	375	600	4	990
RS-16	29	1	(56)	48	20	375	600	4,9	690	CM-38	45	1	27	(95)	25	325	400	4	810
RS-17	33	1	(56)	45	21	325	400	(6,6)	890	CM-55	28	1	24	(100)	25	275	600	3	740
RS-24	32	1	(53)	50	22	400	600	(6,8)	590	CM-57	37	1	25	(90)	28	300	500	3	700
RS-31	19	1	(54)	56	17	400	600	(7)	400	CM-60	38	1	20	(100)	21	225	190	2	630
RS-40	26	1	(53)	61	19	400	500	(7,1)	800	CM-46	45	1	35	(110)	21	325	425	4	900
RS-63	34	1	(60)	59	29	350	600	(5,5)	590	CM-54	37	1	30	(140)	30	350	700	4	920
CM-13	4	1	(55)	65	27	400	600	(7)	1300	CM-56	28	1	28	(120)	27	400	600	3	1000
CM-42	52	1	(55)	(95)	26	400	700	4	800	CM-58	29	1	30	(290)	30	400	450	4	1100
AM-38	31	1	(80)	50	20	575	500	(7)	(3200)	CM-39	45	1	30	(200)	26	350	300	4	860
AM-40	18	1	(80)	50	20	450	700	(6)	(3000)	CM-750	517	1	40	(95)	(40)	500	600	4	1100
AM-48	33	1	(60)	50	17	500	600	5	1300	RS-360	604	2	40	(80)	30	525	600	3	1700
AM-50	26	1	(50)	55	17	450	600	5	950	RS-575	351	2	15	(60)	11	325	425	3	(4700)
AM-62	35	1	(70)	35	15	325	375	5	1600	CM-509	625	2	20	(60)	25	375	375	3	550
FB-152	36	1	(60)	50	25	500	700	5	1200	CM-582	599	2	20	(60)	24	375	375	3	650
FB-153	43	1	(60)	55	21	550	800	(6)	950	CM-583	599	2	30	(70)	(30)	500	375	4	1300
FB-157	43	1	(55)	50	20	550	800	(6)	750	CM-752	517	2	30	(70)	(30)	425	600	4	360
FB-188	60	1	(70)	55	30	550	600	5	1700	CM-874	382	2	35	(60)	25	500	275	(5)	700
CM-156	59	1	(70)	45	24	450	700	5	2400	CM-809	489	2	30	(60)	(28)	400	500	4	650
CM-160	50	1	(80)	60	27	450	700	5	(2800)	CM-829	483	2	20	(60)	10	450	325	2	550
CM-161	59	1	(85)	55	25	600	700	(8)	1,4	AM-349	611	2	30	(65)	26	350	275	3	1600
CM-175	83	1	(115)	30	22	425	600	4	(3200)	AM-357	637	2	24	(60)	(28)	175	400	3	550
RS-100	268	1	(60)	60	20	375	700	4	2,4	CM-66	38	1	29	70	(35)	350	475	4	930

Obs.: ( ) - Valor anômalo do elemento  
 AA - Absorção Atômica  
 Col - Colorimetria  
 EIE - Eletrodo de Ion Específico  
 1 - Sequência carbonática  
 2 - Sequência clástica

CONTINUAÇÃO DA TABELA 3  
VALORES ANÔMALOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE (97,5%) - GRÁFICO DE PROBABILIDADE

Nº DA AMOSTRA	Nº DA CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)							Nº DA AMOSTRA	Nº DA CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)						
			Pb (AA)	Zn (AA)	Cu (AA)	P(Col)	P (EIE)	Fe (%)	Mn (AA)				Pb (AA)	Zn (AA)	Cu (AA)	P(Col)	P (EIE)	Fe (%)	Mn (AA)
CM-236	103	1	(85)	40	20	500	425	4	2000	CM-117	21	1	30	70	(35)	400	800	4	75
CM-268	102	1	(70)	65	25	550	700	(7)	1200	CM-706	523	1	22	40	(40)	550	400	0,8	170
CM-294	98	1	(110)	40	25	800	600	(6)	3,2	FB-619	536	1	50	60	(35)	550	450	5	1700
CM-316	141	1	(65)	50	25	550	700	5	1500	FB-621	536	1	45	80	(40)	375	600	3	1300
FB-634	506	1	26	16	(35)	375	375	1	350	CM-1028	363	2	14	10	15	325	(1300)	3	80
FB-661	508	1	22	28	(40)	375	450	0,7	100	FB-958	255	2	10	12	12	275	(1200)	(5)	150
RS-372	351	2	30	35	(30)	375	475	3	1300	RS-454	562	2	10	10	8	250	(3500)	1	40
RS-629	316	2	10	20	(40)	(550)	180	3	11	RS-459	550	2	14	10	5	325	(2500)	1	100
RS-634	315	2	16	50	(30)	350	50	3	2000	RS-460	560	2	15	24	14	325	(1800)	1	240
RS-711	330	2	20	40	(70)	275	700	(5)	1300	RS-461	559	2	16	35	12	275	(2250)	1	300
FB-820	375	2	28	50	(30)	350	300	4	470	RS-462	559	2	20	45	15	350	(2500)	2	400
AM-336	633	2	15	40	(28)	275	200	3	250	RS-463	559	2	20	40	12	300	(2500)	2	280
CM-860	379	1	50	35	20	(1100)	90	(10)	400	RS-465	558	2	15	15	7	275	(1700)	1	700
FB-336	127	1	35	60	28	(975)	450	2	450	CM-1029	363	2	14	8	15	250	(1400)	3	280
CM-31	71	1	7	15	6	(2000)	-	0,9	250	CM-427	106	1	30	30	15	775	375	(6)	(3800)
CM-529	583	1	25	50	24	(1300)	475	3	300	FB-16	10	1	42	45	27	625	600	(6)	600
FB-34	46	1	-	7	3	(2100)	70	0,5	70	AM-25	23	1	50	50	18	575	500	(7)	1000
FB-73	53	1	10	15	10	(1200)	150	0,8	200	AM-33	23	1	30	50	20	625	600	(5)	700
CM-647	541	2	28	40	22	(500)	225	(5)	410	RS-332	624	2	30	50	20	400	375	(5)	700
CM-661	586	2	22	30	20	(550)	160	4	280	RS-519	541	2	20	25	12	500	275	(5)	(3000)
FB-850	386	2	35	50	21	(550)	400	(6)	650	RS-799	365	2	40	6	11	400	700	(6)	15
CM-831	484	2	35	25	18	(550)	225	(5)	360	RS-809	367	2	25	11	18	375	900	(5)	320
FB-783	377	2	38	45	24	(550)	350	4	570	RS-976	346	2	35	40	5	375	450	3	(3000)
FB-972	256	2	14	7	9	(550)	1000	(5)	45	RS-377	346	2	30	26	15	400	450	4	(2600)
RS-772	371	2	35	8	15	(775)	300	0,9	60	RS-373	346	2	40	40	10	350	475	3	(3200)
CM-480	628	2	28	10	7	(750)	60	(5)	80	RS-580	347	2	40	40	20	450	400	3	(3500)
RS-605	344	2	12	20	9	175	170	1	(4500)	CM-663	586	2	25	40	20	(625)	275	(5)	150
RS-690	335	2	15	30	15	425	600	3	(2800)	CM-849	382	2	30	35	20	(650)	225	(6)	400
CM-431	106	1	40	20	15	350	375	2	(3000)	FB-846	253	2	18	45	18	(675)	400	3	250
CM-917	402	1	30	20	14	300	150	2	(3000)	AM-438	111	2	25	20	15	(725)	475	4	100
RS-120	422	1	40	65	10	400	700	4	(5000)	CM-200	85	1	45	40	22	550	(1200)	2	1
RS-599	349	2	16	15	9	225	110	1	(6500)	CM-213	85	1	28	55	28	500	(1200)	3	300
RS-603	349	2	15	17	12	175	130	1	(9500)	FB-266	138	1	40	60	26	500	(1200)	4	1000
CM-240	103	1	35	25	15	400	350	2	(6000)	FB-324	145	1	30	60	22	350	(1200)	2	650
AM-67	42	1	50	55	20	500	800	(6)	1700	RS-592	355	2	24	25	15	450	150	2	(11000)
AM-224	281	1	(60)	50	20	425	475	5	1400	RS-596	349	2	20	18	10	375	80	1	(10000)
RS-629	316	2	10	20	40	150	180	3	(11000)	RS-633	316	2	10	20	18	250	250	2	(5500)

OBS.: ( ) - Teor anômalo do elemento  
AA - Absorção Atômica  
Col - Colorimetria  
EIE - Eletrodo de íon específico  
1 - Sequência carbonática  
2 - Sequência clástica



um pouco menor para com o P (faixa de 0,7), na sequência carbonática. Esses elementos decrescem seus índices um pouco na sequência clástica, porém, demonstrando ainda, a existência de muito boa associação no ambiente secundário.

Como pode ser verificado na (Tabela 3), o trinômio Cu-Pb-Zn, em ambas as sequências mostram-se mais vinculados ao Fe do que ao Mn. Deste fato depreende-se que parte desses elementos, acha-se associada por adsorção ou coprecipitação aos óxidos hidratados do Fe. A rigor, faz-se necessário um julgamento cauteloso das anomalias de Cu, Pb e Zn, quando coincidentes com as de Fe, pois algumas delas poderiam tratar-se de falsas anomalias.

Observando o mapa de Cu, Pb e Zn, nota-se que as anomalias deste último elemento acham-se notadamente, alinhadas na direção N-S, ao longo da borda este da área, faixa que se reveste da maior importância do ponto de vista prospectivo, a qual será discutida no capítulo 6.

As anomalias de Pb, por sua vez, concentram-se especialmente, no extremo norte da área e a SW de Nova Roma.

Dada a afinidade geoquímica do Zn com o Pb e Cu, e sua maior mobilidade no ambiente supergênico, as áreas anômalas para Zn, são aquelas que mais se prestam como indicadores de possíveis mineralizações sulfetadas, especialmente, aquelas relacionadas com o flanco oeste da paleo-elevação granito-gnáissica, na borda este da área, considerada a mais propícia a concentrações de sulfetos metálicos.

#### 5.3.2.2. Fósforo e Flúor

As variâncias de campo e laboratório introdu

zidas para estes elementos (Tabelas 1 e 2) ficaram abaixo de 20%, situando-se numa faixa de confiabilidade de resultados muito boa, segundo critérios adotados por EBENS et alii (op. cit.).

Os histogramas de frequência para estes elementos (Figs. 5 e 6) mostram também, como o Cu, Pb e Zn, uma assimetria negativa acentuada, exceto para o F, na sequência clástica, onde a hipótese de log-normalidade de distribuição foi aceita pelo teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV, a um nível de 1% de significância (Tabela 4).

O F apresenta boa correlação com o P, na sequência carbonática com índice de correlação na faixa de 0,8, apresentando-se regular com o Zn (0,45) e Pb (0,55) e na sequência clástica, boa com o Cu (0,60) (Tabela 3).

Os outros parâmetros estatísticos da distribuição destes elementos, nas sequências clástica e carbonática são indicados na (Tabela 4).

O P na sequência carbonática apresenta um bom índice de correlação com o Cu, Pb e Zn (faixa de 0,7) e, na sequência clástica, oscila de 0,64 com o Zn, para a faixa de 0,7, com o Cu e Pb.

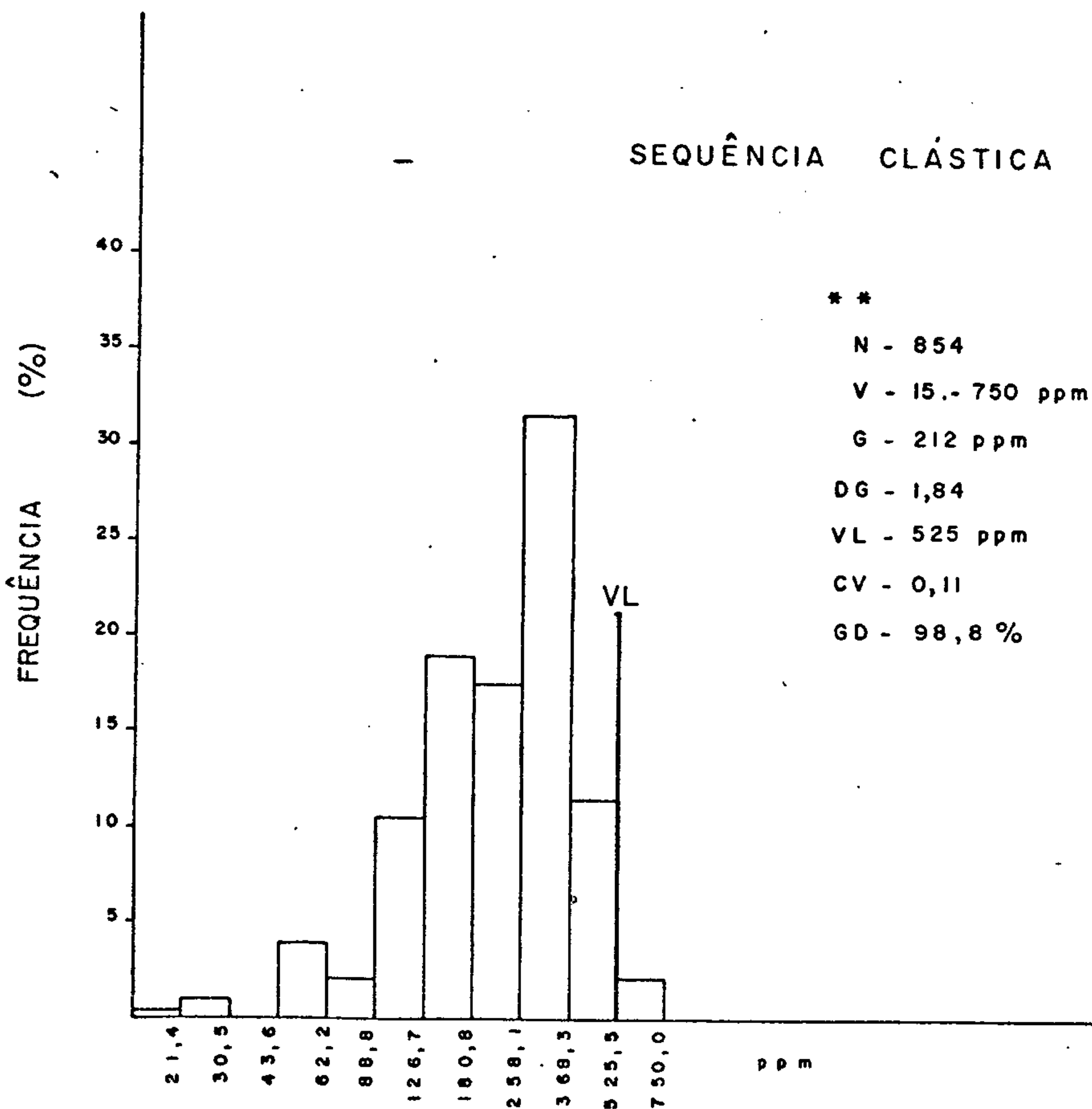
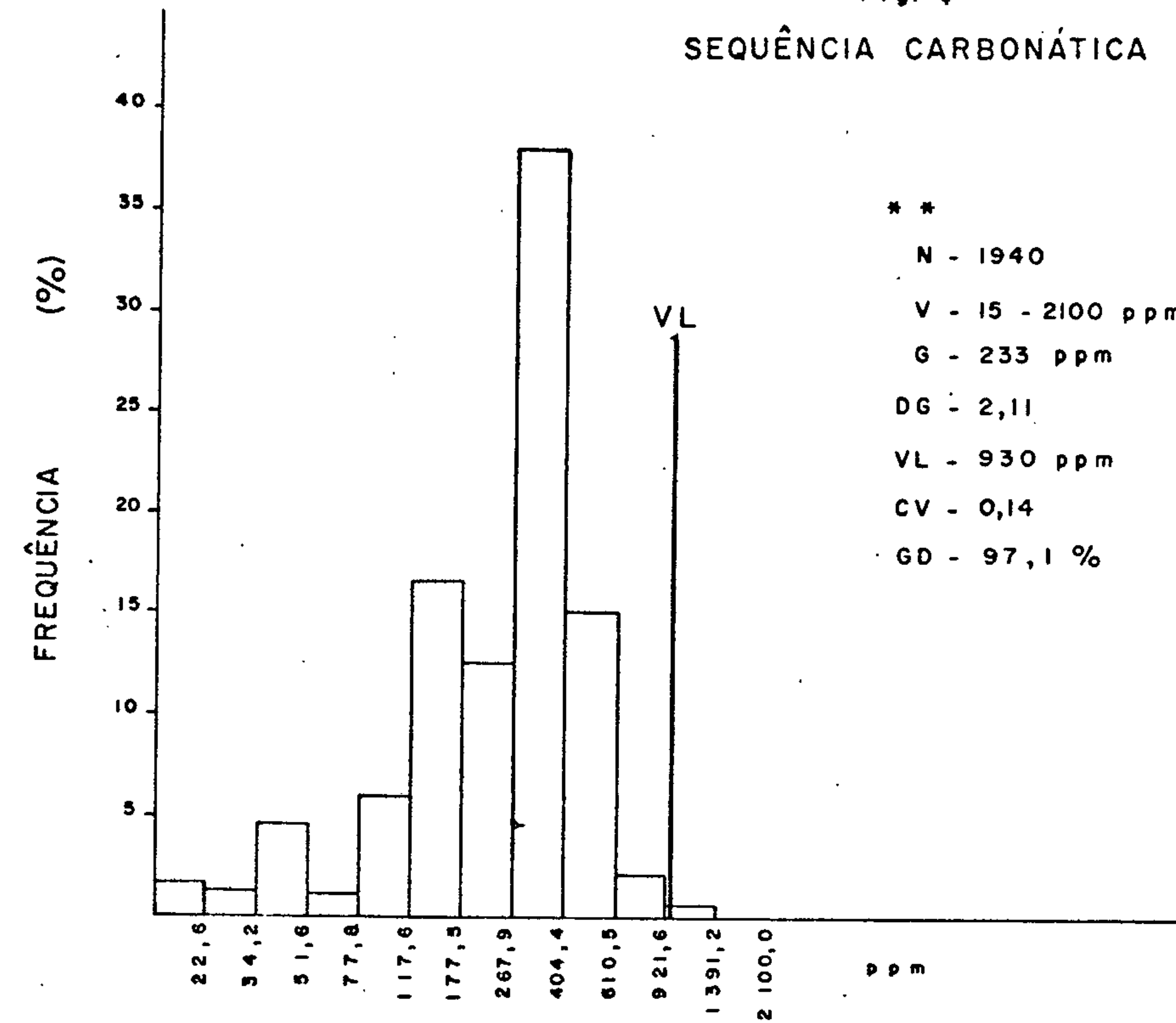
Os limiares calculados para o P foram de 525 ppm na sequência clástica e 930 ppm na sequência carbonática, enquanto que, para o F, os limiares nas sequências clástica e carbonática são, respectivamente, 1170, 1150 ppm.

Na área do projeto foram detectadas cerca de 31 amostras anômalas para F e 21 para P (Tabela 5).

A distribuição das anomalias para P e F, assemelham-se bastante entre si, na área do projeto, configurando três concentrações distintas de anomalias. Uma concentração na parte norte e as duas outras, na parte sudeste e por

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

Fig. 5

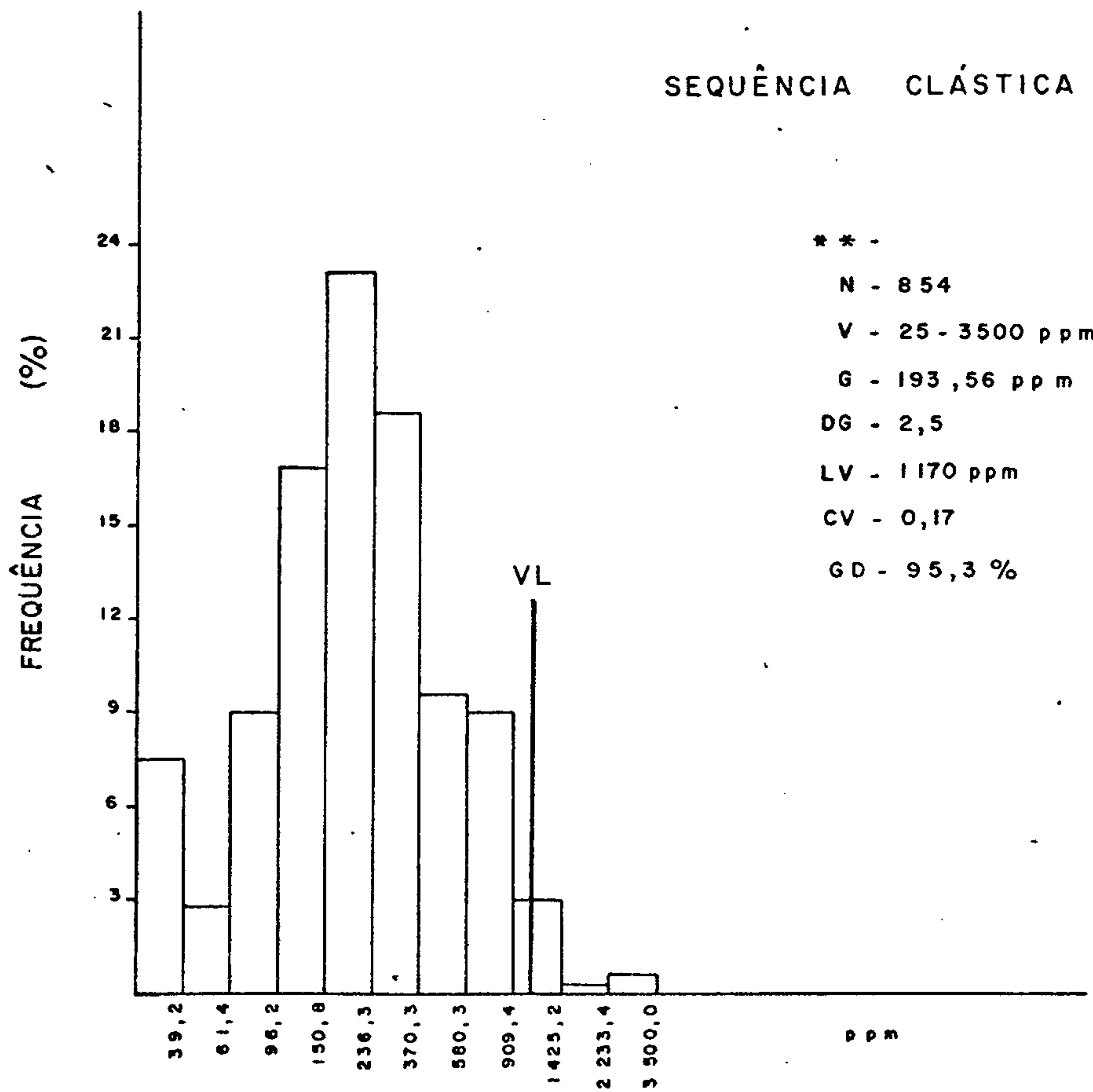
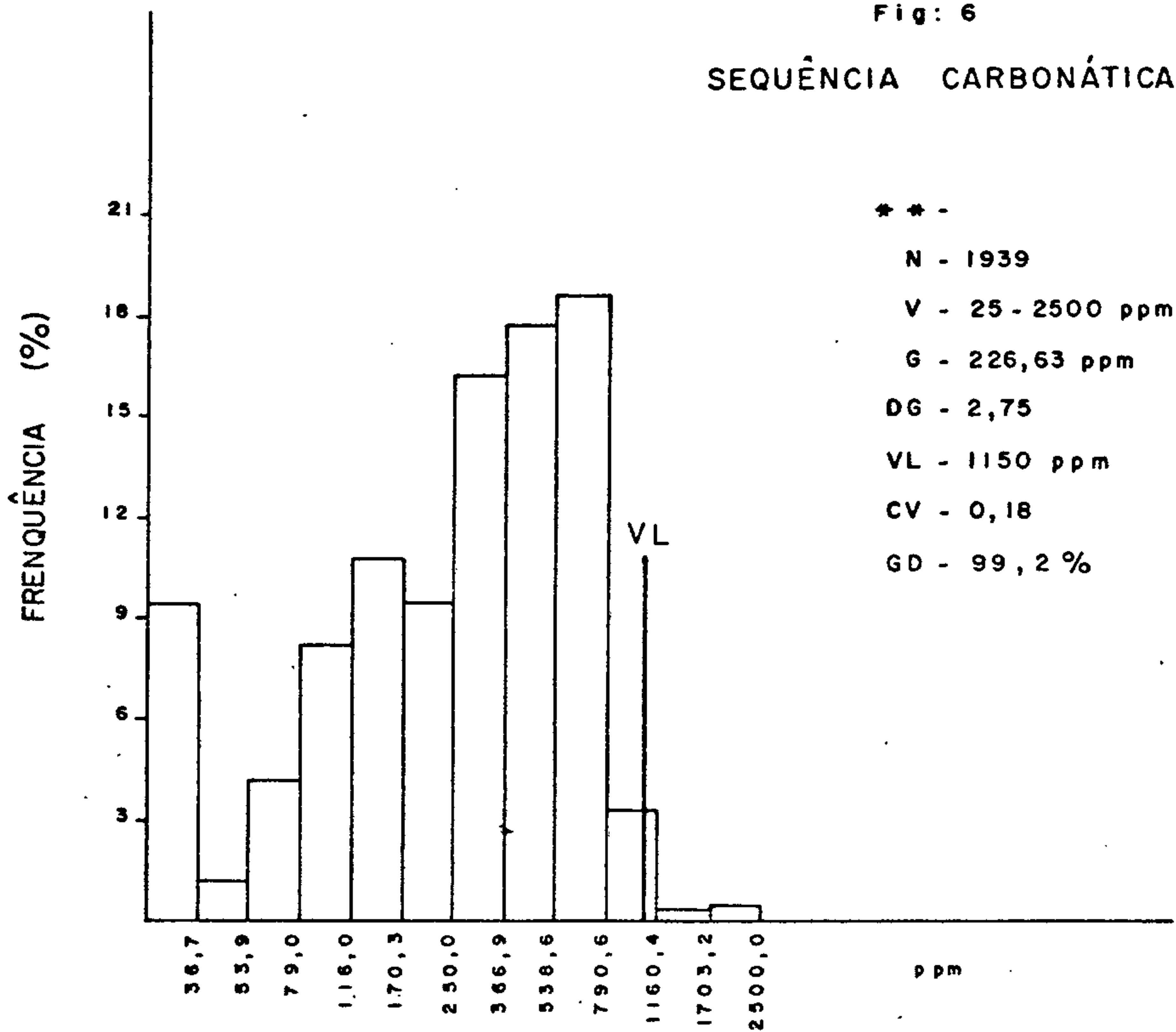


\* - HIPÓTESE LOG. NORMAL  
 \*\* - HIPÓTESE LOG. NORMAL REJEITADA  
 N - NÚMERO DE AMOSTRAS  
 V - VARIAÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)  
 G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)  
 DG - DESVIO GEOMÉTRICO  
 VL - VALOR LIMAR (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO



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

Fig: 6



\* - 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 (ppm)  
CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
GD - GRÁU DE DETECÇÃO

ção oeste da área. Este comportamento pode ser explicado, considerando que a fluorapatita é um importante constituinte dos sedimentos de fosfatos (KRAUSKOPF, 1972).

### 5.3.2.3. Ferro e Manganês

O estudo da distribuição do Fe e Mn nos sedimentos de corrente reveste-se de importância em trabalhos de âmbito regional, mais pela influência que exerce sobre a dispersão dos elementos metálicos (Cu, Pb, Zn, Co, Ni, etc), do que pela sua própria distribuição.

No ambiente secundário da área do projeto, o Fe aparece fortemente associado ao Cu, Pb, Zn, na sequência carbonática, apresentando valores de correlação acima de 0,8 (Tabela 3).

Na sequência clástica, o Fe também manteve excelente correlação com o Cu e Pb (faixa de 0,8) e apresentou um índice muito bom para o Zn (faixa de 0,7).

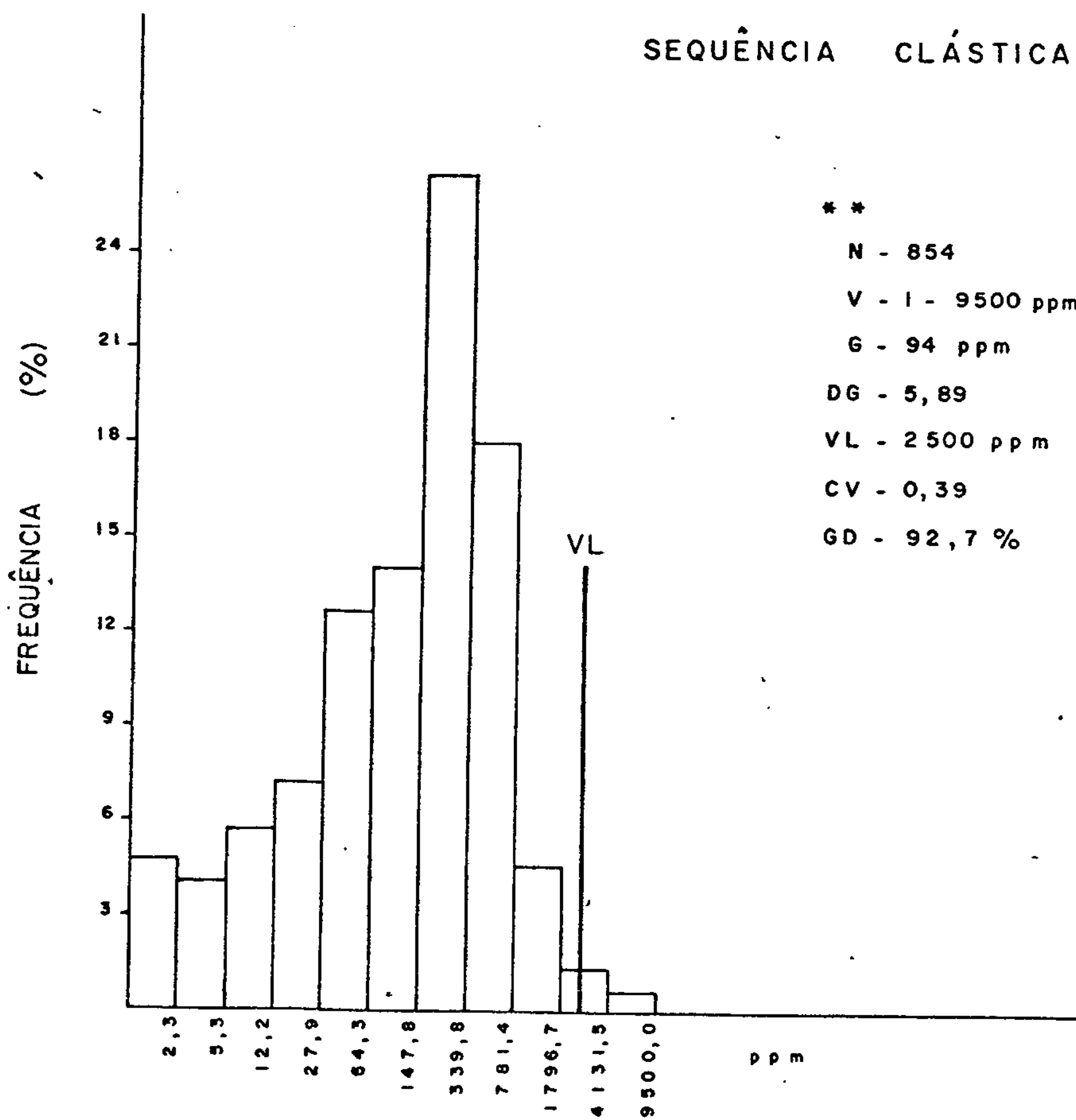
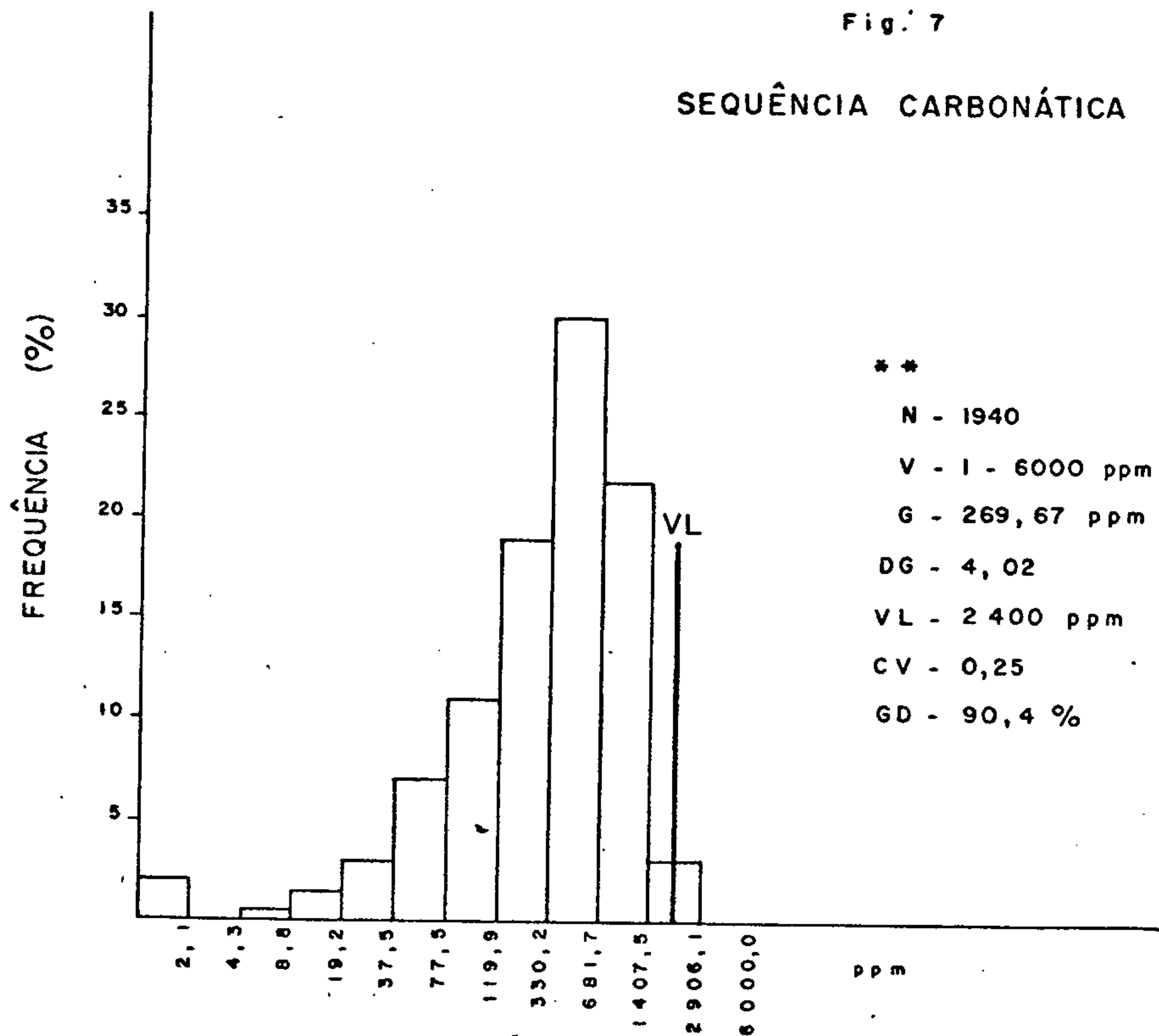
Especial atenção foi dada ao Mn, que na área trabalhada disposta como um elemento com grandes possibilidades econômicas.

O histograma de frequência para Mn (Fig. 7) nas sequências clástica e carbonática, mostra uma assimetria negativa, provocada por um excesso de valores baixos. Os valores de limiar calculados para as sequências clástica e carbonática foram respectivamente, 2.500 e 2.400 ppm para Mn. Na área total do projeto foram obtidos 25 pontos anômalos para Mn (Tabela 5).

Os outros parâmetros estatísticos são apresentados na (Tabela 4).

HISTOGRAMAS DE MANGANÊS - SEDIMENTO DE CORRENTE (< 40 MESH )  
( HNO<sub>3</sub> 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 LIMIAR (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

Um agregado anômalo para Mn reflete com certa fidelidade, na parte oeste do projeto, em região ao norte de São João d'Aliança, a província manganésífera ali presente, embora algumas células, com ocorrência cadastrada não tivessem apresentado valores anômalos. Isto pode ser explicado devido ao fato de, propositadamente, terem sido evitadas as drenagens sob influência das mineralizações.

Destacam-se outras concentrações anômalas de Mn ao sul do projeto, na nascente do córrego Calunga e uma outra nas proximidades de Posse. Verifica-se ainda, a sudoeste da cidade de Galheiros e a sudoeste de Nova Roma, regiões também anômalas para Mn, merecedoras de pesquisas de maior detalhe.

### 5.3.3. Distribuição dos Elementos em Concentrados de Minerais Pesados

#### 5.3.3.1. Cobre, Chumbo e Zinco

Dos referidos elementos na sequência carbonática, apenas o Pb foi aceito como tendo distribuição log-normal. Em contraste, na sequência clástica, apenas o Zn (S)\* não se enquadrou dentro deste tipo de distribuição. Como nos demais casos, também aqui as distribuições foram supostas log-normais para efeito de cálculos dos parâmetros estatísticos. Para o caso dos concentrados, onde as análises foram feitas por espectrografia de emissão e os resultados fornecidos em "stepe" logarítmicos, o erro de considerar a distribuição como log-normal, ainda é menor do que nos demais ca

\* - (S) = análise por espectrografia de emissão.

SOS.

Ao se observar os histogramas de frequência para cada um desses elementos (Figs. 8, 9, 10 e 11), nota-se que aqueles, cuja distribuição não foi aceita como log-normal, mostram, de uma maneira geral, nitidamente, uma assimetria negativa, com frequência relativamente elevada de valores baixos, refletindo, como nos sedimentos de corrente, a influência de uma população com excesso de valores baixos.

Os limiares calculados para estes elementos (G.DG)<sup>2</sup> foram respectivamente, 150, 440 e Zn (S)\* = 250 ppm e Zn (AA)\*\* = 380 ppm.

Na sequência clástica os limiares foram: Cu = 410 ppm, Pb = 360 ppm, Zn (S)\* = 330 ppm e Zn (AA)\*\* = 360 ppm.

Pelos valores de correlação obtidos nos concentrados de bateia (Tabela 6), depreende-se que as variáveis consideradas, comportam-se mais independentemente, ao contrário do observado nos sedimentos de corrente. Isto pode ser explicado pelo fato de que os elementos analisados nos concentrados de bateia estão dispersos mecanicamente e consequentemente de uma forma mais errática. Neste caso, as correlações são mais uma consequência do caráter clástico (em forma de resistato) do que propriamente de sua associação original. Assim, o fato do Pb, Cu e Zn não terem apresentado boa correlação entre si, é possivelmente devido a que o Pb tem uma tendência de se dispersar mais mecanicamente do que o Cu e, mais ainda, do que o Zn.

Os índices de correlação mais elevados na se

\* - (S) = análise por espectrografia de emissão.

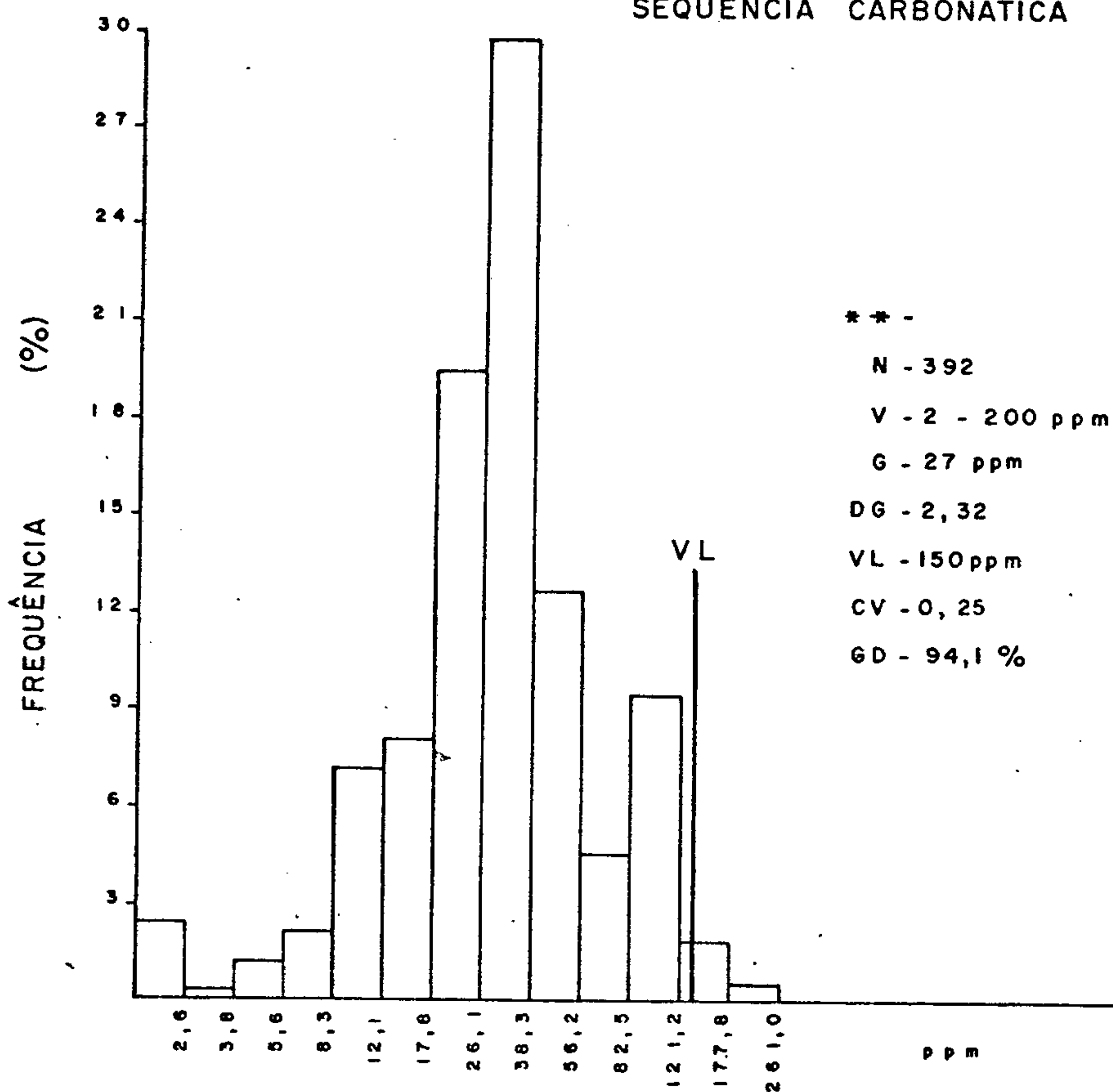
\*\* - (AA) = absorção atômica.



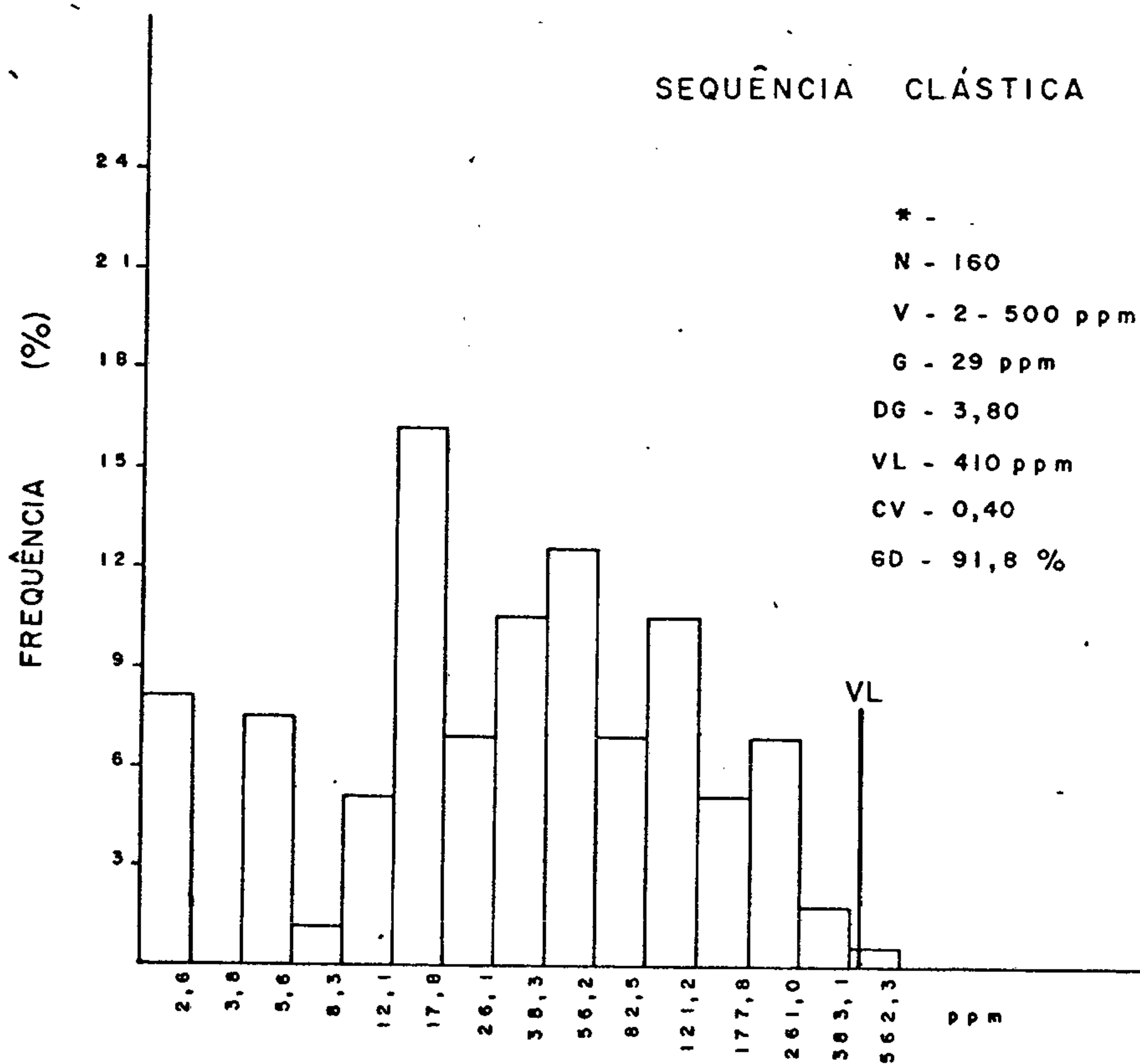
# HISTOGRAMAS DE COBRE - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS ESPECTOGRAFIA

Fig. 8

## SEQUÊNCIA CARBONÁTICA



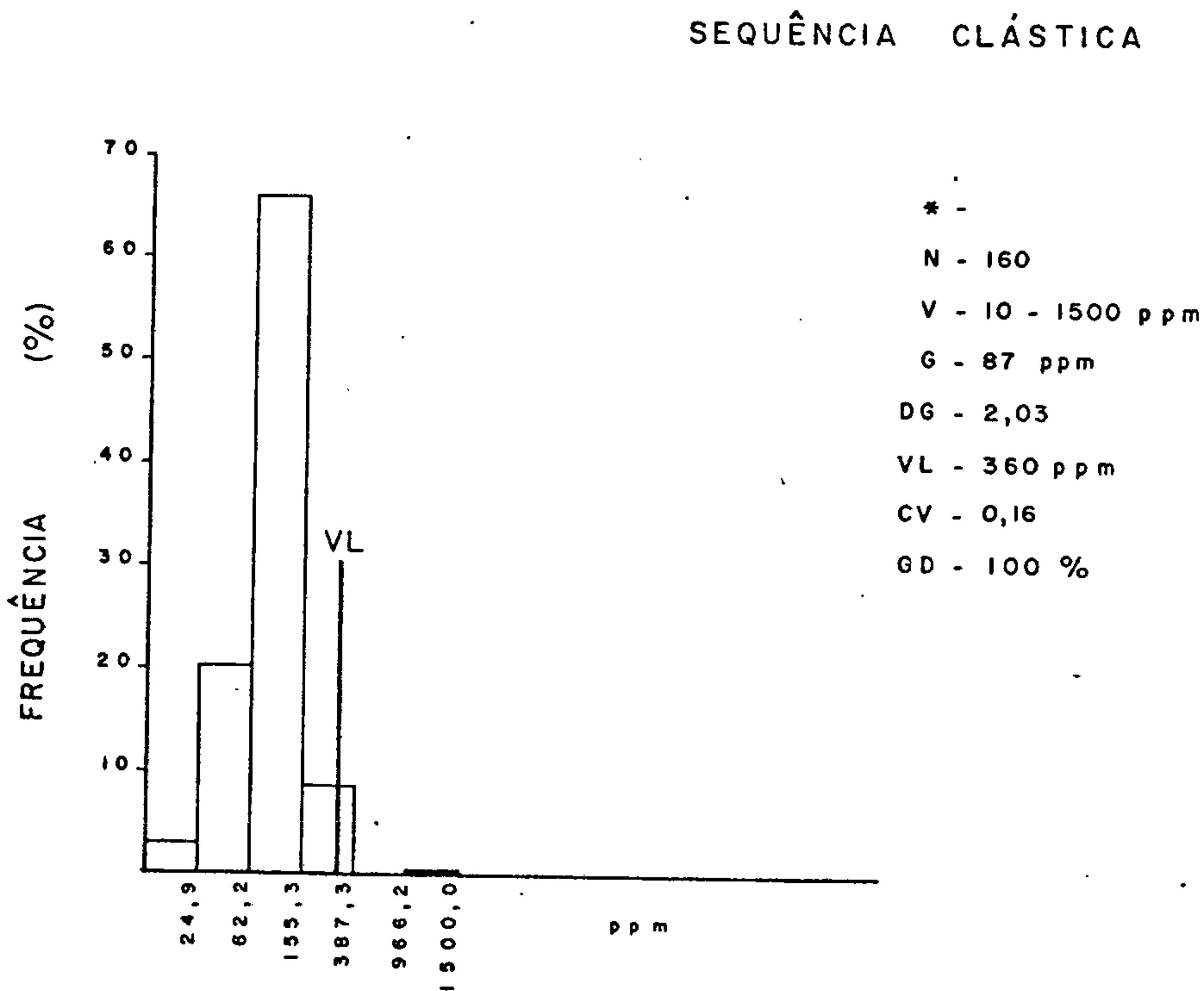
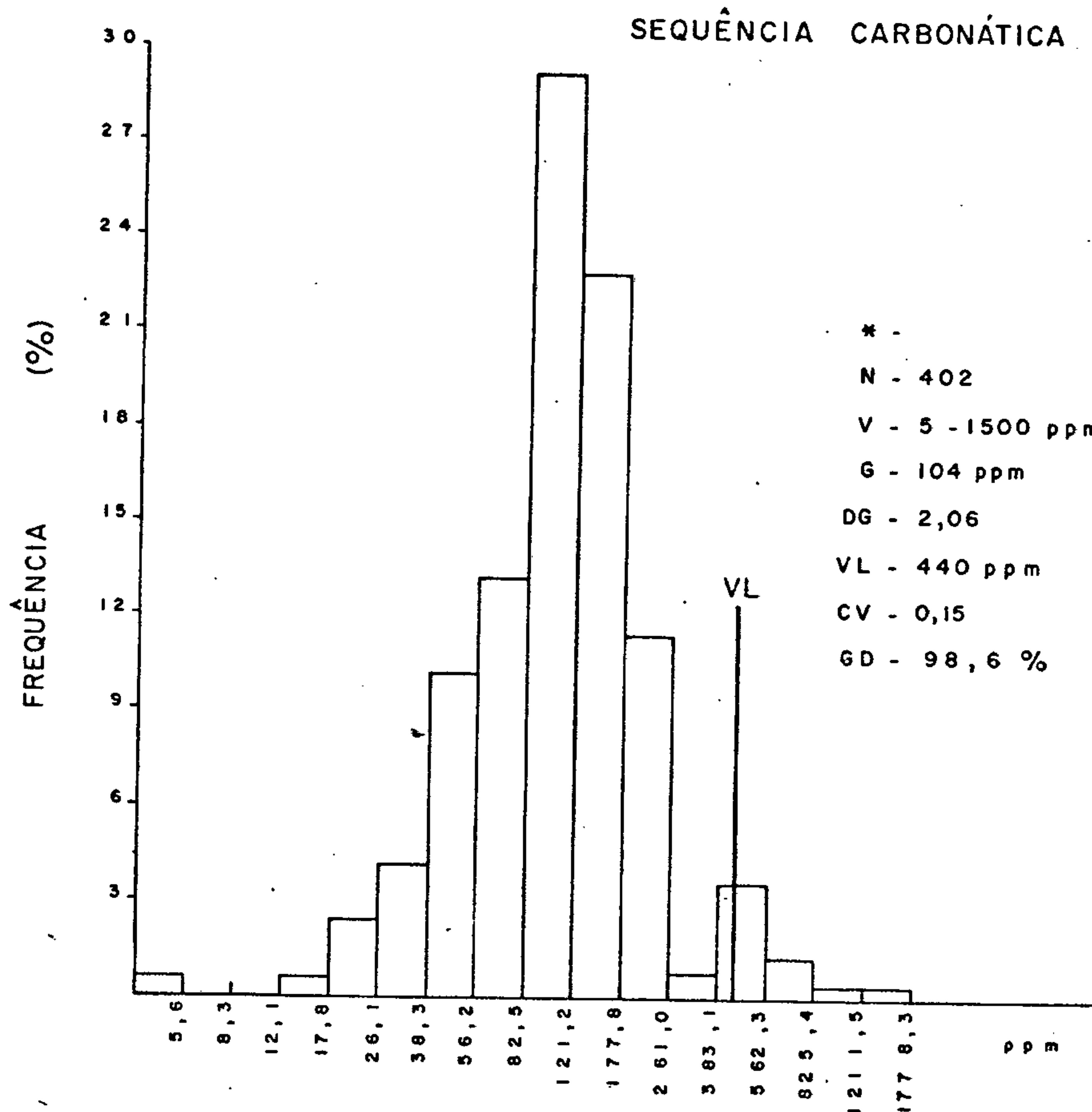
## SEQUÊNCIA CLÁSTICA



\* - 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 (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

# HISTOGRAMAS DE CHUMBO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS ESPECTOGRAFIA

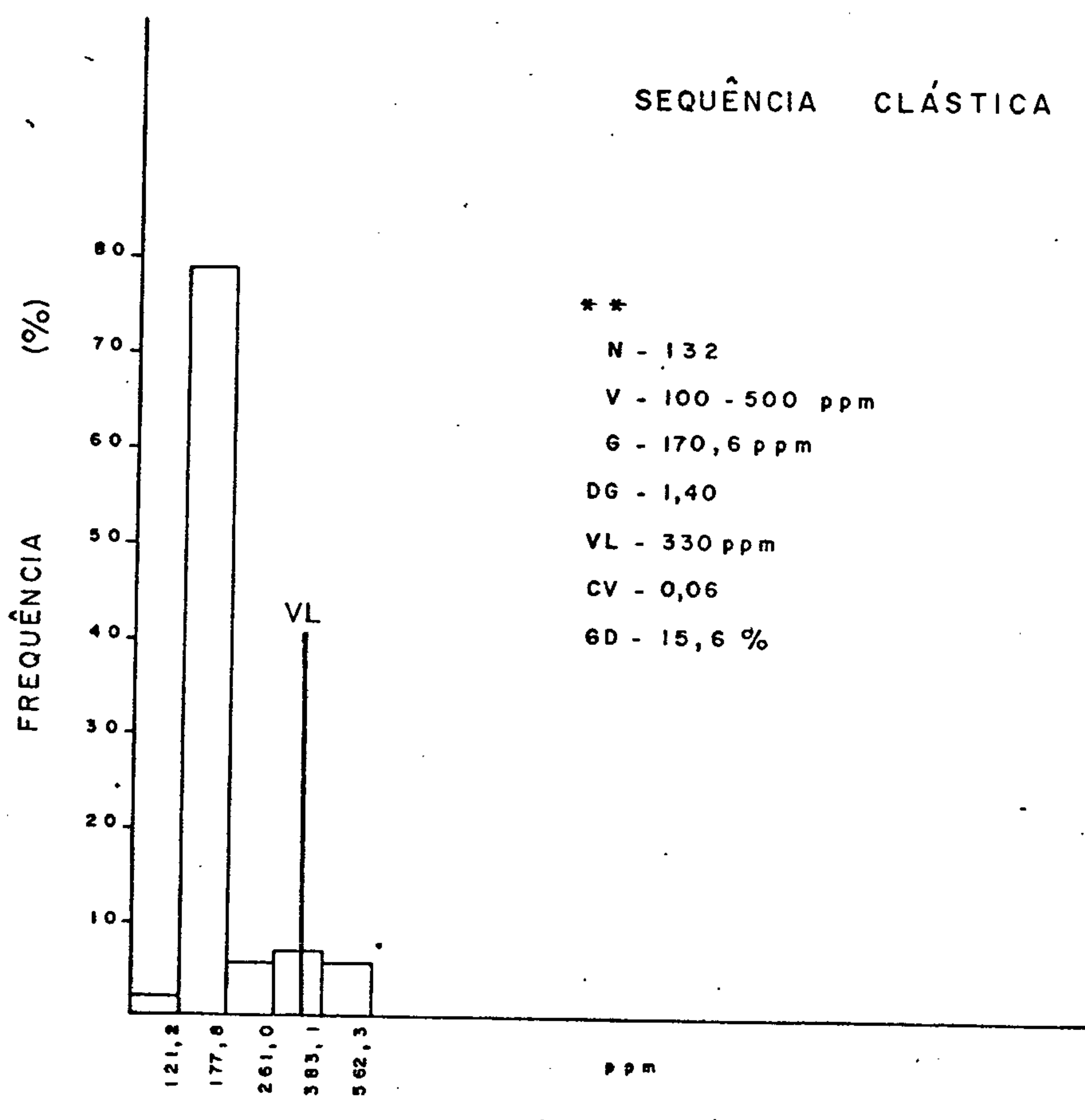
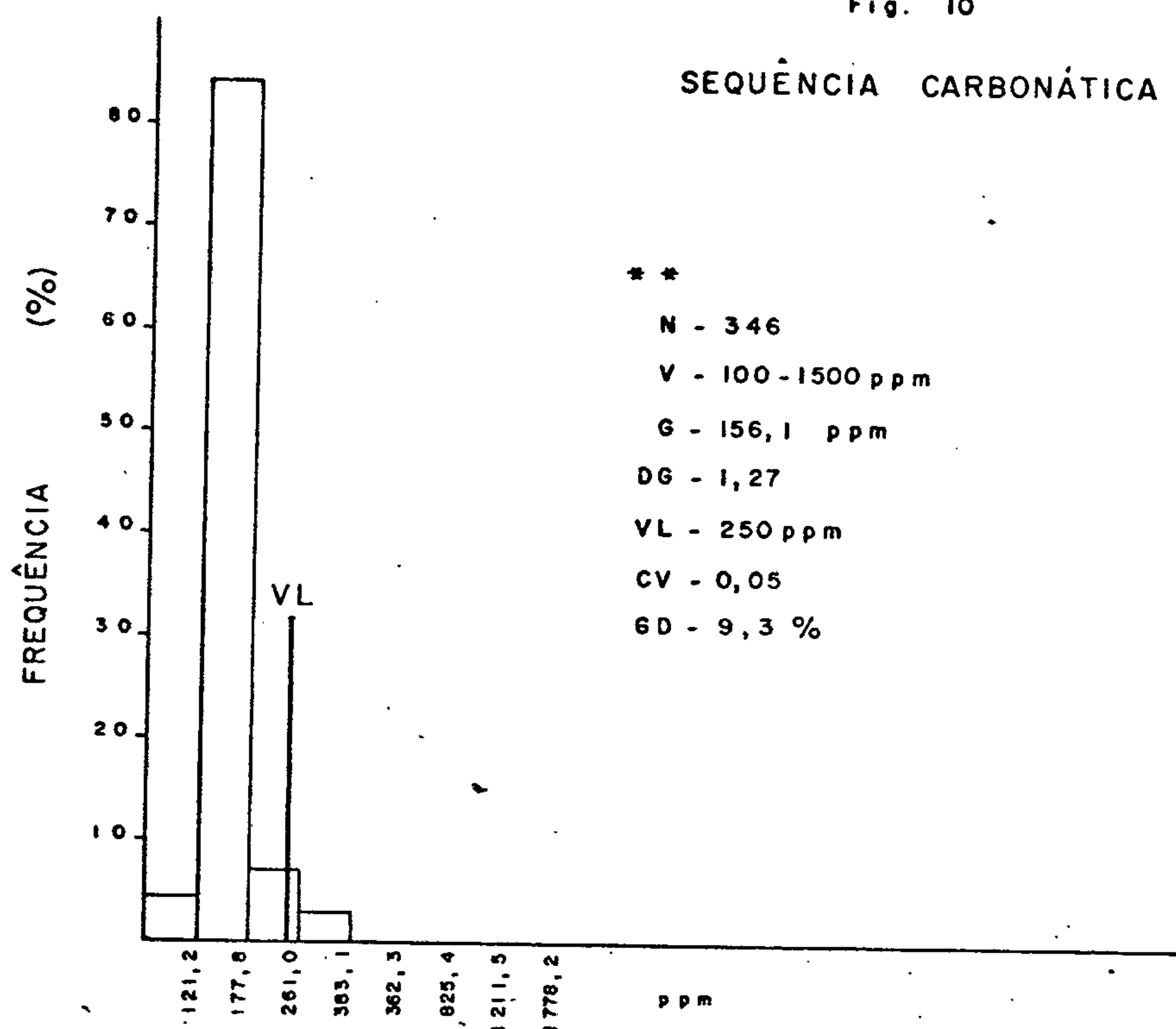
Fig. 9



\* - 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 (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIAÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

## HISTOGRAMAS DE ZINCO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS ESPECTROGRAFIA

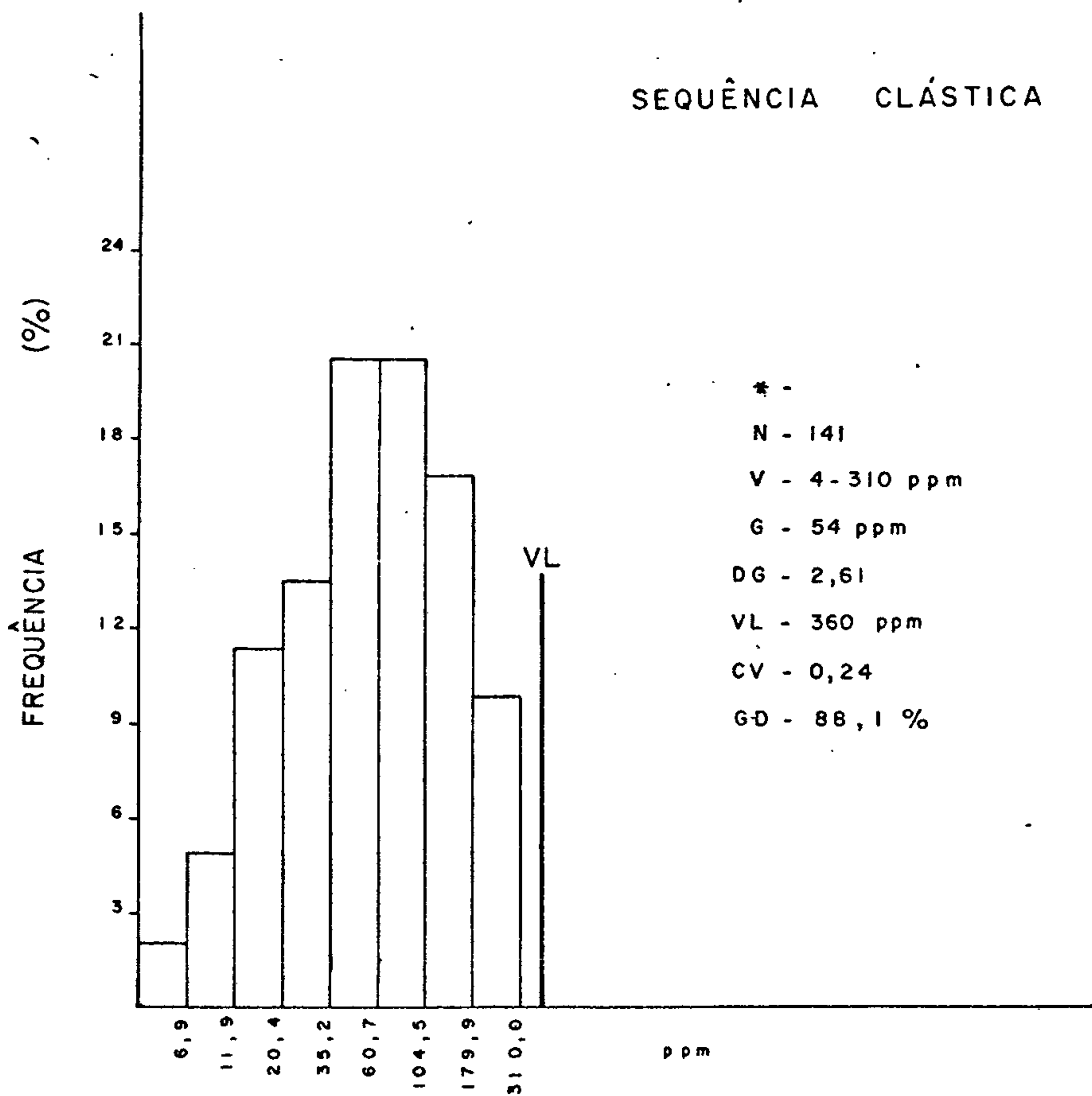
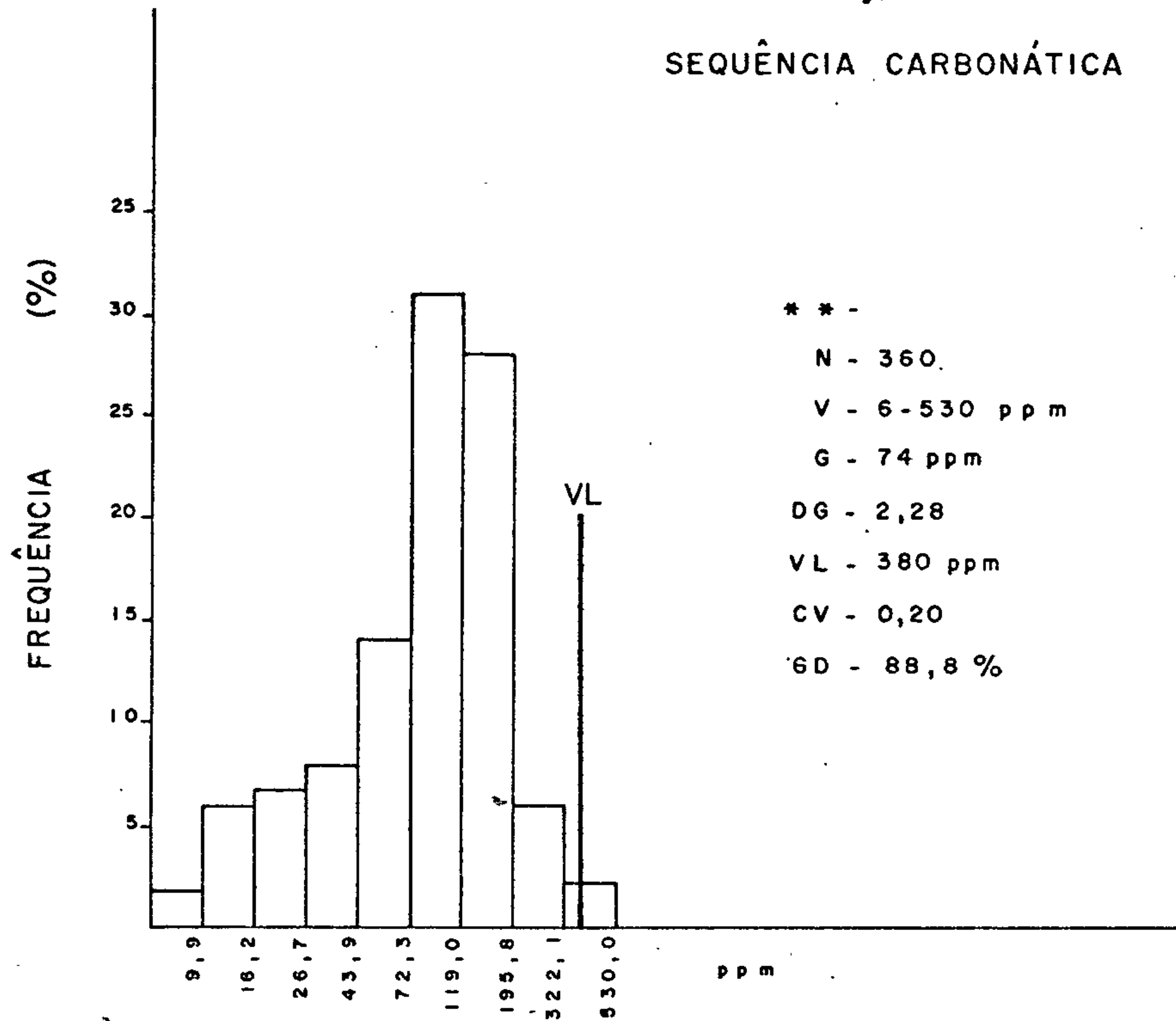
Fig. 10



\* - 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 (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

HISTOGRAMAS DE ZINCO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS  
(HNO<sub>3</sub> CONC. - ABSORÇÃO ATÔMICA)

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 (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

TABELA 6

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)	1.00	0.19	-0.005	0.19	0.30	-0.12	0.25
Cu(S)		1.00	0.32	0.24	0.48	-0.36	0.26
Pb(S)			1.00	0.11	-0.02	0.28	0.02
Zn(S)				1.00	0.20	-0.03	0.08
Zn(AA)					1.00	-0.28	0.53
Au(AA)						1.00	-0.18
P(Col)							1.00

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)	1.00	0.28	0.18	0.29	0.29	-0.28	-0.28
Cu(S)		1.00	0.26	0.48	0.69	-0.53	0.01
Pb(S)			1.00	0.001	-0.006	-0.02	-0.18
Zn(S)				1.00	0.46	-0.39	-0.11
Zn(AA)					1.00	-0.12	-0.11
Au(AA)						1.00	0.47
P(Col)							1.00



quência carbonática foram entre O Zn (AA) e o Cu (0,48) e com o P (0,53), o que reflete a existência de apenas uma moderada associação entre estes elementos nesta classe de material.

Na sequência clástica obteve-se apenas uma boa correlação, esta entre o Zn (AA) e o Cu (0,68).

Na área total do projeto foram obtidas 3 células anômalas para Cu, 21 para Pb, 19 para Zn (S) e 4 para Zn (AA) (Tabela 7). Raras são as coincidências de anomalias dos referidos elementos nos concentrados de bateia com aquelas indicadas pelos sedimentos de corrente.

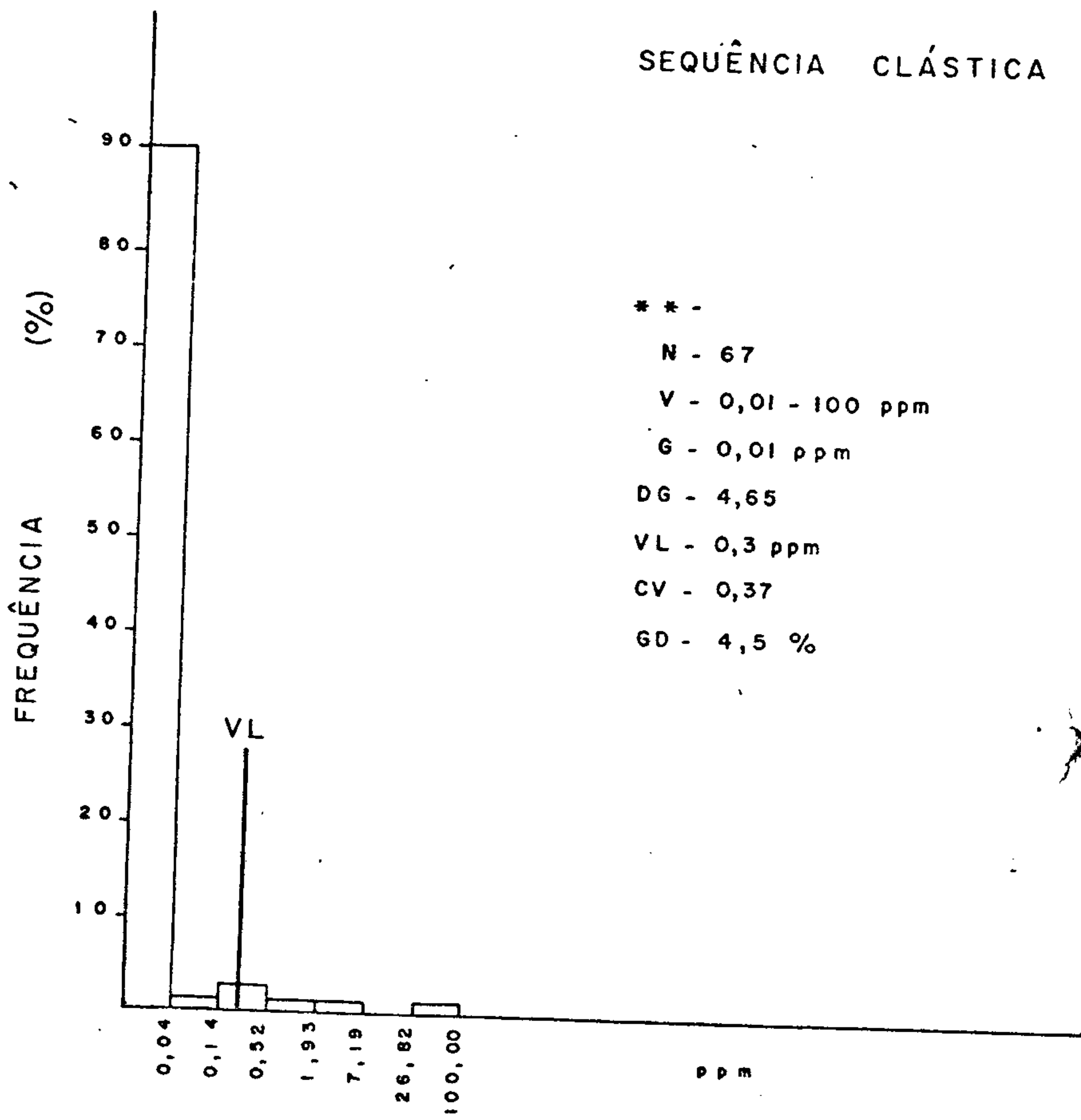
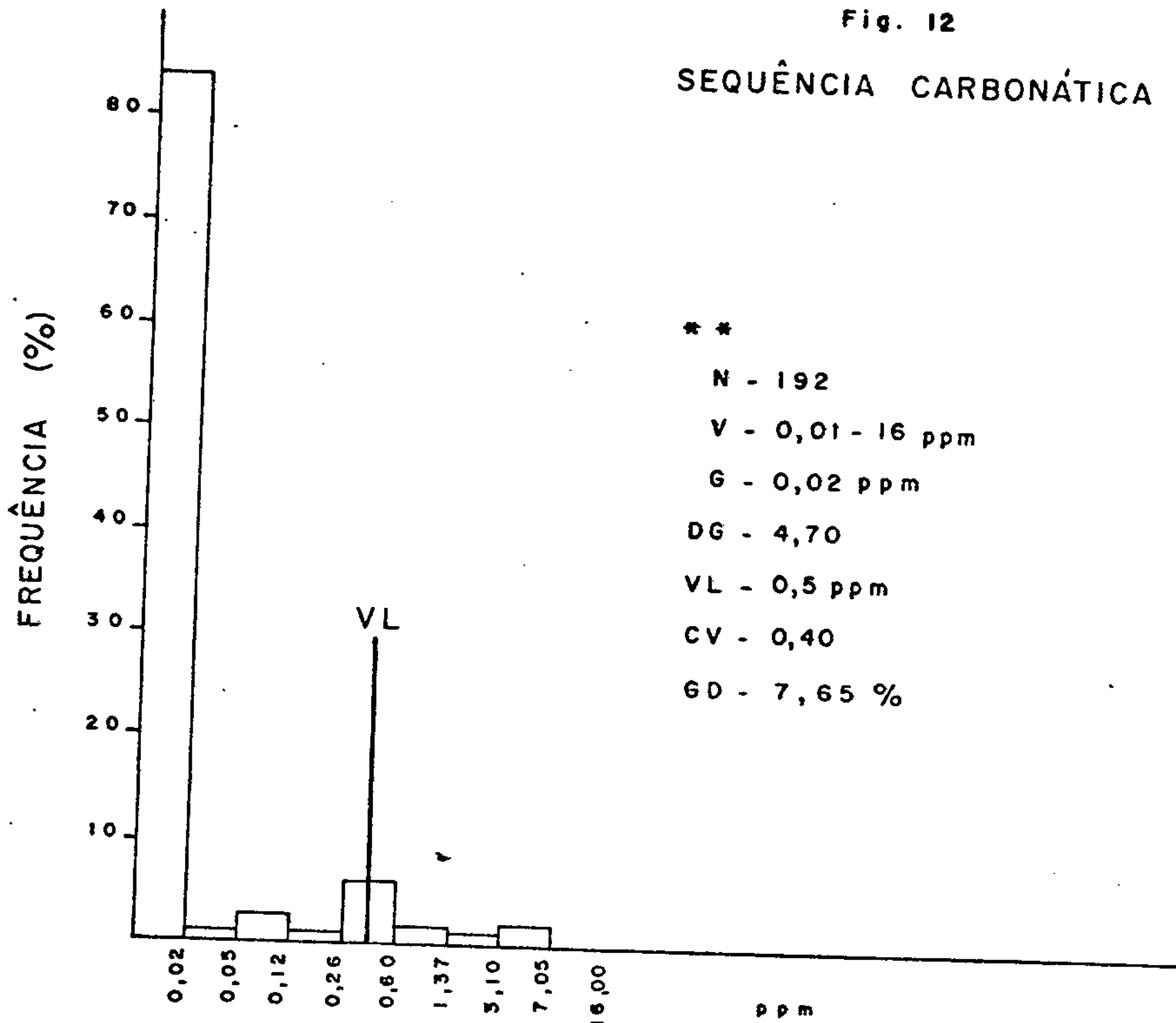
#### 5.3.3.2. Berílio, Ouro e Fósforo

O teste do log-normalidade de distribuição para o Be e Au, nas duas sequências (carbonática e clástica), não foi aceito pelo teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV e CHI-QUADRA DO, nos níveis de 1% a 5% de significância considerados. No caso de P, a log-normalidade foi aceita, tanto na sequência carbonática como clástica.

A partir dos histogramas de frequência (Figs. 12, 13 e 14), observa-se, de uma maneira geral, nas duas sequências, uma assimetria positiva, isto é, um excesso de valores altos. Apenas o P na sequência carbonática mostra uma assimetria negativa. Conclui-se que para o Be, Au e P (sequência clástica), as distribuições provavelmente representam populações mistas com metais em diferentes formas e associações. De posse dos índices de correlação calculados na (Tabela 6), conclui-se que, de uma maneira geral, estes elementos comportam-se como variáveis independentes.

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

Fig. 12

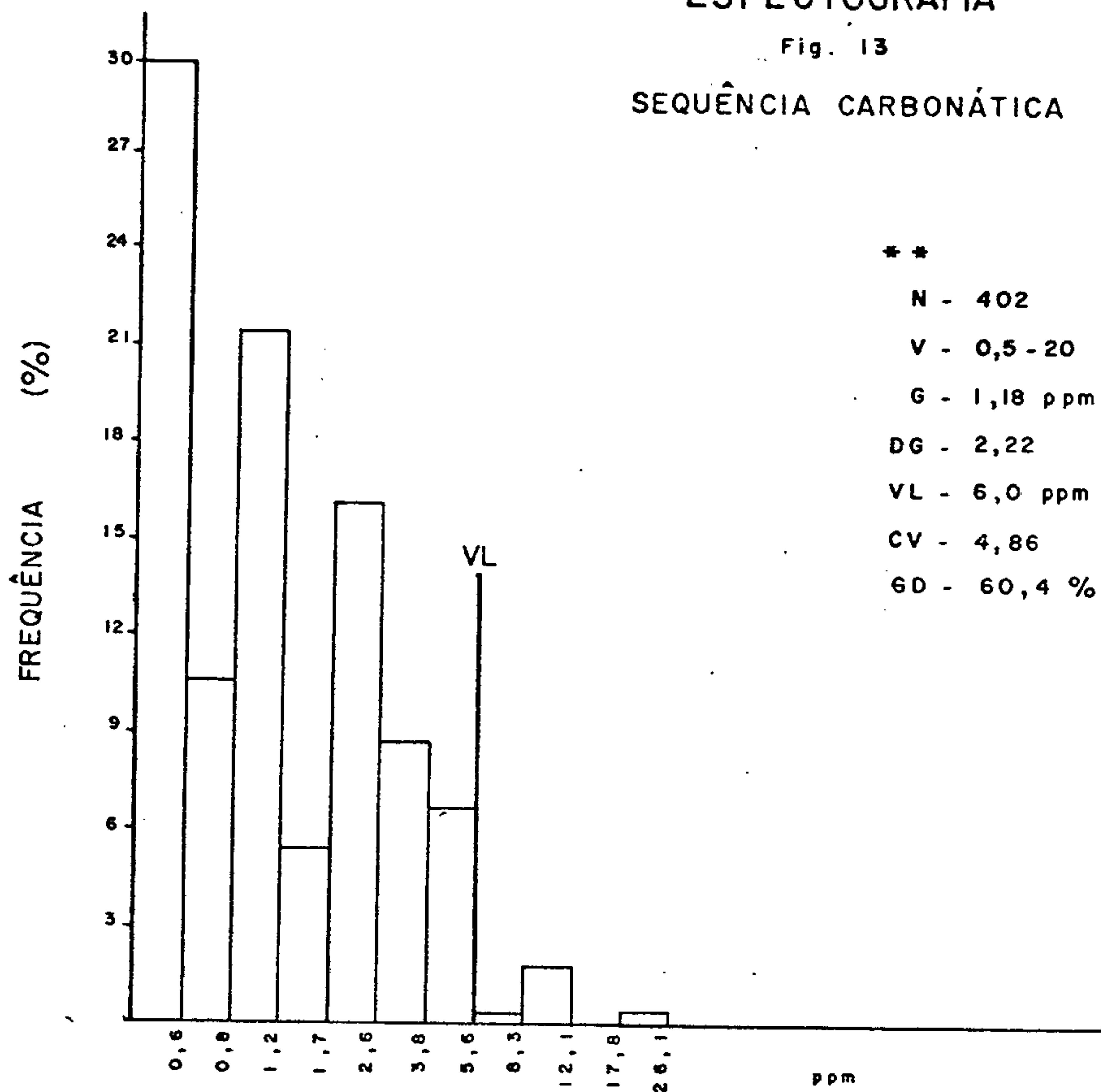


\* - HIPÓTESE LOG. NORMAL ACEITA  
 \*\* - HIPÓTESE LOG. NORMAL REJEITADA  
 N - NÚMERO DE AMOSTRAS  
 V - VARIÇÃO (MÍNIMO E MÁXIMO)  
 G - MÉDIA GEOMÉTRICA (ppm)  
 DG - DESVIO GEOMÉTRICO  
 VL - VALOR LIMAR (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIÇÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO

# HISTOGRAMAS DE BERILIO - CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS ESPECTROGRAFIA

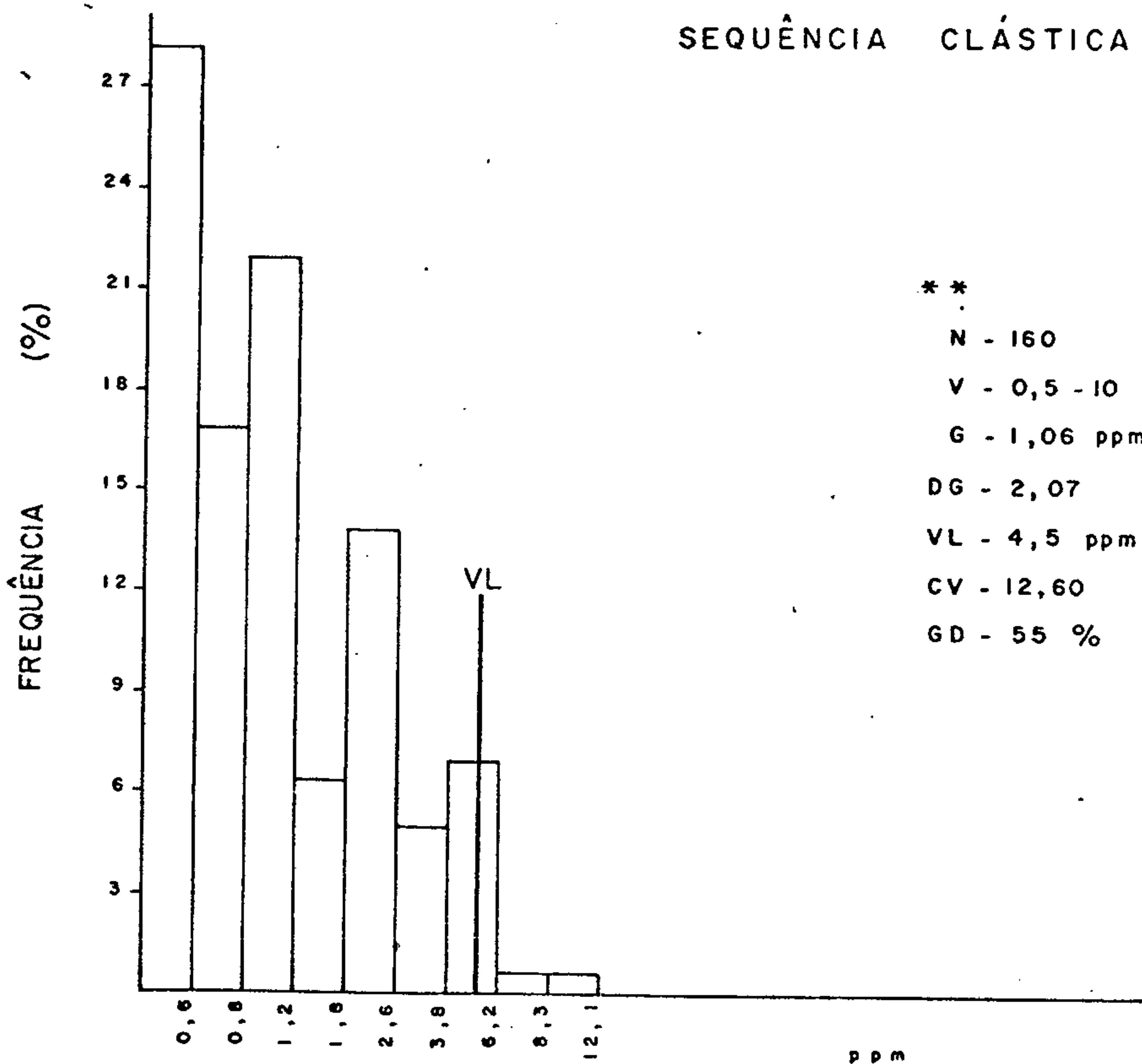
Fig. 13

## SEQUÊNCIA CARBONÁTICA



\*\*  
 N - 402  
 V - 0,5 - 20  
 G - 1,18 ppm  
 DG - 2,22  
 VL - 6,0 ppm  
 CV - 4,86  
 GD - 60,4 %

## SEQUÊNCIA CLÁSTICA



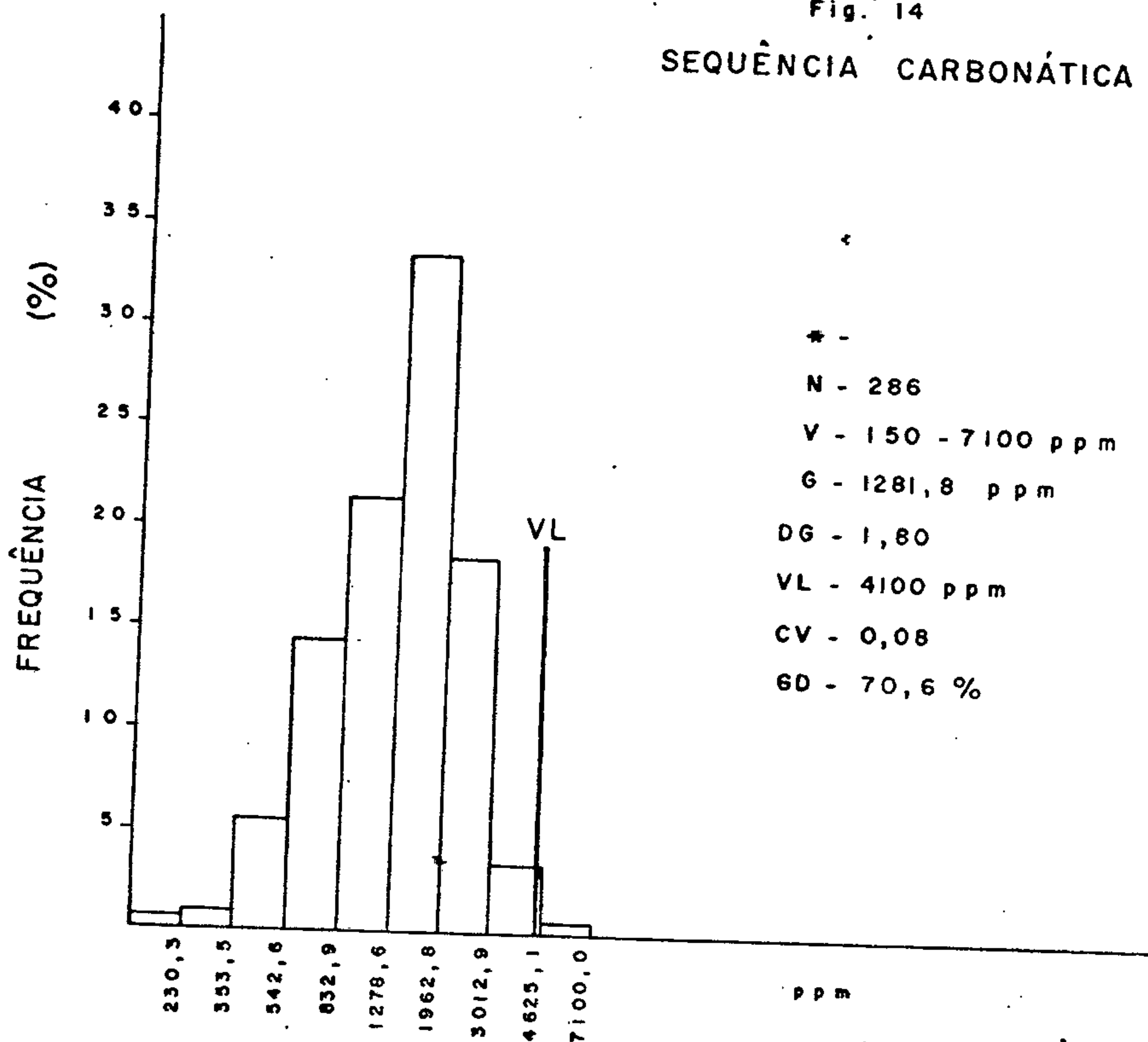
\*\*  
 N - 160  
 V - 0,5 - 10  
 G - 1,06 ppm  
 DG - 2,07  
 VL - 4,5 ppm  
 CV - 12,60  
 GD - 55 %

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

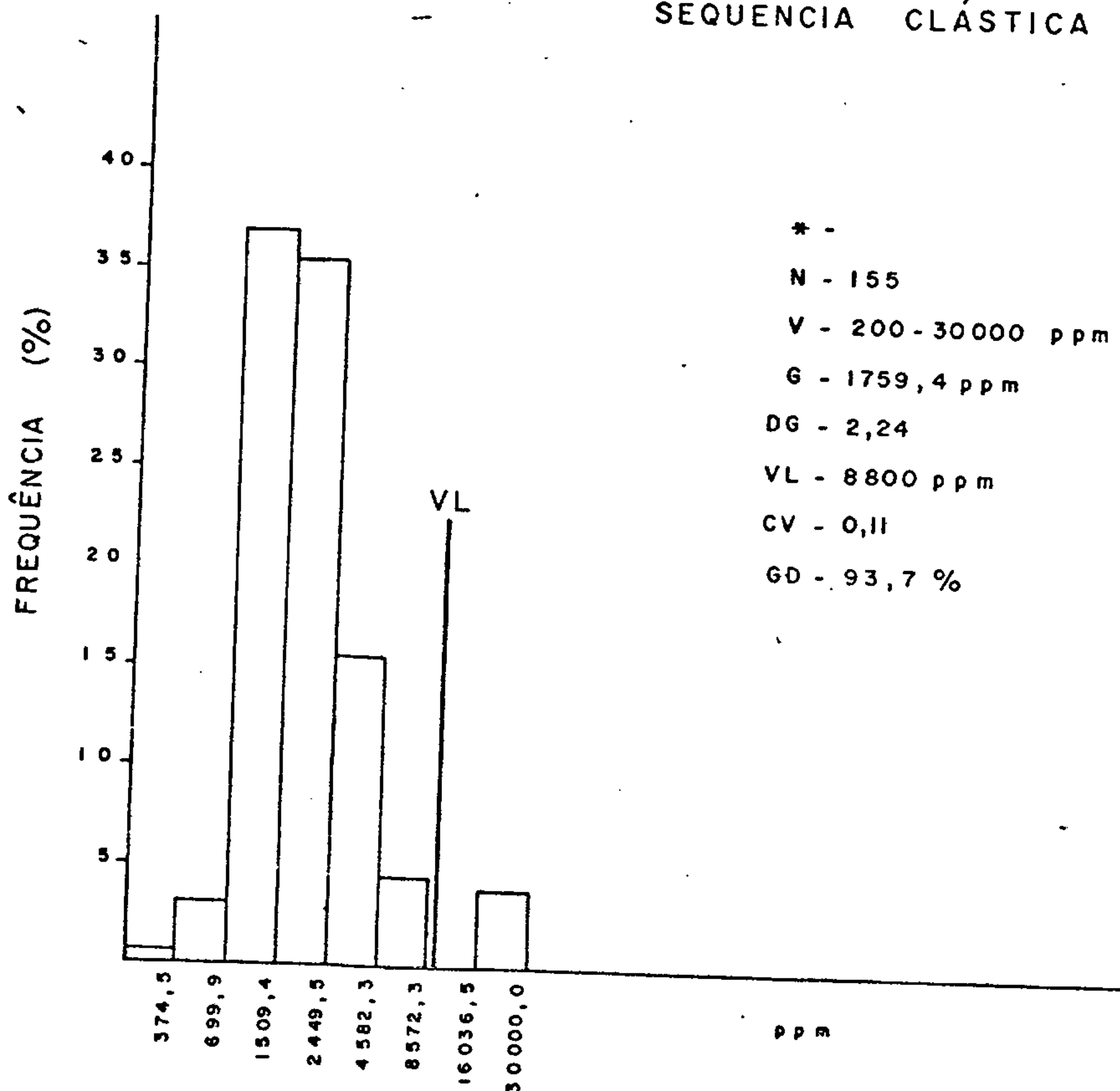
# HISTOGRAMAS DE FÓSFORO-CONCENTRADO DE MINERAIS PESADOS COLORIMETRIA

Fig. 14

## SEQUÊNCIA CARBONÁTICA



## SEQUÊNCIA CLÁSTICA



\* - 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 LIMIAR (ppm)  
 CV - COEFICIENTE DE VARIACÃO  
 GD - GRÁU DE DETECÇÃO



TABELA 7  
VALORES ANÔMALOS EM CONCENTRADOS DE MINERAIS PESADOS - G.(GD)<sup>2</sup>

Nº DA AMOSTRA	Nº DE CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)							Nº DA AMOSTRA	Nº DE CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)						
			Pb(S)	Zn(S)	Cu(S)	Be(S)	Au(AA)	P(Col)	Ag(S)				Pb(S)	Zn(S)	Cu(S)	Be(S)	Au(AA)	P(Col)	Ag(S)
FB-118	41	1	(500)	75*	30	1,5	-	-	-	FB-737	500	2	70	(500)	50	3	-	2200	-
CM-172	66	1	(700)	230*	20	-	-	-	-	AM-659	457	1	200	(1000)	100	3	-	1600	-
FB-259	109	1	(1000)	-	-	-	(4)	-	-	AM-673	456	1	100	(1500)	100	5	-	1500	-
FB-320	145	1	(500)	24*	-	-	0,3	-	-	AM-685	454	1	150	(700)	50	1,5	-	1200	-
RS-203	432	1	(1000)	(400*)	-	-	(16)	1200	-	AM-609	297	2	100	(500)	200	2	-	1700	-
CM-226	93	1	(500)	14*	-	-	-	1500	-	AM-614	300	2	200	(500)	150	1,5	-	2200	-
AM-332	612	1	(500)	55*	50	-	-	750	-	FB-487	209	1	200	(300)	100	2	-	1900	-
RS-432	559	2	(1500)	30*	100	2	-	1100	20	FB-533	123	1	200	(300)	30	-	-	1500	-
RS-518	543	1	(500)	85*	70	2	-	1700	-	AM-591	458	1	150	(300)	150	2	-	1100	-
FB-541	159	1	(500)	180*	50	3	-	2600	-	AM-595	459	1	100	(300)	100	3	-	1100	-
FB-543	180	1	(500)	20*	15	1	-	3100	-	FB-756	502	1	100	(300)	30	2	-	2100	-
FB-552	166	1	(700)	-	20	2	-	-	-	FB-726	491	1	20	(300)	10	-	-	1100	-
FB-560	416	1	(500)	19*	10	1	-	450	-	AM-432	156	1	200	(300)	30	1	-	1500	-
AM-391	208	1	(500)	130*	100	2	-	1700	-	AM-659	457	1	200	(400)*	100	3	-	1600	-
AM-454	162	1	(700)	-	20	5	-	3100	-	AM-673	456	1	100	(330)*	100	5	-	1500	-
CM-533	593	1	(500)	(300)	100	5	-	2500	-	AM-589	455	1	50	(390)*	50	3	-	1500	-
CM-622	591	1 e 2	(500)	90*	150	2	-	-	-	RS-729	331	2	70	18*	50	-	-	(20000)	-
AM-567	463	1	(500)	270*	100	1	-	1200	-	RS-695	337	2	50	65*	100	-	-	(20000)	-
FB-656	506	1	(700)	100*	30	2	-	3000	-	RS-707	338	2	70	50*	30	-	-	(20000)	-
FB-28	46	1	150	70*	(200)	-	-	-	-	RS-713	339	2	70	23*	50	-	-	(20000)	-
FB-54	54	1	50	75*	(200)	1	-	-	-	CM-738	516	1	30	240*	20	(10)	-	(7100)	-
RS-606	344	2	150	190	(500)	3	-	1200	-	CM-736	513	1	50	-	15	2	-	(4400)	-
AM-47	33	1	150	140*	30	-	(7)	-	-	CM-717	515	1	50	-	10	2	-	(4200)	-
AM-69	36	1	200	24*	20	-	(2)	-	-	CM-248	102	1	70	120*	30	(10)	-	1200	-
FB-132	15	1	50	10*	7	-	(6)	375	-	FB-377	185	1	200	-	15	(20)	-	750	-
CM-190	64	1	100	110*	20	1	(0,95)	-	-	FB-416	207	1	200	75*	30	(10)	-	950	-
RS-90	295	1	100	50*	50	-	(0,5)	475	-	CM-353	139	1	150	150*	70	(10)	-	1200	-
FB-252	94	1	200	18*	-	-	(0,7)	-	-	RS-407	619	2	200	20*	15	(5)	-	700	-
FB-268	133	1	50	7*	-	-	(1,5)	1300	-	RS-415	620	2	200	50*	10	(5)	-	400	-
RS-272	426	1	70	8*	-	5	(1)	-	-	AM-466	423	1	150	40*	30	(10)	-	1100	-
AM-231	279	1	30	13*	-	(20)	(0,6)	250	-	CM-497	631	2	100	17*	15	(5)	-	750	-
CM-219	39	1	70	110*	15	1,5	(0,6)	925	-	CM-513	625	2	30	65*	15	(10)	-	1300	-
CM-309	140	1	50	14*	10	-	(0,5)	275	-	CM-565	596	2	(500)	65*	50	(5)	-	1200	-
RS-259	450	1	200	11*	100	-	(3,5)	550	-	CM-665	586	2	150	60*	30	(5)	-	1100	-
RS-731	334	2	70	(500)	300	1,5	-	1500	-	CM-673	589	2	100	55*	15	(5)	-	800	-
RS-531	341	2	70	(500)	200	1	-	900	-	CM-680	590	2	100	120*	100	(7)	-	950	-
RS-533	340	2	70	(500)	150	2	-	1500	-	CM-702	525	1	50	130*	30	(10)	-	2200	-
RS-702	330	2	100	(500)	200	2	-	1900	-	RS-588	357	2	70	(500)	50	(5)	-	700	-
AM-627	301	2	100	230*	150	(5)	-	2600	-	RS-593	355	2	100	30*	300	(5)	0,05	1300	-

OBS.: ( ) - Teor anômalo do elemento  
 \* - Absorção Atômica (Zn)  
 1 - Sequência Carbonática  
 2 - Sequência Clástica  
 S - Espectrografia  
 AA - Absorção Atômica  
 Col - Colorimetria



Os limiares calculados para estes elementos (G.DG)<sup>2</sup> foram 6 ppm para o Be, 0,45 ppm para o Au e de 4100 ppm para o P, na sequência carbonática. Na sequência clástica, encontrou-se valores de 4,5 ppm para o Be, 0,3 ppm para o Au e 8800 ppm para o P.

Considerando estes limiares, selecionou-se na área do projeto, 19 células anômalas para Be, 14 para o Au e 7 para o P (Tabela 7).

O Be, ao contrário do que foi indicado pelo trabalho de orientação da Fase Piloto do projeto, inclusive mostrando maior coerência com suas características geoquímicas essencialmente litófilas, mostrou total incompatibilidade com o Cu, Pb e Zn, nesta etapa do projeto, tornando-se desnecessária sua análise em concentrados de bateia, em etapas de levantamento geoquímico regional no Grupo Bambuí.

## 6. DISCUSSÃO DAS ANOMALIAS

As anomalias geoquímicas configuradas por sedimentos de corrente são abordadas basicamente por células (Tabela 8), segundo procedimento estatístico explícito no capítulo 7. O sumário dos estimadores das células para os diversos elementos considerados, com suas respectivas faixas de anomalias de 1ª e 2ª ordem nas sequências clástica e carbonática é mostrado na Tabela 9.

Também aqui são discutidas as amostras anômalas individuais, que não coincidem com células anômalas de 1ª ordem.

As células anômalas para concentrados de minerais pesados (Tabela 7) também são comentadas neste capítulo.

### 6.1. Sedimento de Corrente em Sequência Carbonática

#### 6.1.1. Células Anômalas

##### 6.1.1.1. Chumbo

Células 11, 19, 32, 33, 35 e 43 - O conjunto destas células anômalas de 1ª ordem, situa-se no extremo N da área, sobre rochas carbonáticas da Formação Paraopeba. São drenadas, principalmente, pelos rios Manso, Três Barras, Sumidouro e Bacupari. Nelas, destacam-se as amostras RS-4, RS-17, RS-24, RS-31, AM-48, AM-62, FB-153 e FB-157, com valores que oscilam entre 53 e 70 ppm de Pb. Nesta região concentrou-se o maior número de células e amostras anô

**TABELA 8**  
**CÉLULAS ANÔMALAS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE - (> X + 2S)**

Nº DA CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)							Nº DA CÉLULA	SEQUÊNCIA LITOLÓGICA	ELEMENTOS (ppm)						
		Pb(AA)	Zn(AA)	Cu(AA)	P(Col)	P(EIE)	Fe(AA)	Mn(AA)			Pb(AA)	Zn(AA)	Cu(AA)	P(Col)	P(EIE)	Fe(AA)	Mn(AA)
11	1	(49)	43	17	389	595	(6)	903	129	1	32	41	23	436	(771)	3,46	503
19	1	(43)	51	20	421	660	(6)	460	538	1	37	26	16	326	(1897)	2,82	616
32	1	(52)	49	21	440	489	(6)	606	539	1	40	20	16	500	(1400)	4	(1200)
33	1	(46)	48	19	470	570	(5)	678	545	1	25	18	13	318	(1026)	2,19	413
35	1	(43)	35	15	383	450	4	728	363	2	13	7	11	281	(773)	2,2	50
43	1	(537)	55	21	476	(848)	(5,5)	859	247	2	8	9	11	218	(733)	2,11	351
66	1	(43)	46	16	390	500	3,1	51	248	2	9	8	12	214	(719)	2,06	183
102	1	(44)	(60)	22	454	580	4	923	256	2	11	9	9	310	(872)	(3,72)	76
159	1	(67)	26	20	(573)	648	3	(1051)	258	2	11	7	9	266	(753)	1,40	31
177	1	(44)	34	23	183	381	4,1	(1542)	330	2	13	13	17	250	(859)	2,61	132
179	1	(45)	44	(30)	220	576	(4,3)	(1470)	336	2	10	9	9	235	(759)	2,44	83
410	1	(50)	5	7	150	90	0,05	70	479	2	9	10	10	250	(900)	3,00	70
546	1	(47)	21	9	325	(1587)	2	(1296)	559	2	18	37	13	287	(893)	1,32	302
233	2	(25)	15	10	336	347	1,06	63	560	2	13	13	7	287	(1533)	1,00	119
346	2	(35)	35	9	374	458	3,3	(2922)	561	2	11	18	5	287	(1175)	1,53	173
365	2	(25)	8	(19)	324	504	(3,8)	54	18	1	41	43	23	(562)	670	(4,42)	(1162)
369	2	(38)	11	7	(475)	266	7,3	(2630)	22	1	26	36	20	(543)	547	4,16	462
528	2	(34)	(43)	(21)	398	307	3,5	827	98	1	34	18	13	(524)	483	3,3	15
580	2	(31)	(47)	(23)	(463)	325	3,4	703	119	1	22	21	16	(605)	241	2,0	421
29	1	29	(66)	23	384	451	2,74	674	434	1	19	20	13	(522)	225	1,44	316
45	1	31	(72)	23	330	476	3,34	892	534	1	32	35	17	(520)	364	2,89	755
92	1	31	(61)	24	460	630	3,15	950	556	1	28	51	21	(536)	369	2,63	(1260)
107	1	28	(60)	24	466	668	2,93	816	335	2	15	30	15	(425)	600	3,0	(2300)
136	1	37	(65)	(26)	399	578	3,26	(983)	541	2	20	33	16	(468)	198	(4,16)	666
203	1	27	(57)	23	468	390	3,0	925	586	2	19	29	17	(452)	162	3,52	183
212	1	41	(57)	16	378	536	3,5	(974)	23	1	37	42	19	491	519	(4,96)	931
267	1	36	(58)	18	371	564	3,55	899	24	1	34	44	19	397	597	(4,35)	693
268	1	39	(57)	19	369	641	3,53	8,17	25	1	41	54	19	407	613	(4,68)	858
292	1	36	(59)	17	354	679	3	778	31	1	37	35	16	383	431	(4,36)	720
421	1	36	(56)	17	416	438	2,93	772	34	1	35	48	22	324	620	(4,72)	474
448	1	37	(62)	18	472	632	3,0	723	411	1	10	5	5	150	80	(7,00)	360
604	1	32	(64)	(26)	425	475	3,0	918	482	1	28	27	19	454	216	(4,24)	648
315	2	16	(50)	(30)	350	25	3,0	(2000)	544	1	41	28	17	425	591	(5,14)	690
382	2	21	(40)	18	380	303	2,9	406	387	2	10	4	6	225	600	(4,0)	120
599	2	19	(51)	(21)	414	298	2,91	611	103	1	40	24	13	371	318	2,58	(1036)
612	2	15	(43)	18	92	208	1,26	308	106	1	33	21	15	411	385	2,40	(1607)
9	1	35	52	(26)	470	624	(5,0)	445	172	1	20	8	7	150	100	1,0	(1400)
10	1	37	34	(26)	474	665	(4,9)	306	282	1	40	47	18	349	526	3,13	(1005)
536	1	35	49	(27)	412	235	3,08	(1213)	345	2	16	24	9	265	315	2,44	(1677)
611	1	21	51	(28)	187	216	2,45	663	351	2	24	29	16	341	413	3,00	(1775)
3	1	29	37	20	452	(747)	3,56	639	85	1	32	42	19	(559)	(910)	2,24	40
316	2	12	14	13	312	326	2,16	(1342)									

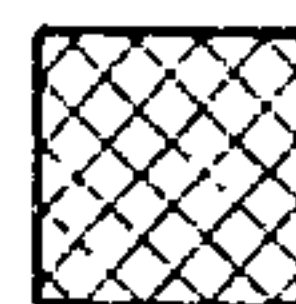
OBS.: ( ) - Teor anômalo do elemento  
 AA - Absorção Atômica  
 Col- Colorimetria  
 EIE- Eletrodo de íon específico  
 1 - Sequência Carbonática  
 2 - Sequência Clástica

TABELA 9 - SUMÁRIO DOS ESTIMADORES  
CÉLULAS

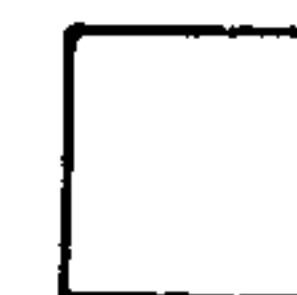
SEDIMENTOS DE CORRENTE		ELEMENTOS E ANÁLISES (ppm)	K - S		X <sup>2</sup>		VMIN - VMAX	X̄	S	X̄ + S	X̄ + 2S
			5%	1%	5%	1%					
CORRENTE	CLÁSTICA	CU-AA					1 - 30	8	5,26	13	18
		PB-AA					1 - 38	11	6,72	18	24
		ZN-AA					1 - 51	14	11,67	26	37
		P-COL	REJEITADA	REJEITADA	REJEITADA	REJEITADA	19 - 475	224	97,00	320	420
		F-EIE					25 - 1533	250	220,30	470	690
		FE-AA%					0,03 - 4,2	1,50	1,00	2,5	3,5
		MN-AA					1 - 2922	236	428,32	665	1090
		CARBONÁTICA	CU-AA					1 - 30	11	6,37	17
	PB-AA						1 - 67	18	11,96	30	42
	ZN-AA						1 - 72	23	15,58	39	55
	P-COL		REJEITADA	REJEITADA	REJEITADA	REJEITADA	15 - 605	259	127,92	390	515
	F-EIE						25 - 1897	280	221,70	500	725
	FE-AA%						0,01 - 7	1,75	1,20	3	4
			MN-AA				1 - 1607	376	292,89	670	960

VMIN - VMAX = Variações Mínimo-Máximo  
X̄ - Média Aritmética

ACEITA



Hipótese de Distribuição Normal  
K-S (Teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV)  
X<sup>2</sup> (Teste CHI-QUADRADO)



REJEITADA

S - Desvio padrão Aritmético  
> X̄ + S - Anomalia de 2ª Ordem  
> X̄ + 2S - Anomalia de 1ª Ordem



malas, formando um agregado bastante consistente.

Em torno deste conjunto, ressaltam-se as células 18, 25, 26, 31 e 34, anômalas de 2ª ordem para Pb, Zn e Cu, nas quais, coletou-se as amostras anômalas RS-16, RS-40, RS-63, AM-38 e AM-40, com valores de 53 a 80 ppm de Pb.

O pH alcalino das águas, em torno de 9,0 indica um ambiente favorável a uma forte precipitação dos elementos.

As concentrações elevadas também para Fe, presentes nestas células, poderiam provocar um aumento relativo dos teores de Pb, através dos fenômenos da adsorção e/ou co-precipitação. Este fato torna-se em parte, desprezível, em função da consistência do conjunto anômalo e dos valores elevados em caráter regional registrados, o que permite recomendar estudos geológico-geoquímicos mais detalhados na região.

Célula 66 - Situa-se a SW de Galheiros, sobre calcários, dolomitos, margas e siltitos da Formação Paraopeba. Nas imediações desta, encontram-se outras células anômalas de 2ª ordem para Pb, Zn, Cu e P. É uma das poucas células em que foi verificada a coincidência de teores anômalos de Pb em sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados. Este fato, associado à ocorrência de zonas dolomíticas, confere um maior grau de significância a esta anomalia.

Célula 102 - Localiza-se no curso médio do córrego Jacu, afluente do rio São Vicente, sobre a sequência carbonatada da Formação Paraopeba, constituída predominantemente de calcários, margas e, às vezes, dolomitos, sendo registrados, em suas águas, valores de pH em torno de 8,5. Des



taca-se, nesta célula, a estação amostrada CM-268 com 70 ppm de Pb.

Nas imediações têm-se as células 98 e 103, anomalias de 2ª ordem para Pb, com as amostras CM-236 e CM-294, apresentando valores de 85 ppm e 110 ppm de Pb, respectivamente. Esta célula apresenta-se também, anomalia de 1ª ordem para Zn e de 2ª ordem para Cu e Mn. Tornando-se necessário, estudo de detalhe para verificação da fonte dessas anomalias, levando-se em consideração, as condições geológicas semelhantes às das células anteriores.

Célula 159 - Está localizada a SW de Nova Roma, onde afloram calcários pretos, bem laminados da Formação Paraopeba. Vale ressaltar as proximidades do contato com rochas do Grupo Araí, zona em que houve pronunciado tectonismo. Nesta célula o ponto FB-539 apresentou o teor anômalo de 75 ppm de Pb. Além de anomalia de 1ª ordem para Pb, Mn e P, apresentou-se anomalia de 2ª ordem para Cu, como também, anomalia para Pb nos concentrados de minerais pesados. A importância desta célula é evidenciada pelas anomalias de Pb, encontradas, tanto em sedimentos de corrente, como nos concentrados de bateia e pelas condições geológicas e estruturais, onde a existência de falhamentos poderiam facilitar a migração e concentração de sulfetos.

Células 177 e 179 - Estas células estão na margem esquerda do rio Paranã e são drenadas pelo rio Cabeçudo, cujas águas apresentam pH alcalino. As litologias predominantes são as rochas carbonatadas da Formação Paraopeba e encontram-se próximas ao contato com rochas do Grupo Araí. A célula 179 mostrou-se anomalia de 1ª ordem para Cu e Mn, enquanto que a 177 registrou-se anomalia de 1ª ordem para Mn e

de 2ª ordem para Cu. O Fe também ocorre em altas concentrações nestas células.

Os valores elevados encontrados para Fe e Mn provavelmente exerceram influência na concentração do Cu.

Célula 410 - Situa-se a SW de Iaciara, na planície do rio Paranã, sendo drenada apenas pelo córrego Brejo, de pequena área de captação, que abrange apenas 20% da área da célula.

Devido à ausência de drenagem e ter sido coletada apenas uma amostra, o valor encontrado de 50 ppm não parece representar a real distribuição do elemento na célula.

Célula 546 - Localizada ao sul da área, nas cabeceiras do rio Jataí, abrangendo rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. Nesta célula destaca-se a amostra RS-476 com 55 ppm de Pb. Além da anomalia de 1ª ordem para Pb, mostrou-se também, anomalia de 1ª ordem para Mn.

Nas proximidades do córrego, ocorrem pequenos morros de calcário preto que caracterizam uma fácies ligada ao ambiente marinho de condições redutoras, importante para precipitação de sulfetos.

#### 6.1.1.2. Zinco

Células 29 e 45 - Localizam-se a NW da cidade de Galheiros, no flanco W da grande paleo-elevação, que coloca as rochas granito-gnáissicas do pré-Cambriano Indiferenciado em contato com as rochas carbonatadas da Formação Paraopeba.

A célula 29 é drenada pela bacia hidrográfica

do rio Manso. Nesta célula o ponto CM-58 detectou 290 ppm de Zn, o mais alto valor registrado em toda área pesquisada. Para Cu, esta célula mostrou-se anômala de 2ª ordem.

A célula 45, cortada pelo rio dos Troncos, possui quatro pontos anômalos: CM-36, CM-38, CM-39, CM-46, com valores variando entre 95 e 200 ppm de Zn. O Cu e o Pb mostraram-se anômalos de 2ª ordem.

Nas imediações desta anomalia, na fazenda Dalas, localizada entre as células 21 e 27, existe uma área sendo pesquisada para Pb e Zn pela Cia Morro Vermelho. Estas células fazem parte de uma faixa de direção N-S com vários conjuntos de células anômalas, que acompanham toda a borda E da área. Esta faixa é de relevante interesse para futuros trabalhos de pesquisa, levando-se em consideração que toda ela está no flanco W da paleo-elevação granito-gnáissica (Serra Geral de Goiás), sobre a qual, transgrediram as rochas carbonáticas da Formação Paraopeba e onde são observadas as mudanças faciológicas que nela ocorrem, bem como estruturas estromatolíticas, que indicam condições paleogeográficas, propícias ao desenvolvimento de mineralização do tipo "Mississippi Valley".

Células 92, 102, 107 e 136 - Esse aglomerado de células com anomalias de 1ª ordem, está conectado por outro grupo de células anômalas de 2ª ordem. Estão situados a SW de São Domingos, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, perto do contato com rochas do pré-Cambriano Indiferenciado.

Esse conjunto faz parte das anomalias de 1ª ordem para Zn, que estão alinhadas no sentido N-S, na borda E da área, zona bastante prospectiva para depósitos de Pb e

Zn. É, também, anômalo de 2ª ordem para Pb e Cu, sendo que a célula 102 é anômala de 1ª ordem para Pb e a 136 para Cu e Mn.

As células 93, 108 e 145, anômalas de 1ª ordem para Pb nos concentrados de minerais pesados, situam-se à montante em relação às células 92, 107 e 136.

Células 203, 212, 267, 268, 292 e 421 - Agrupamento de células anômalas de 1ª ordem, localizado a W da cidade de Posse. Existem mais de 10 células anômalas de 2ª ordem, que estão interligadas, constituindo a mais extensa dispersão anômala para o Zn. A distribuição geoquímica do Zn, nessas células ocorre nos sedimentos carbonáticos da Formação Paraopeba. O Cu e o Pb se distribuem como anomalias de 2ª ordem.

A célula 212 apresentou-se anômala de 1ª ordem para Mn, enquanto que as células 292 e 421 registraram-se anômalas de 2ª ordem para Pb e Cu.

O pH da água variou de 8,0 a 9,0, sendo bastante alcalino.

Apesar de algumas das células anômalas para Zn terem apresentado também valores elevados para Fe e Mn, este conjunto torna-se muito importante para futuros estudos mais detalhados, visto que, está situado na borda E da área, nas mesmas condições paleogeográficas dos conjuntos anteriores.

Célula 448 - Situa-se a NE de Martinópolis. Além da anomalia de 1ª ordem para Zn, apresentou anomalia de 2ª ordem para Cu e Pb. Nos concentrados de minerais pesados, o Zn mostrou-se anômalo de 2ª ordem, refletindo, mais uma vez o caráter anômalo da célula.



Por estar localizada próxima à borda E da área, merece atenção especial.

Célula 604 - Localiza-se próxima ao contato dos calcários da Formação Paraopeba, com os arenitos da Formação Urucuia. Apresentou-se também, anomalia de 1ª ordem para Cu e 2ª ordem para Pb. Destaca-se, nesta célula, o ponto RS-360 com 80 ppm de Zn. Necessita-se de trabalhos de maior detalhe para comprovação destes valores.

#### 6.1.1.3. Cobre

Células 9 e 10 - Aham-se a SW de Campos Belos, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba. A célula 9 é também anomalia de 2ª ordem para Pb e Zn. Estas células podem estar diretamente relacionadas aos altos valores registrados de Fe.

Célula 136 - Localizada a SW de São Domingos, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. Apresenta anomalia de 1ª ordem para Cu, Zn e Mn e de 2ª ordem para Pb.

Pelo fato de ser uma das células que compõem um conjunto de células anômalas de 1ª ordem para Zn, já foi comentado no item referente a anomalias deste elemento.

Célula 179 - Está situada à margem esquerda do rio Paranã, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba. Esta célula registrou anomalias de 1ª ordem também para Pb e Mn. O ponto CM-949 nesta célula acusou o valor anômalo de 40 ppm para Cu.

Célula 536 - Localiza-se ao sul da área, sobre



os sedimentos carbonáticos da Formação Paraopeba. Nela ocorrem duas amostras anômalas: FB-619 com 35 ppm e FB-621 com 40 ppm de Cu. Além de anômala para Cu, mostrou-se anômala de 1ª ordem para Mn e de 2ª ordem para Pb e Zn. O pH registrado nas águas nas estações de amostragem ficou em torno de 9,0.

Células 604 e 611 - Situam-se a NW do Sítio da Abadia, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. Na célula 604 estão agregadas anomalias de 1ª ordem de Zn e 2ª ordem de Pb e Mn.

Estas células merecem estudos detalhados para a verificação da fonte geradora destas anomalias.

#### 6.1.1.4. Fósforo

Células 18 e 22 - Estão situadas ao sul de Campos Belos, sobre os filitos e calcários da Formação Paraopeba, no contato com rochas do pré-Cambriano Indiferenciado e apresentando valores anômalos de 2ª ordem para F.

As células 8, 10, 19, 23, 24, 25 e 30, vizinhas das referidas células, mostraram-se anômalas de 2ª ordem para P.

Toda a zona de contato entre a Formação Paraopeba e as rochas do pré-Cambriano Indiferenciado é interessante, levando-se em consideração que as condições paleogeográficas propícias à formação de fosfato são representadas por um ambiente marinho de águas pouco profundas ( fácies de plataforma) (DEGENS, 1965) e PETER COOK (Handbook of Strata-Bound and Stratiform ore Deposits - Vol. 7 - p. 505-531).

Célula 85 - Localizada a SW de São Domingos, sobre os calcários dolomitos da Formação Paraopeba. O F mostrou-se anômalo de 1ª ordem e as células adjacentes contêm anomalias de 2ª ordem para P e F.

Células 98 e 118 - Situadas sobre os calcários pretos e cinzas da Formação Paraopeba. A dispersão anômala de 2ª ordem de P se estende para E, em direção aos arenitos da Formação Urucuia.

A célula 118 apresentou o maior valor registrado (605 ppm).

Pelo fato desta célula ser constituída de apenas três amostras, sendo que individualmente nenhuma delas apresentou valores anômalos e tendo em vista que o Zn, Pb e Cu, não apresentaram anomalias de qualquer ordem, esta célula pode ser considerada como de importância secundária, não merecendo maiores estudos.

Célula 159 - Fica a SW de Nova Roma, sobre calcários da Formação Paraopeba, próxima ao contato com rochas do Grupo Araí. Esta célula apresentou-se anômala de 1ª ordem para Pb e Mn e de 2ª ordem para F.

Células 434, 534 e 556 - Estão localizadas a SW de Alvorada do Norte, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. Situam-se em uma região aplainada coberta por sedimentos terciários, entre os rios Santa Maria e Macacos, a qual, nas épocas de chuva, torna-se quase que totalmente inundada, sendo que os teores encontrados podem estar relacionados à quantidade de matéria orgânica existente nesta planície de inundação.

#### 6.1.1.5. Flúor

Células 3, 43, 85 e 129 - Estão dispostas aleatoriamente na Formação Paraopeba. Na célula 3, que fica a leste de Campos Belos, predominam os calcários pretos laminados, nas estações amostradas. A dispersão anômala de 2ª ordem do F, estende-se para o sul, acompanhada da dispersão anômala do P.

A célula 43, que está a NW de Galheiros, interliga-se com a célula 85, através de um "trend" anômalo de 2ª ordem de F. O P segue aproximadamente esta dispersão com anomalia de 2ª ordem, atingindo a célula 85, com magnitude de 1ª ordem.

Nesta célula aflora, principalmente, o calcário cinza. A célula 85 apresenta dois pontos com valores anômalos: CM-200 e CM-213 com 1200 ppm de F.

A célula 129 exhibe anomalias de 2ª ordem para o P. No local de amostragem há exposição de calcário preto.

Segundo estudos geoquímicos do F, feito por CORRENS (1956), este elemento é encontrado associado com dolomitos, calcários e ocasionalmente, fosforitos. Além desses sedimentos marinhos, o F pode ser indicativo de depôsitos evaporíticos.

Células 538, 539, 545 e 546 - A disseminação anômala desse conjunto de células desenvolve-se na planície aluvionar do Paranã, formada pela cobertura detrito-laterítica.

A célula 538, cortada pelo córrego Barrigudo, contém duas amostras anômalas: RS-471 e RS-475 com 1600 e

2250 ppm de F, respectivamente.

A amostra RS-473, da célula 539 apresentou 1400 ppm de F. A célula 545 torna-se a mais importante destas células, por ter apresentado 4 amostras com elevada concentração de F. As amostras estão distribuídas no Córrego da Onça e os resultados analíticos foram de 1900 ppm (RS-466), 2500 ppm (RS-467), 1900 ppm (RS-468) e 1900 ppm (RS-479).

A célula 546 contém uma amostra anômala (RS-476), com 1400 ppm de F. O Pb e Mn são também anômalos para esta amostra. O P apresenta anomalia de 2ª ordem na célula 539 e o Mn possui anomalias de 1ª ordem nas células 539 e 546.

Este conjunto anômalo reveste-se de certa importância do ponto de vista prospectivo, por ter revelado as duas células com valores de maior magnitude e por conter a célula de maior densidade de pontos anômalos.

#### 6.1.1.6. Manganês

Célula 18 - Localiza-se a SE de Campos Belos, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, no contato com o pré-Cambriano Indiferenciado. Nesta célula o ponto AM-40, registrou 3000 ppm de Mn. Nota-se uma conspícua correspondência dos valores elevados deste elemento com valor de Fe que ocorre tanto nesta célula, como nas células vizinhas.

Células 103, 106 e 136 - Acham-se sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. A célula 103, possui



uma amostra anômala (CM-240) com 6000 ppm.

Na célula 106 destacam-se os pontos anômalos CM-427 e CM-431 que apresentaram teores de 3800 e 3000 ppm, respectivamente. Nas imediações destas células existem várias células de 2ª ordem para Mn.

Células 159, 172, 177 e 179 - Estão localizadas na sequência carbonática, apresentando anomalias de Cu, Pb, P e F.

A dispersão é restrita, não havendo continuidade em células vizinhas.

Células 212 e 282 - Estão sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, a W da cidade de Posse.

São células isoladas que também mostram-se anômalas para Pb, Zn e F.

Células 536, 539, 546 e 556 - Este núcleo fica a SW de Alvorada do Norte, nas proximidades do contato entre as formações Paraopeba e Três Marias.

Estas células mostram-se anômalas de 1ª ordem para Cu, Pb, Zn, P e F.

## 6.1.2. Anomalias Individuais

### 6.1.2.1. Chumbo

Amostras RS-16, RS-40, RS-63, AM-38, AM-40, AM-50 e FB-152 - Foram coletadas nas células 18, 25, 26, 31, 34 e 36 a SE da cidade de Campos Belos, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba e apresentaram valores que variaram de 53 a 80 ppm de Pb, estando localizadas, quase que to



talmente, em células anômalas de 2ª ordem para este elemento. Estas amostras situam-se nas proximidades de células anômalas de 1ª ordem para Pb, com as quais se definiu uma zona anômala de extensão considerável.

Amostra CM-13 - Coletada na célula 4, possui 55 ppm de Pb. Devido a não existência de associação anômala nas imediações e do elevado teor em Fe registrado, não des-  
ponta como uma célula anômala de real importância.

Amostras CM-42, CM-156, CM-160, CM-161 e FB-188 - Estão localizadas nas células 50, 52, 59 e 60, sobre os calcários e dolomitos da Formação Paraopeba, próximo ao contato com rochas do Embasamento Indiferenciado e de rochas do Grupo Araxá. Estas amostras apresentaram teores que variaram de 55 a 85 ppm de Pb. De uma maneira geral, localizam-se em células anômalas de 2ª ordem para Cu, Pb e Zn. Levando-se em conta os teores encontrados, sugere-se a execução de trabalhos mais detalhados nas referidas células.

Amostras CM-175, CM-236 e CM-294 - Coletadas nas células 83, 98 e 103, situadas a SW de São Domingos, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. Estes pontos mostraram os maiores valores de Pb encontrados: 115, 85 e 110 ppm, respectivamente. As células onde foram coletadas são anômalas de 2ª ordem para este metal.

Embora tais amostras não sejam coincidentes com células anômalas de 1ª ordem, merecem atenção especial, considerando-se os expressivos valores encontrados para Pb.

Amostra CM-316 - Coletada sobre os calcários cinza da Formação Paraopeba, na célula 141, anômala de 2ª ordem para Pb. Esta amostra revelou um teor de 65 ppm para

Pb, estando localizada num "trend" anômalo de 2ª ordem, me recendo investigações posteriores.

Amostras RS-100, AM-224 e AM-226 - Localizadas nas células 268, 281 e 282 a SW da cidade de Posse, dentro das rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, próxima ao contato com os arenitos cretáceos da Formação Urucuia. Estes pontos com valores que oscilam de 55 a 60 ppm de Pb, estão próximos de um aglomerado de células anômalas de 2ª ordem para Pb.

É uma região interessante, levando-se em conta a extensa dispersão do "trend" anômalo de Zn.

Amostras RS-477 e CM-603 - Coletadas nas células 544 e 583, próximas ao contato da Formação Paraopeba, com a Formação Três Marias, apresentaram valores de 80 e 60 ppm de Pb, respectivamente. As células onde as mesmas foram coletadas mostraram-se anômalas de 2ª ordem para Pb, Zn e Cu.

As anomalias de Pb estendem-se por várias células contíguas, tornando importante a comprovação destes valores, através de trabalhos mais detalhados.

Amostra RS-442 - Localizada na célula 552, no limite dos arenitos da Formação Três Marias com as rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, a SE de Alvorada do Norte. Nesta amostra o valor registrado para Pb foi de 60 ppm e a dispersão anômala atinge outras células adjacentes, onde existem anomalias de 1ª ordem e 2ª ordem para Pb.

Um detalhamento dessas anomalias torna-se indispensável para investigação da distribuição e origem desses valores.

#### 6.1.2.2. Zinco.

Amostras CM-42, CM-55, CM-54, CM-56, CM-57 e CM-60 - Coletadas nas células 28, 37, 38 e 52, situadas a NW da cidade de Galheiros, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba.

As células 28 e 37, apesar de não serem consideradas anômalas, apresentaram dois pontos anômalos cada. Na célula 28, obteve-se valores de 100 e 120 ppm de Zn, nas amostras CM-55 e CM-56, respectivamente. Já na célula 37, as amostras CM-54 com 140 ppm e a CM-57 com 90 ppm de Zn, revelaram anomalias na margem esquerda do rio Manso.

O ponto CM-60, com 100 ppm para Zn, está localizado na célula 38, anômala de 2ª ordem para Zn e Cu e o CM-42, com 95 ppm, situa-se na célula 52, anômala de 1ª ordem para Pb e de 2ª ordem para Cu.

Apesar do pH alcalino, a dispersão do Zn é bem extensa. Estes pontos estão situados nas imediações das células 29 e 45, as quais apresentam anomalias de 1ª ordem para Zn e localizam na borda E da área, sobre a faixa considerada como de maior importância para futuros trabalhos de detalhe.

Amostras CM-750 e CM-752 - Foram coletadas na célula 517, a SW de São João d'Aliança, em uma região bastante dobrada em sinclinais e anticlinais, onde ocorrem calcários da Formação Paraopeba, bem como rochas clásticas das formações Paranoá e Três Marias.

Esta célula evidenciou anomalias de 2ª ordem para Zn e Cu e os pontos CM-750, CM-752, registraram 95 e

70 ppm de Zn, respectivamente.

O pH das águas oscilou entre 6,5 a 7,0 mostrando um ambiente neutro.

Nas imediações desta célula não existe distribuição anômala para Cu, Pb e Zn.

### 6.1.2.3. Cobre

Amostras CM-66 e CM-117 - Estão situadas a NW da cidade de Galheiros, nas células 21 e 38, sobre calcários da Formação Paraopeba. Os teores encontrados foram de 35 ppm de Cu, todos situados em células anômalas de 2ª ordem para Zn e Cu.

A localização desses pontos, apesar de não coincidirem com células anômalas de 1ª ordem, comprovam ainda mais, a importância de toda a borda E da área, já comentada nos itens anteriores.

Amostras FB-654, FB-661, CM-750 e CM-752 - Foram coletadas nas células 506, 508 e 517, que abrangem principalmente, rochas carbonáticas da Formação Paraopeba. Apresentaram valores que variam de 30 a 40 ppm de Cu.

As células 506 e 517 mostraram-se anômalas de 2ª ordem para Cu e pelo fato de não terem sido evidenciadas anomalias para Pb e Zn, não apresentam grande interesse.

Amostra CM-706 - Coletada na célula 523, sobre os calcários da Formação Paraopeba, registrou 40 ppm de Cu. Devido a não existência de células anômalas nas proximidades e, por se tratar de apenas um ponto anômalo, a célula não desperta maiores interesses.



#### 6.1.2.4. Fósforo

Amostras FB-34 e FB-73 - Foram coletadas nas células 46 e 53 no contato dos calcários da Formação Paraopeba, com os quartzitos da Formação Arraias, tendo sido registrados os valores de 2100 e 1200 ppm de P, respectivamente. Estes pontos foram coletados em célula localizada na borda W da área.

Amostra CM-31 - Coletada na célula 71, na borda E da área no contato da Formação Paraopeba, com rochas do pré-Cambriano Indiferenciado. Apresentou o valor de 2000 ppm de P.

Amostra FB-336 - Está localizada na célula 127 sobre os calcários da Formação Paraopeba, registrando um teor de 975 ppm de P.

A célula 118, nas proximidades deste ponto, apresentou-se anômala de 1ª ordem para este elemento.

Amostra CM-860 - Foi coletada na célula 379, sobre os arenitos da Formação Três Marias e calcários da Formação Paraopeba e registrou um valor de 1100 ppm de P. O pH na célula foi de 7,0.

Amostra CM-529 - Pertencente à célula 583, onde ocorrem os calcários da Formação Paraopeba e arenitos da Formação Três Marias, indica um teor de 1300 ppm de P.

A célula 583 mostrou-se anômala de 2ª ordem para P, Cu, Pb, Zn e Mn.



#### 6.1.2.5. Flúor.

Amostra FB-151 - Coletada na célula 35, sobre os calcários da Formação Paraopeba, detectou 1500 ppm de F.

Amostras FB-266 e FB-324 - Estão incluídas na sequência carbonática, próxima ao contato com as rochas do pré-Cambriano Indiferenciado. Foram coletadas nas células 138 e 145 e registraram teores de 1200 ppm de F. O pH da célula foi de 7,5.

Amostra RS-546 - Coletada na célula 352, ao N de São João d'Aliança, sobre os sedimentos clásticos da Formação Paranoá, apresentou o valor de 1800 ppm de F.

Amostras RS-477, RS-481 e RS-482 - Situam-se no Sul da área, nas células 543 e 544, que recobrem tanto os sedimentos carbonáticos (Formação Paraopeba) como os arcólios da Formação Três Marias. Os valores de F detectados nestas amostras foram de 2250 ppm (RS-477) e 2000 ppm (RS-481 e 482). Nas imediações destes pontos, ocorre um agregado de células anômalas de 1ª ordem para F.

#### 6.1.2.6. Manganês

Amostras AM-38, CM-160 e CM-175 - Foram coletadas nas células 31, 50 e 83, sobre os calcários da Formação Paraopeba. Os valores encontrados oscilaram entre 2800 e 3200 ppm de Mn.

Amostra CM-917 - Coletada na célula 402, no vale do rio Paranã, registrou um valor de 3000 ppm de Mn.

Amostra RS-120 - A NE da cidade de Alvorada do Norte, sobre os sedimentos carbonáticos da Formação Paraopeba, apresentou o valor de 5000 ppm de Mn, tendo sido coletada na célula 422.

## 6.2. Sedimentos de Corrente em Sequência Clástica

### 6.2.1. Células Anômalas

#### 6.2.1.1. Chumbo

Célula 233 - Está localizada sobre os siltitos da Formação Paranoá, junto do contato com rochas do Grupo Araí. Além da anomalia não apresentar continuidade nas células adjacentes, apenas o ponto AM-745 é anômalo com 50 ppm de Pb.

Por tratar-se de uma célula isolada, assume importância secundária em relação às demais.

Células 346, 365 e 369 - Situadas ao N de São João d'Aliança, sobre os quartzitos e siltitos da Formação Paranoá. Além da anomalia para Pb, mostraram-se anômalas de 1ª ordem para Mn e Cu e de 2ª para Zn. As células 347 e 351 vizinhas da 346 são anômalas de 2ª ordem para Pb.

O real significado destas anomalias necessita de confirmação pois, toda a região de São João d'Aliança apresenta valores elevados para Fe e Mn, podendo provocar falsas concentrações.

Células 528 e 580 - Situam-se ao sul da área, sobre os sedimentos clásticos da Formação Três Marias. Além das anomalias de 1ª ordem para Pb mostrou-se também anômala

para Cu e Zn.

Na 528 localizam-se duas amostras anômalas, a RS-524 e RS-527, com 45 ppm de Pb.

Um estudo de detalhe nestas células é interessante, considerando-se, principalmente, os valores anômalos para Cu, Pb e Zn.

#### 6.2.1.2. Zinco

Célula 315 - Fica a NW de São João d'Aliança, sobre os quartzitos e siltitos da Formação Paranoá, sendo também anômala de 1ª ordem para Cu e Mn.

Pelo fato de apenas uma amostra ter sido coletada nesta célula e a grande incidência de depósitos de Mn, o valor encontrado não é significativo.

Célula 382 - Localizada sobre os filitos da Formação Três Marias, no ponto CM-874 foi detectado 60 ppm de Zn. Esta célula mostrou-se também anômala de 1ª ordem para Pb e Cu.

Células 528 e 580 - Localizadas no sul da área, recobrem rochas calcárias da Formação Paraopeba e sedimentos clásticos da Formação Três Marias. A célula 528 contém duas amostras anômalas, a RS-524 e RS-527, com 65 ppm de Zn cada. Ambas as células mostraram-se anômalas de 1ª ordem para Pb e Cu.

Várias células anômalas de 2ª ordem para Zn ocorrem nas proximidades, evidenciando uma zona de dispersão anômala.

Célula 599 - Situada no sul da área, sobre os arenitos da Formação Três Marias, apresentou duas amostras anômalas para Zn a CM-582 com 60 ppm e, a CM-583, com 70 ppm. Mostrou-se também anômala de 1ª ordem para Cu e de 2ª para Pb.

Célula 612 - Localizada a sudoeste de Damianópolis, abrangendo rochas calcárias da Formação Paraopeba e os arenitos da Formação Três Marias. Nas suas imediações ocorrem células anômalas de 1ª e 2ª ordens, para Cu e Zn.

#### 6.2.1.3. Cobre

Célula 315 - Está a NW de São João d'Aliança, sobre os sedimentos clásticos da Formação Paranoá. A amostra RS-634 detectou 30 ppm de Cu. O Zn e Mn nesta célula, mostraram-se anômalos de 1ª ordem.

O córrego que drena a célula apresenta a influência direta dos jazimentos de Mn que ocorrem na região.

Célula 365 - Localizada a NE de São João d'Aliança, sobre os sedimentos clásticos da Formação Paranoá, também mostrou-se anômala de 1ª ordem para Pb.

Células 528, 580 e 599 - Situam-se no extremo sul da área, a sudoeste de Alvorada do Norte, onde predominam os arcósios, siltitos e níveis calcários da Formação Três Marias.

A célula 528 contém dois pontos anômalos, RS-524, com 30 ppm e RS-527, com 35 ppm. A 599 possui o ponto CM-583, com 30 ppm.

Destas células, a 528 e 580, mostraram-se anô

malas de 1ª ordem para Cu, Pb e Zn, enquanto a 599 mostrou-se anômala de 1ª ordem para Zn e de 2ª para Pb. Nas imediações destas células existem outras, com anomalias de 2ª ordem.

O pH registrado nesta região variou de 8,0 a 9,0.

Estas células merecem atenção, devido a existência de anomalias para Cu, Pb e Zn.

#### 6.2.1.4. Fósforo

Células 335 e 369 - Situadas à margem direita do rio Tocantinzinho, sobre sedimentos clásticos da Formação Paranoá.

A célula 335 é anômala de 1ª ordem para Mn e de 2ª para F. Na célula 369 existem dois pontos anômalos, RS-685 e RS-687, com 625 ppm de P, em cada.

Células 541, 580 e 586 - Localizam-se a sudoeste de Alvorada do Norte, onde predominam os arcósios da Formação Três Marias. A célula 541 contém a amostra CM-647 com 600 ppm de P. A 586 apresenta dois pontos anômalos, CM-661 e CM-663, com 550 ppm e 625 ppm de P, respectivamente. O pH variou de 7,0 a 7,5.

Estas células situam-se na zona de transição entre as formações Paraopeba e Três Marias.

#### 6.2.1.5. Flúor

Células 247, 248, 330 e 336 - Este conjunto lo



caliza-se a SW de Alto Paraíso, sobre os filitos e metassiltitos da Formação Paranoá. Na célula 330 a amostra RS-704 registrou o valor de 1.200 ppm de F.

Nas imediações da célula 336 existem algumas células anômalas de 2ª ordem para F.

Células 256, 258, 363 e 479 - Este agregado de células anômalas espalha-se ao longo da Serra do Paranã, dentro dos arenitos e metassiltitos da Formação Paranoá. A célula 363 contém dois pontos anômalos, CM-1.028 e CM-1.029, com 1.300 e 1.400 ppm de F, respectivamente. A dispersão de 2ª ordem para F estende-se para o sul até a célula 479, que é anômala de 1ª ordem para este elemento.

Células 559, 560 e 561 - Situadas ao sul de Alvorada do Norte sobre a Formação Três Marias, sendo drenada pela bacia hidrográfica do córrego Taboca.

A célula 559 apresentou anomalias em três amostras, RS-461 com 2.250 ppm, RS-462 com 2.500 ppm e RS-463 com 2.500 ppm de F.

A célula 560 possui dois pontos anômalos: RS-459 com 2.500 ppm e RS-460 com 1.800 ppm de F.

A célula 561 contém duas amostras anômalas ou sejam, a RS-455 e a RS-457 que detectaram 1.200 ppm de F. Tanto na célula 560 como na 561, ocorrem afloramentos de arenitos nas estações de amostragem.

Este agregado de células destaca-se pela densidade de pontos anômalos e por conter os teores mais elevados de F.

#### 6.2.1.6. Manganês

Células 315, 316, 335, 345, 346, 351 e 369  
- Destacam-se, neste conjunto os pontos anômalos RS-575, RS-576, RS-577, RS-578, RS-629, RS-633, RS-685, RS-687 e RS-690, com valores que variam de 2.600 a 11.000 ppm de Mn.

Todo este conjunto reflete, em parte, as várias ocorrências de Mn que existem na região.

#### 6.2.2. Anomalias Individuais

##### 6.2.2.1. Chumbo

Amostra CM-462 - Coletada na célula 633, sobre os arenitos da Formação Três Marias, próximo do contato com os arenitos Urucuia, esta amostra registrou um valor de 50 ppm de Pb. Nas imediações não existem células anômalas para qualquer outro dos elementos testados.

Amostra RS-346 - Coletada na célula 639, a SE de Alvorada do Norte, nas imediações do contato da Formação Paraopeba com os arenitos da Formação Três Marias. Esta amostra além dos 50 ppm de Pb, mostrou-se anômala para Cu e Zn com 35 ppm e 85 ppm respectivamente.

Levando-se em consideração que a amostra apresentou valores anômalos para Cu, Pb e Zn, tornam-se necessários estudos mais detalhados para comprovação destes valores.

#### 6.2.2.2. Zinco

Amostra RS-575 - Foi coletada na célula 351, dentro dos sedimentos argilosos e arenosos da Formação Paranoá. O valor registrado foi de 60 ppm de Zn e a referida célula mostrou-se anômala de 1ª ordem para Mn e de 2ª para Cu, Pb, Zn e Fe.

Apesar da boa correlação do Cu, Pb e Zn com os pontos anômalos de Fe e Mn, destaca-se na vizinhança a célula 346, anômala de 1ª ordem para Pb.

Amostras CM-809 e CM-829 - Estão localizadas, respectivamente nas células 483 e 489, anômalas de 2ª ordem para o Pb, enquanto que o Cu e Zn são anômalos de 2ª ordem só na 483. O valor para Zn em ambos os pontos foi de 60 ppm.

As drenagens que cortam estas células, nascem na Serra do Paranã, onde uma grande falha de empurrão coloca os quartzitos da Formação Paranoá sobre os calcários da Formação Paraopeba.

Um estudo mais detalhado torna-se necessário, para avaliar as possibilidades desta área.

Amostras AM-349 e AM-357 - Coletadas nas células 611 e 637, localizadas próximas do contato dos calcários da Formação Paraopeba com os arenitos da Formação Três Marias, revelaram valores de 65 e 60 ppm de Zn, respectivamente.

A célula 611 mostrou-se anômala de 1ª ordem para Cu e 2ª para Zn. Vizinha a esta destaca-se a célula 612, anômala de 1ª ordem para Zn. Já a célula 637, além de não

registrar valores anômalos para Cu e Pb nas suas imediações, não apresenta nenhum valor que confirme o teor encontrado na amostra AM-357.

Amostra RS-346 - Está localizada na célula 639, anômala de 2ª ordem para Pb e Cu. Este ponto apresenta uma área de influência ligada aos arenitos da Formação Três Marias e o valor registrado foi de 85 ppm de Zn, além de ser anômalo também para Pb e Cu.

A dispersão anômala do Zn e Pb não mostra ser acentuada nas áreas circunvizinhas. Apesar disto, será necessária uma reamostragem para uma real avaliação destes valores.

Amostra CM-509 - Foi coletada na célula 625, sobre os arenitos da Formação Três Marias e apresentou um valor de 60 ppm de Zn.

Nesta célula o Pb, Zn e Cu apresentaram-se anômalos de 2ª ordem e o pH foi de 7,5.

A célula 599, vizinha a 625, salientou-se por apresentar configuração anômala de 1ª ordem para Zn e Cu e de 2ª para Pb.

#### 6.2.2.3. Cobre

Amostras RS-572, RS-575 e RS-629 - Foram coletadas nas células 316 e 351, sobre quartzitos da Formação Paranoá e os valores encontrados foram de 40 ppm no ponto RS-629 e de 30 ppm nos pontos RS-572 e RS-575.

Apesar das anomalias de 2ª ordem para Cu, Pb e Zn, na célula 351, os altos teores de Fe e Mn causam suspei

ta sobre a real significância das referidas anomalias.

Amostra RS-711 - Coletada na célula 330 sobre os quartzitos da Formação Paranoá, com 70 ppm de Cu, foi a amostra que apresentou o mais alto teor. A célula retro referida mostrou-se anômala de 2ª ordem para Cu.

Apesar da ocorrência de diques de diabásio nas proximidades desta célula, um deles com mais de 20 km de extensão cortando os sedimentos da Formação Paranoá, nova checagem deste valor seria recomendável.

Amostra FB-820 - Foi coletada na célula 375, onde predominam os arenitos da Formação Três Marias, acusou 30 ppm de Cu.

Como não há nesta célula nenhum valor anômalo para os outros elementos e, como o ponto situa-se próximo ao contato com os calcários da Formação Paraopeba, o valor encontrado está mais associado à variação litológica.

Amostras RS-346, AM-336 e AM-357 - Coletadas nas células 635, 637 e 639, sobre os arcósios da Formação Três Marias, estes pontos apresentaram valores que variam de 28 ppm a 35 ppm de Cu. As células 637 e 639 mostraram-se anômalas de 2ª ordem para Cu, Pb e Zn.

#### 6.2.2.4. Fósforo

Amostra AM-438 - Registrou o valor de 725 ppm na célula 111, localizada no contato das rochas carbonáticas da Formação Paraopeba, com os filitos e quartzitos da Formação Arraias.



Amostras FB-783, FB-846, CM-831, CM-849 e CM-850 - Estão dispostas ao longo da falha de empurrão que coloca as rochas da Formação Paranoá sobre rochas da Formação Paraopeba e Três Marias. Estes pontos estão localizados nas células 253, 377, 382, 386 e 484, e apresentaram valores que variam de 550 ppm a 675 ppm de P. As células 382, 386 e 484 mostraram-se anômalas de 2ª ordem para este elemento.

O pH ficou em torno de 7,0.

Amostras RS-629, RS-772 e FB-972 - Coletadas sobre os sedimentos da Formação Paranoá, nas células 256, 316 e 371, apresentaram valores de 550 ppm e 725 ppm, respectivamente. O ponto RS-772 foi coletado no afluente da margem esquerda do rio Tocantinzinho, numa zona alagadiça com bastante matéria orgânica. Nas imediações ocorrem células anômalas de 2ª ordem para P.

Amostra CM-480 - Coletada na célula 628, a NW de Formoso, sobre os arcósios da Formação Três Marias, o valor anômalo registrado foi de 750 ppm de P. Nas imediações existe dispersão anômala de 2ª ordem para P.

#### 6.2.2.5. Flúor

Amostras AM-745 e FB-968 - Foram coletadas nas células 233 e 255, sobre os sedimentos clásticos da Formação Paranoá. Os valores encontrados foram 625 ppm na amostra AM-745 e 1.200 ppm na FB-968. Nas imediações da célula 233 existem anomalias de 2ª ordem para P.

Amostras RS-454 e RS-465 - Situando-se nas imediações de anomalias de 1ª ordem, estas amostras foram co

letadas nas células 558 e 562, e apresentaram valores de 1.700 e 3.500 ppm de F, respectivamente. Estas células estão no prolongamento de um conjunto anômalo situado mais ao norte.

#### 6.2.2.6. Manganês

Amostras RS-580, RS-592, RS-596, RS-599, RS-603 e RS-605 - Foram coletadas nas células 344, 347, 349 e 355, a NW de São João d'Aliança, sobre os sedimentos clásticos da Formação Paranoá. Estes pontos anômalos mostraram valores que variam de 3.500 a 11.000 ppm e estão em células próximas a outras anômalas de 1ª ordem descritas no item 6.2.1.6.

Amostra RS-519 - Coletada na célula 541, no sul da área, com 3.000 ppm de Mn. Este valor está associado às células anômalas de 1ª ordem para Fe, que ocorrem na região.

### 6.3. Concentrados de Minerais Pesados em Sequência Carbonática

#### 6.3.1. Células Anômalas para Chumbo

Células 41 e 66 - Estão situadas a sudoeste da cidade de Galheiros, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. As amostras foram coletadas no riacho Seco (célula 41) e no córrego Salgueiro (célula 66).

Os afluentes da margem esquerda do riacho Se

co (córregos Suguarama e Carrapatos) que drenam as células 50 e 59, anômalas de 2ª ordem para Pb, apresentaram pontos anômalos com teores que oscilaram entre 70 e 85 ppm de Pb nos sedimentos de corrente.

A célula 66 apresentou-se nos concentrados, anômala de 1ª ordem para Pb e 2ª ordem para Zn e, nos sedimentos de corrente, registrou-se anômala de 1ª ordem para Pb.

Sugere-se estas células para futuros trabalhos mais detalhados, levando-se em conta a proximidade das mesmas com o maior agregado de células anômalas de 1ª ordem para Pb, em sedimentos de corrente.

Células 93, 108, 145 e 208 - Situam-se ao sul da cidade de São Domingos, na borda E da área, no contato das rochas calcárias da Formação Paraopeba com rochas do Em basamente Indiferenciado.

Vizinha a estas células ocorrem as células 92, 107, 136 e 203, anômalas de 1ª ordem para Zn, em sedimentos de corrente e a célula 209 que, nos concentrados de bateia registrou anomalia de 1ª ordem para Zn.

Este conjunto de células anômalas está alinhado na direção N-S, na borda E da área, faixa muito importante para existência de depósitos sulfetados de Pb e Zn. Os comentários sobre esta faixa já foram feitos nas anomalias de sedimentos de corrente para Zn.

Células 159, 162, 166 e 180 - Estão localizadas a SW da cidade de Nova Roma, no contato dos calcários pretos, bem laminados, da Formação Paraopeba com rochas do Grupo Araxá.

Destaca-se neste conjunto anômalo a célula 159, anômala de 2ª ordem para Zn nos concentrados e, de 1ª ordem para Pb nos sedimentos de corrente.

Nas proximidades desse agregado anômalo, especialmente da célula 180, encontram-se as células 177 e 179, anômalas de 1ª ordem para Pb nos sedimentos de corrente.

As células 159, 162 e 180 apresentam valores anômalos de 2ª ordem nos concentrados de bateia para Be e P.

Por se tratar de uma região com pronunciado tectonismo e o fato das células estarem próximas do contato com rochas do Grupo Araí, as amostras coletadas podem refletir alguma contribuição de materiais provenientes dessas rochas. Mas, levando-se em consideração a consistência da zona anômala, julga-se necessário estudo mais detalhado.

Célula 416 - Anômala de 1ª ordem para Pb, está situada na planície aluvionar do rio Corrente. Devido a pobreza de drenagem nessa área, a amostra coletada não possui uma boa representabilidade sobre a dispersão dos elementos na célula.

Célula 432 - Está localizada na margem esquerda do rio Corrente ao norte da cidade de Alvorada do Norte, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba.

Todo curso do córrego Canabrava que drena as células 432 e 422, mostrou anomalias de 1ª e 2ª ordem nos sedimentos de corrente para Cu, Pb e Zn. Além dessas células, destaca-se a célula 291, próxima a nascente daquele córrego que apresentou-se anômala também para Pb nos sedimentos de corrente.

Na célula 432, além da anomalia de 1ª ordem para Pb nos concentrados, registrou-se também anômala de 1ª

ordem para Zn. O Au, nesta célula, apresentou um valor anômalo bastante significativo (16 ppm).

Todo leito do córrego Canabrava deve ser melhor estudado, através de uma amostragem mais detalhada.

Células 543, 591, 593 e 596 - Conjunto de células situadas no extremo SE da área, onde ocorrem tanto rochas calcárias da Formação Paraopeba como arenitos da Formação Três Marias.

Nesse conjunto anômalo destaca-se a célula 593, anômala de 1ª ordem para Zn e 2ª ordem para Cu e as células 543 e 591, anômalas de 2ª ordem para Cu. Ainda nos concentrados de bateia, a célula 596 mostrou-se anômala de 1ª ordem para Be e a célula 593 de 2ª ordem para Be e P.

Nos teores encontrados nos sedimentos de corrente, as células 543 e 596 são anômalas de 2ª ordem para Cu e Zn.

Por se tratar de um conjunto de células com mais de uma litologia, nos futuros trabalhos de detalhe é muito importante o controle da área de influência de cada amostra.

Célula 612 - Situada a NW do sítio da Abadia, abrange tanto rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, como os arenitos da Formação Três Marias.

Esta célula, além do Pb, apresenta também anomalia de 1ª ordem para Zn e Cu nos sedimentos de corrente e, nas suas imediações, outras células também registraram valores de 1ª e 2ª ordem para Cu e Zn tornando-se desse modo, necessário trabalhos mais detalhados para sua comprovação.

Célula 506 - Situada na planície de inundação



do rio Paranã, apresenta uma grande área com apenas um córrego drenando a célula.

Em virtude da amostra estar refletindo, aproximadamente, uma terça parte da área da célula, julga-se de pouco interesse para futuros trabalhos, apesar de ocorrer anomalias de 2ª ordem para P.

Célula 463 - Localiza-se no extremo SW da área, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba. Nas imediações da mesma destacam-se as células 327, anomala de 2ª ordem para Pb e 469, anomala de 2ª ordem para Zn.

Próximo ao lugarejo de Água Fria, existe uma área de pesquisa da DOCEGEO. Segundo informações verbais do pessoal dessa localidade, quando da escavação de um poço nos arredores desse lugarejo, foi encontrado um bloco de galena com 2 kg, aproximadamente.

Em vista desses fatos, torna-se bastante prospectiva para jazimentos de Pb e Zn.

### 6.3.2. Células Anômalas para Zinco

Células 123 e 156 - Situam-se ao sul da cidade de Nova Roma, próximas do contato das rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, com rochas do Grupo Araxá e do Embasamento Indiferenciado.

Nas imediações existem as células 119 e 121, anômalas de 2ª ordem para Cu e as células 155 e 157, anômalas de 2ª ordem para Zn, em concentrados de bateia.

Pelo fato de estarem próximas ao contato com rochas do Grupo Araxá e do Embasamento Indiferenciado, zona

esta bastante dobrada e falhada e onde ocorrem, às vezes, corpos de anfibolitos dentro de tais rochas, existe a possibilidade do teor anômalo encontrado para Zn ter alguma ligação com esses corpos visto que, as drenagens amostradas nascem no contato com essa rocha.

Célula 209 - Está situada a NW da cidade de Posse, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba. Nas proximidades dessa célula, anômala de 1ª ordem para Zn, destacam-se várias células de 2ª ordem para Zn, além da célula 208, anômala de 1ª ordem para Pb nos concentrados de bateia.

Os dados de sedimentos de corrente também revelaram bons resultados, exibindo nas células 212 e 268, anomalias de 1ª ordem para Zn.

Toda essa faixa N-S na borda E da área, já comentada nas células anômalas de sedimentos de corrente, é bastante promissora para depósitos do tipo "Stratabuond".

Célula 432 - Está localizada na margem esquerda do rio Corrente, ao norte da cidade de Alvorada do Norte, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba.

Os comentários sobre esta célula já foram feitos nas células anômalas para Pb.

Célula 593 - Localiza-se no extremo SE da área, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba e dos arenitos da Formação Três Marias. Além da anomalia de 1ª ordem para Zn, apresentou-se também anômala de 1ª ordem para Pb e de 2ª ordem para Cu, Be e Au, nos concentrados de bateia.

Por estar sobre litologias diferentes, merece um estudo mais detalhado para comprovação dos valores encontrados.

Células 491, 500 e 502 - Situam-se a SE de São João d'Aliança, sobre rochas carbonatadas da Formação Paraopeba e quartzitos da Formação Paranoá e arenitos da Formação Três Marias.

Nesse conjunto anômalo de 2ª ordem para Zn, a célula 500 registrou-se anômala de 2ª ordem para Be.

Devido a grande variedade litológica, os valores necessitam de comprovação.

Células 454, 455, 456, 457, 458 e 459 - Localizam-se no extremo SW da área sobre rochas carbonáticas da Formação Paraopeba, em contato com os quartzitos da Formação Paranoá.

Esse agregado de células anômalas de 1ª ordem para Zn reveste-se de especial importância, levando-se em consideração a consistência da área anômala e os indícios de mineralizações já registrados conforme comentários efetuados na célula 463, anômala de 1ª ordem para Pb nessa região.

### 6.3.3. Células Anômalas para Cobre

Células 46 e 54 - Situam-se a SE da cidade de Monte Alegre de Goiás, no contato dos calcários da Formação Paraopeba com rochas do Grupo Araí e do pré-Cambriano Indiferenciado.

O rio Prata que drena essas células, anômalas de 1ª ordem para Cu, nasce dentro da região onde ocorrem rochas do Grupo Araí e do pré-Cambriano Indiferenciado. Próximo à região existem vários diques básicos que poderiam ter influência nos teores de Cu registrados.

#### 6.3.4. Células Anômalas para Berílio

Células 102, 185, 139, 207, 423, 428, 516 e 525 - Estas células estão distribuídas aleatoriamente em toda a sequência carbonática, não mostrando de uma maneira geral, nenhuma correlação com as células anômalas dos outros elementos.

Segundo GOLDSCHMIDT (1958), o Be nas seqüências sedimentares mostra uma estreita ligação com o Al, estando ligado a sedimentos argilosos, especialmente as bauxitas ricas em Al.

#### 6.3.5. Células Anômalas para Ouro

Célula 15 - Situa-se no canto NE da área, no contato das rochas carbonatadas da Formação Paraopeba com rochas do pré-Cambriano Indiferenciado. Como o córrego Jacurutu, que drena esta célula anômala de 1ª ordem para Au, nasce sobre a cobertura terciária que capeia rochas do pré-Cambriano Indiferenciado, é provável que o Au seja proveniente destas rochas.

Células 33 e 36 - Situadas a SE de Campos Belos, dentro dos calcários pretos da Formação Paraopeba, apresentam valores bastante significativos, com 2 ppm e 7 ppm, respectivamente.

O conteúdo de Au nestas células podem estar relacionados ou ao ambiente redutor caracterizado pelos calcários pretos ou associados a possíveis zonas de sulfetos. A célula 33 registrou-se anômala de 1ª ordem para Pb, nos se

dimentos de corrente.

Células 64 e 99 - Estão localizadas a SW de São Domingos sobre os calcários da Formação Paraopeba, onde os valores encontrados, embora anômalos, estão situados abaixo de 1 ppm. Estes teores devem estar relacionados às mesmas condições que ocorrem nas células 33 e 36.

Células 94, 108 e 138 - Estão situadas ao sul de São Domingos, na borda E da área, no contato das rochas carbonatadas da Formação Paraopeba com rochas do pré-Cambria no Indiferenciado, onde as anomalias refletem os garimpos de Au existentes na região.

A célula 108 mostrou-se, ainda, anômala de 1ª ordem nos concentrados de bateia para Pb.

Célula 140 - Situada a NW da cidade de Posse, sobre os calcários da Formação Paraopeba, onde foram encontradas, também, várias células anômalas de 2ª ordem para Cu nos concentrados de bateia.

O conteúdo de Au pode estar ligado a possíveis ocorrências sulfetadas.

Célula 295 - Esta célula anômala de 1ª ordem para Au, está localizada a NE de Alvorada do Norte, no contato dos calcários da Formação Paraopeba com os arenitos cretácicos da Formação Urucuia. O material foi coletado no córrego Extremo, que possui a maior parte do seu leito sobre os arenitos Urucuia.

Células 279 e 426 - Encontram-se a NW da cidade de Alvorada do Norte, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba. À montante da célula 279, no Rio da Prata, ocor



rem várias células anômalas de 2ª ordem para Zn nos concentrados de bateia, podendo o Au estar relacionado a possíveis ocorrências de sulfetos.

Célula 432 - Situa-se nas proximidades da cidade de Alvorada do Norte, sobre rochas calcárias da Formação Paraopeba. Esta célula registrou-se anômala de 1ª ordem para Pb e Zn nos concentrados de bateia. Como o córrego Canabrava, que drena a mesma, possui em todo o seu leito um "trend" de dispersão anômalo para Pb e Zn, tanto nos concentrados como nos sedimentos de corrente, é possível que o Au esteja relacionado com ocorrência de sulfetos.

Célula 450 - Encontra-se a NW da cidade de Mambai, no contato da Formação Paraopeba com os arenitos cretácicos da Formação Urucuia.

A amostra foi coletada no rio Piracanjuba, que possui toda sua nascente nos arenitos Urucuia, o que faz supor que o teor de 3,5 ppm poderá estar relacionado a esta litologia.

#### 6.3.6. Células Anômalas para Fósforo

Células 513, 515 e 516 - Situadas a SE de São João d'Aliança, estas células estão predominantemente sobre as rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, ocorrendo apenas pequena parte sobre os arenitos da Formação Paranoá.

O P pode ocorrer como resíduos insolúveis de fosfato nos fragmentos de apatita ou como monazitas, xenotímio e outros minerais fosfatados, como também podem estar relacionados aos sedimentos oxidados, nas limonitas e ferro

oolíticos. GOLDSCHMIDT, (op. cit.).

A célula 516 mostrou-se também anômala de 1ª ordem para Be.

#### 6.4. Concentrados de Minerais Pesados em Sequência Clás tica

##### 6.4.1. Células Anômalas para Chumbo

Célula 559 - Está localizada a SW da cidade de Alvorada do Norte, com a maior parte dentro dos arenitos da Formação Três Marias. Além de anômala para Pb nos concen  
trados de bateia, mostrou-se também anômala de 2ª ordem para Be.

Nos sedimentos de corrente ela apresentou-se anômala de 1ª ordem para Zn. Destaca-se nesta célula, o maior valor registrado para Pb, 1500 ppm e o único valor anô  
malo para Ag, 20 ppm.

Em face aos teores encontrados para Pb e Ag, estes pontos merecem melhor atenção para comprovação dos re  
sultados.

##### 6.4.2. Células Anômalas para Zinco

Células 297 e 300 - Estas células anômalas de 1ª ordem estão situadas a NW de Água Fria, no limite W da área, sobre os quartzitos da Formação Paranoá e próximas do contato com a Formação Traíras (Grupo Araí).

A célula 297 mostrou-se anômala de 2ª ordem para Cu e Be nos concentrados e, anômala de 2ª ordem para Zn

nos sedimentos de corrente. Por se tratar de uma região muito dobrada e próxima do contato da Formação Traíras, onde ocorrem níveis andesíticos, os teores encontrados podem refletir uma mistura de litologia.

Célula 330 - Fica a SW de Alto Paraíso, sobre os quartzitos da Formação Paranoá. Devido esta célula estar situada na margem direita do córrego Piçarrão, onde as drenagens possuem uma pequena área de captação, as amostras não são representativas, refletindo apenas a extremidade sul da célula.

Além do Zn mostrou-se anômala de 2ª ordem para Cu e Be nos concentrados de minerais pesados.

Células 334, 340 e 341 - Localizadas a NW de São João d'Aliança, margem esquerda do rio Tocantinzinho, nas proximidades do contato da Formação Traíras com rochas da Formação Paranoá. Este agregado de células apresentou-se anômalo de 2ª ordem para Cu, enquanto que a célula 340, também apresentou-se anômala de 2ª ordem para Be.

Nas imediações deste conjunto existem várias células anômalas de 2ª ordem para Zn e Cu. No caso do Zn, os valores anômalos de 2ª ordem provenientes de análises espectrográfica, não foram confirmados pelas análises por absorção atômica. Isto, acrescido do fato de que este conjunto de células está situado dentro da sequência clástica, conferem a esta área uma importância secundária.

Célula 357 - Situa-se próximo a São João d'Aliança, sobre os quartzitos da Formação Paranoá. Esta célula mostrou-se anômala de 1ª ordem para Be.

O córrego que drena esta célula nasce numa re

gião plana lateritizada. A presença de grande quantidade de hidróxido de ferro inerente a este tipo de solo, pode ser a justificativa para a presença do valor anômalo de 1ª ordem, encontrado para Zn.

#### 6.4.3. Células Anômalas para Cobre

Célula 344 - Encontra-se a NW de São João d'Aliança, dentro dos quartzitos da Formação Paranoá. Esta célula é drenada pelos córregos Retentem e Corrente. Todo o leito do córrego Corrente mostrou um "trend" de dispersão anômalo para Cu nos concentrados de bateia.

A célula 344 mostrou-se anômala de 2ª ordem para Mn nos sedimentos de corrente.

#### 6.4.4. Células Anômalas para Berílio

Células 301, 355, 357, 586, 589, 590, 596, 619, 620, 625 e 631 - Dessas células, as 301, 355 e 357 estão sobre os quartzitos da Formação Paranoá e as outras sobre os arenitos da Formação Três Marias no canto SE da área.

Levando-se em consideração a afinidade que existe entre o Be e o Al e, considerando, sobretudo na Formação Três Marias, os arenitos arcóseos, podemos pensar que tais anomalias estão relacionadas a sedimentos ricos em Al.

#### 6.4.5. Células Anômalas para Fósforo

Células 331, 337, 338 e 339 - Este conjunto de células ao sul de Alto Paraíso, sobre a sequência clástica da Formação Paranoá, apresentaram os maiores teores para P registrado no projeto: valores superiores a 20.000 ppm.

Além de nas imediações deste conjunto existem várias células anômalas de 1ª e 2ª ordem para F nos sedimentos de corrente, a própria célula 337 apresentou uma anomalia de 2ª ordem para este elemento, no mesmo material.

A plantação de eucaliptos existente na região, indica a possibilidade de contaminação para o P. Não deve ser descartada porém, a possibilidade desses valores estarem relacionados a minerais como a fluorapatita, monazita, etc., ou mesmo às limonitas e oólitos de Fe.



## 7. CONCLUSÕES

As observações e os resultados obtidos nos trabalhos executados no Grupo Bambuí em Goiás, levaram às seguintes conclusões:

1. O estudo geoquímico do Grupo Bambuí, em escala regional, conduziu ao selecionamento de áreas menores para pesquisa de semi-detálhe. A natureza da pesquisa em nível regional é insuficiente para indicar diretamente os alvos anômalos provenientes de corpos mineralizados. Entretanto, esta técnica geoquímica de sedimentos de corrente é aplicável como primeira etapa prospectiva em escala regional.

2. A grande planície aluvionar do Paranhã, onde está entalhada a bacia do rio Paranhã com seus principais afluentes, não refletiu, como era de se esperar, dispersões anômalas dos elementos pesquisados. Isto porque, esta região, além de estar totalmente encoberta por sedimentos recentes, apresenta uma baixa densidade de drenagens secundárias.

3. Os resultados alcançados com as medidas de pH, mostraram que, quanto possível, elas devem ser processadas nas águas, uma vez que estas medidas revelam mais facilmente, o ambiente geoquímico. A inexistência de água nas drenagens requer, entretanto, a necessidade de aferição do pH nos sedimentos, para verificação de seu grau de acidez.

4. Neste trabalho utilizou-se os seguintes critérios para a seleção de áreas prospectivas:

- a. Áreas com células anômalas contendo pontos anômalos.
- b. Áreas com células anômalas sem pontos anômalos.
- c. Áreas exclusivamente com pontos anômalos.

5. Como consequência, as áreas, cuja geologia apresente condicionamento favorável e contém células anômalas, com amostras também anômalas, pode-se esperar ser as de maior prospectividade. Porém, a confirmação deste critério, necessita de comprovação, através de trabalhos de maior detalhe.

6. Os valores dos limiares de 1ª e 2ª ordem, não devem ser encarados como limites rígidos para separar as faixas de "background" das zonas anômalas. No Grupo Bambuí, apesar de ter sido consideradas as principais populações litológicas (sequências clástica e carbonática), talvez o mais importante fator para os cálculos dos parâmetros geoquímicos, outros fatores ainda existem que não foram controlados, devido tanto a inexistência de dados, como a própria escala de reconhecimento regional utilizada. Dentre esses fatores podemos citar: os diferentes fácies e sub-fácies constituintes das duas populações consideradas; diluição de teor dos metais provocada pela influência de sedimentos recentes, em alguns setores da bacia hidrográfica; influência de matéria orgânica, etc. A separação dos dois referidos grupos litológicos e a consideração da influência do pH, Fe e Mn, na interpretação, permitiram selecionar áreas mais prospectivas e outras de menores possibilidades.

7. As anomalias para Cu estão mais localizadas no sul da quadrícula de Posse, preferencialmente nos sedimentos clásticos. Entretanto, o valor mais elevado (70 ppm) está na folha de Alto Paraíso, refletindo extenso dique de diabásio, que corta os sedimentos da Formação Paranoá.

Os valores na sequência carbonática do Grupo Bambuí não sugerem boas perspectivas para Cu, no entanto, deixam margem para investigações complementares nas partes clásticas selecionadas.

8. A dispersão anômala do Zn, encontra-se sugestivamente distribuída em uma faixa altamente prospectiva, de direção N-S, na borda E da área. Esta faixa, situada no flanco W da grande paleoelevação granito-gnaisses apresenta mudanças faciológicas com o aparecimento de calcários oolíticos e estruturas estromatolíticas, que testemunham um ambiente marinho de águas rasas e agitadas próximo de antigas linhas de costa. Esses fatores paleogeográficos associados, criam condições propícias à existência de mineralizações sulfetadas de Pb e Zn, do tipo "stratabounds". Ressaltando a importância desta faixa, faz-se necessário destacar que várias jazidas de Pb e Zn, situadas a sudoeste de Missouri "VIBURNUM TREND", mostram uma estreita relação entre a paleogeografia e a evolução tectônica do embasamento indiferenciado KISVARSANYI (1977).

9. A distribuição do Fe na área apresentou uma maior concentração e uma destacada configuração geoquímica, ao norte da quadrícula de São Domingos. Esta dispersão do Fe coincide com o "trend" anômalo do Pb. Verifica-se que a correspondência anômala entre o Pb e Fe, nesta área,

é semelhante, tanto para o tratamento feito por células como por pontos. A forte correlação detectada entre o Pb e o Fe, poderia "a priori" ser explicada como efeito de coprecipitação dos hidróxidos do Fe, provocando um enriquecimento em Pb. O Fe é um elemento que também está associado geneticamente ao Pb, através de paragênese mineralógica, galena e pirita. A dissociação química destes minerais produz as concentrações simultâneas do Fe e Pb, no ambiente secundário. Assim é possível inferir que, as correlações encontradas sejam devidas a supostas ocorrências de Pb.

10. A distribuição do P e F na sequência carbonática mostrou um estrito relacionamento, possivelmente ligado a fluorapatita, que ocorre na composição da maioria dos depósitos fosfáticos.

11. As células anômalas para Mn localizam-se, preferencialmente, no município de São João d'Aliança, a SW de Nova Roma e no extremo S da área.

12. A confrontação dos dados provenientes dos sedimentos de corrente e concentrados de minerais pesados, revelou que existe pouca coincidência entre as célulalas anômalas originárias destes dois materiais. Uma possível explicação para isto, seria a predominância de um tipo de dispersão sobre o outro, nos diversos locais estudados. Uma outra possibilidade, estaria relacionada à própria dispersão clástica dos metais, a qual é bem mais heterogênea que a hidromórfica, produzindo consequentemente, uma reproductividade mais baixa dos dados. Associado a esses dois fatores, ressalta-se o fato de que a área de captação das amostras de concentrados de minerais pesados é muito maior do que as de sedimentos de corrente.

13. As células anômalas para Au localizaram-se predominantemente, na borda E da área, no contato das rochas carbonatadas da Formação Paraopeba, com rochas do Embasamento Indiferenciado e do Grupo Araxá. Esse comportamento já era esperado, levando-se em conta, a existência no município de São Domingos, de vários garimpos abandonados.



## 8. RECOMENDAÇÕES

Em função dos resultados obtidos deve-se efetuar as seguintes recomendações:

1. Para uma conclusão mais definida sobre as anomalias geoquímicas encontradas, é imprescindível a continuidade dos trabalhos a nível de semi-detralhe e detalhe. Estes trabalhos, necessariamente teriam que contar com um forte respaldo geológico, através do mapeamento das estruturas e separação dos fácies e sub-fácies, que forneceria os parâmetros indispensáveis para comprovação das reais fontes causadoras das anomalias.

2. De primordial importância para futuros trabalhos de detalhe e semi-detralhe, destaca-se toda a faixa delimitada por vários conjuntos anômalos, principalmente para Zn, localizada na borda E da área, bem como também as anomalias para Pb, a SE de Campos Belos e SW de Nova Roma.

3. Tendo em vista que as análises para Be não produziram os mesmos resultados alcançados na geoquímica piloto, onde notou-se uma forte coincidência entre as anomalias de Zn e Pb, com valores elevados daquele metal, recomenda-se o abandono de sua utilização nos trabalhos subsequentes.

4. As anomalias de P merecem cuidado especial, levando-se em consideração, a possibilidade de contaminação, através de fertilizantes usados no solo, para a agricultura.

5. Considerando a potencialidade deste Grupo, em manganês, destacam-se como de certa importância para

execução de trabalhos de detalhe, os agregados anômalos a SW de Nova Roma e no Sul da área.

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, F.F.M. - Evolução Tectônica do Centro-Oeste Brasileiro no Proterozóico Superior. Acad. Bras. Ciê., an.40: 285-295, SUPLEM., 1968.
- ALMEIDA, F.F.M. - Origem e Evolução da Plataforma Brasileira Brasil. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., Bol., 241:29, Rio de Janeiro, 1967.
- ANDRADE RAMOS, J.R. - Reconhecimento Geológico no Centro Oriental de Goiás, Brasil, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., Relat. Anual do Diretor, 1958. P. 66-70, Rio de Janeiro, 1959.
- BARBOSA, O. et alii - Projeto Brasília - Goiás: Brasil. Dep. Nac. Prod. Min./PROSPEC S/A. Relat. Inédito, Petrópolis, Jun. 1969 - |il., mapas e fotos|
- BRAUN, O.P.G. - Contribuição à Geomorfologia do Brasil Central. Rev. Bras. Geogr., 32(3): 3-39, 1971.
- BRAUN, O.P.G. - "Contribuição à Estratigrafia do Grupo Bambuí". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22 - Belo Horizonte, MG, 1968. An. São Paulo, Soc. Bras. Geol., P. 155-166 |s.d.|
- CORRENS, C.W. - "The Geochemistry of the Halogens". In Physics and chemistry of the Earth, V. 1, ed. L.H.Ahrens, K. Ranbana, and S.K. Runcorn (1958), 57-72.
- COSTA, L.A.M. et alii - Novos Conceitos sobre o Grupo Bambuí e sua divisão em tectonogrupos. Boletim de Geologia. Inst. Geoc. UFRJ, nº 5: (3-4), 1970.
- DEGENS, E.T. - Geochemistry of Sediments a Briet Survey - N.J. Prentice-Hall, Inc. (1965), 1-342.
- EBENS, R.J. et alii - Relatório Integrado do Curso de Gequímica - Rio de Janeiro, MME/USAID, 1975, 56 p. |il|
- GOLDSCHMIDT, V.W. - Geochemistry - Oxford: Clarendon Press, Inc., 1970.

HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. - Geochemistry in Mineral Exploration - New York, Harper & Row, 1962. 415 p. |il. |

HANDBOOK OF STRATABOUND AND ORE DEPOSITS - V. 7 - K.H. Wolf, 1976 - Cook P.J. (Cap. 11) - SEDIMENTARY PHOSPHATE DEPOSITS.

KEITH et alii - Trace Metals in Stream Sediment of South eastern Pennsylvania - Bulletin of the Earth and Mineral Sciences Experiment Station, 86, 1967.

KING, L.C. - A Geomorfologia do Brasil Oriental, R. Bras. Geogr., 18 (2): 148-265, Abr/jun., 1956.

KRAUSKOPF, K.B. - Introdução à Geoquímica - V. I, São Paulo - Editora Poligono - 1972.

KISVARSANYI, G. - The Role of the Precambrian Igneous Basement in the Formation of the Stratabound Lead-Zinc-Copper Deposits in Southeast Missouri - Economic Geology, 72: 435-442, 1977.

LEPELTIER, C. - A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical representation - Economic Geology, 64: 538-550, 1969.

ROSE, et alii - Trace Metals in Stream Sediment of South eastern Pennsylvania - Bulletin of the Earth and Mineral Sciences Experiment Station - 86, 1971.

SCORZA, E.P. - Perfís Brasília - Veadeiros e Planaltina - Sílica da Abadia. Brasil, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., Relat. Anual do Diretor, 1959 - p. 191-199, Rio de Janeiro, 1960.