MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM - CPRM

# PROJETO JAMANXIM

## RELATÓRIO FINAL

## PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA E ALUVIONAR

## TEXTO

## VOLUME VIII - A

*Gilberto José Machado*

*José Miguel T. G. Galvão*

*Luiz Carlos Buriti Pereira*

PHL 12822

SUREMI
SEDOTE
I96

CPRM

Relatório n.º 620 -5

N.º de Volumes 11 8-A

OSTENSIVO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MANAUS

*1977*

# PROJETO JAMANXIM

| | |
|---|---|
| **Chefe do Projeto** | ***Manoel Roberto Pessoa*** |
| **Equipe Executora** | ***Abdorman Ferreira Santiago***<br>***Arialto Ferreira de Andrade***<br>***Edson Lopes Barreto***<br>***Jailton Oliveira do Nascimento***<br>***Josafá Ribeiro de Oliveira***<br>***Ricardo da Cunha Lopes***<br>***Waldemar Viana Prazeres*** |
| **Participação Parcial** | ***Frederico J. Campelo de Souza***<br>***Gilberto Antonio Bizinella***<br>***Gilberto José Machado***<br>***Humberto Terrazas Sallas***<br>***João Orestes S. Santos***<br>***José Miguel T. G. Galvão***<br>***José Pessoa Veiga Junior***<br>***José Roberto M. Carmona***<br>***Luiz Carlos Buriti Pereira***<br>***Marcos Massoli***<br>***Maria Luiza O. Moreira***<br>***Miguel Martins de Souza***<br>***Nelson de Almeida Fernandes***<br>***Raimundo Geraldo N. Maia*** |
| **Colaboração Especial** | ***Carlos Alberto C. Lins***<br>***Gilberto Emílio Ramgrab***<br>***João Orestes S. Santos***<br>***José Farias de Oliveira*** |

CPRM

## APRESENTAÇÃO

A parte que se refere à prospecção geoquímica e aluvionar do Relatório Final do Projeto Jamanxim é apresentada em dois volumes: VIII-A e VIII-B.

O volume-texto (VIII-A) contém a descrição da metodologia aplicada, os resultados da interpretação de distribuição de elementos-traço e minerais pesados relacionados às principais feições geológicas da área, bem como mapas de distribuição de elementos e minerais e mapas integrados de anomalias.

O volume VIII-B comporta uma listagem dos resultados analíticos e dos parâmetros de campo das amostras geoquímicas.

Como resultado dos trabalhos são recomendadas, em seis áreas selecionadas, pesquisas de maior detalhe visando especialmente ouro e estanho.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

# S U M Á R I O


1 - INTRODUÇÃO ..... 1

1.1 - Histórico ..... 1

1.2 - Objetivos do Trabalho ..... 3

1.3 - Localização e Acesso ..... 4

1.4 - Trabalhos Anteriores ..... 6

2 - FISIOGRAFIA ..... 8

2.1 - Clima, Vegetação e Hidrografia ..... 8

2.2 - Geomorfologia ..... 9

3 - GEOLOGIA ..... 13

3.1 - Generalidades ..... 13

3.2 - Grupo Cuiú-Cuiú ..... 13

3.3 - Granodiorito Jamanxim ..... 13

3.4 - Granito Mangabal ..... 15

3.5 - Quartzo-Monzonito Santa Helena ..... 16

3.6 - Gabro Ingarana ..... 16

3.7 - Grupo Uatumã ..... 17

3.7.1 - Generalidades ..... 17

3.7.2 - Sub-Grupo Iriri ..... 18

3.7.3 - Sub-Grupo Carapuça ..... 18

3.7.3.1 - Formação Maloquinha ..... 19

3.7.3.2 - Intrusivas Intermediárias ..... 19

3.8 - Formação Gorotire ..... 20

3.9 - Formação Cubencranquém ..... 21

3.10 - "Sill" Crepori ..... 21

3.11 - Troctolito Cachoeira Seca ..... 22

4 - METODOLOGIA DE TRABALHO ..... 23

4.1 - Preparação de Amostras e Técnicas Analíticas .... 23

4.2 - Técnicas de Amostragem ..... 23

5 - AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS ..... 25

5.1 - Critérios de Interpretação ..... 25
5.2 - Apresentação Gráfica ..... 28
5.2.1 - Histogramas ..... 28
5.2.2 - Mapas ..... 28
5.2.3 - Tabelas ..... 29

6 - SUMÁRIO DA DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS E ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS ..... 30

6.1 - Generalidades ..... 30
6.2 - Associações Geoquímicas ..... 33
6.2.1 - Considerações Preliminares ..... 33
6.2.2 - Grupo Cuiú-Cuiú ..... 34
6.2.3 - Granodiorito Jamanxim ..... 35
6.2.4 - Granito Mangabal ..... 37
6.2.5 - Quartzo-Monzonito Santa Helena ..... 37
6.2.6 - Sub-Grupo Iriri Total ..... 39
6.2.6.1 - Generalidades ..... 39
6.2.6.2 - Formação Aruri ..... 41
6.2.6.3 - Formação Salustiano ..... 41
6.2.7 - Sub-Grupo Carapuça Total ..... 42
6.2.7.1 - Generalidades ..... 42
6.2.7.2 - Formação Maloquinha ..... 42
6.2.8 - Formação Gorotire e Formação Cubencranquém 42

7 - DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS E MINERAIS PESADOS 46

7.1 - Generalidades ..... 46
7.2 - Cobre ..... 46
7.3 - Chumbo ..... 47
7.4 - Zinco-Gahnita ..... 55

7.5 - Cromó-Cromita ..... 60
7.6 - Ferro-Manganês ..... 66
7.7 - Bário ..... 75
7.8 - Níquel ..... 81
7.9 - Ouro-Arsênio-Pirita ..... 86
7.10 - Estanho-Cassiterita ..... 93
7.11 - Topázio-Turmalina ..... 99
7.12 - Berílio ..... 101
7.13 - Nióbio-Tantalita-Columbita ..... 105
7.14 - Molibdênio-Tungstênio ..... 111
7.15 - Antimônio-Prata-Bismuto ..... 112

8 - COMPARTIMENTOS GEOQUÍMICO/MINERALÓGICOS ..... 115

8.1 - Generalidades ..... 115
8.2 - Compartimentos Auríferos ..... 115
8.2.1 - Compartimento Aurífero I ..... 117
8.2.2 - Compartimento Aurífero II ..... 119
8.2.3 - Compartimento Aurífero III ..... 120
8.2.4 - Outras Ocorrências ..... 121
8.3 - Compartimentos Estaníferos ..... 123
8.3.1 - Generalidades ..... 123
8.3.2 - Compartimento Estanífero I ..... 124
8.3.3 - Compartimento Estanífero II ..... 127
8.3.4 - Compartimento Estanífero III ..... 128
8.3.5 - Outras Ocorrências ..... 129

9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ..... 132

9.1 - Conclusões ..... 132
9.2 - Recomendações ..... 136

10 - BIBLIOGRAFIA ..... 143



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

CPRM

## RELAÇÃO DE ANEXOS

Anexo I - Mapa Integrado de Anomalias para Estanho e Associados

Anexo II - Mapa Integrado de Anomalias para Ouro e Associados

Anexo III - Mapa de Distribuição Geoquímica de Ouro e Arsênio em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia

Anexo IV - Mapa de Distribuição Geoquímica de Estanho e Nióbio em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia

Anexo V - Mapa de Distribuição Geoquímica de Cobre, Chumbo e Zinco em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia

Anexo VI - Mapa de Distribuição Geoquímica de Cromo, Níquel e Cobalto em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia

Anexo VII - Mapa de Distribuição Geoquímica de Bário, Berílio e Boro em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia

Anexo VIII - Mapa de Distribuição Geoquímica de Ferro e Manganês em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia

Anexo IX - Mapa de Distribuição de Minerais Pesados Integrado com a Geologia

CPRM

## RELAÇÃO DAS FIGURAS INTERCALADAS NO TEXTO


Figura 1 - Projeto Jamanxim - Mapa de Localização ..... 5

Figura 2 - Coluna Estratigráfica ..... 14

Figura 3 - Gráfico de Correlações (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) ..... 36

Figura 4 - Gráfico de Correlações (Granito Mangabal e Quartzo-Monzonito Santa Helena) ..... 38

Figura 5 - Gráfico de Correlações (Sub-Grupo Iriri Total, Formação Aruri e Formação Salustiano) .. 40

Figura 6 - Gráfico de Correlações (Sub-Grupo Carapuça Total e Formação Maloquinha Alaskito) ..... 43

Figura 7 - Gráfico de Correlações (Formação Gorotire e Formação Cubencranquém) ..... 45

Figura 8A - Histogramas de Frequência - Cobre (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) 48

Figura 8B - Histogramas de Frequência - Cobre (Quartzo Monzonito Santa Helena, Sub-Grupo Iriri Total e Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano) ..... 49

Figura 8C - Histogramas de Frequência - Cobre (Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça - Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 50

Figura 9A - Histogramas de Frequência - Chumbo (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) 52

Figura 9B - Histogramas de Frequência - Chumbo (Sub-Grupo Iriri Total, Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri e Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano) ..... 53

Figura 9C - Histogramas de Frequência - Chumbo (Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça - Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 54




Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Figura 10A - Histogramas de Frequência - Zinco (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) 56
Figura 10B - Histogramas de Frequência - Zinco (Granito Mangabal, Quartzo-Monzonito Santa Helena e Sub-Grupo Iriri Total) ..... 57
Figura 10C - Histogramas de Frequência - Zinco (Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri, Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano e Sub-Grupo Carapuça Total) ..... 58
Figura 10D - Histogramas de Frequência - Zinco (Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha-Alaskito, Formação Gorotire e Formação Cubencranquém) ..... 59
Figura 11A - Histogramas de Frequência - Cromo (Área Total e Grupo Cuiú-Cuiú) ..... 62
Figura 11B - Histogramas de Frequência - Cromo (Granodiorito Jamanxim, Granito Mangabal e Sub-Grupo Iriri Total) ..... 63
Figura 11C - Histogramas de Frequência - Cromo (Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri, Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano e Sub-Grupo Carapuça Total) ..... 64
Figura 11D - Histogramas de Frequência - Cromo (Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha-Alaskito, Formação Gorotire e Formação Cubencranquém) ..... 65
Figura 12A - Histogramas de Frequência - Ferro (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú, Granodiorito Jamanxim e Granito Mangabal) ..... 68
Figura 12B - Histogramas de Frequência - Ferro (Quartzo-Monzonito Santa Helena, Sub-Grupo Iriri Total e Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri) ..... 69
Figura 12C - Histogramas de Frequência - Ferro (Sub-Grupo Carapuça Total, Sub-Grupo Carapuça - Formação Maloquinha-Alaskito e Formação Gorotire) .... 70



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Figura 12D - Histogramas de Frequência - Manganês (Área Total e Grupo Cuiú-Cuiú) ..... 71
Figura 12E - Histogramas de Frequência - Manganês (Granodiorito Jamanxim e Quartzo-Monzonito Santa Helena) ..... 72
Figura 12F - Histogramas de Frequência - Manganês (Sub-Grupo Iriri Total e Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri) ..... 73
Figura 12G - Histogramas de Frequência - Manganês (Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça - Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 74
Figura 13A - Histogramas de Frequência - Bário (Área Total e Grupo Cuiú-Cuiú) ..... 76
Figura 13B - Histogramas de Frequência - Bário (Granodiorito Jamanxim e Granito Mangabal) ..... 77
Figura 13C - Histogramas de Frequência - Bário (Sub-Grupo Iriri Total e Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri) 78
Figura 13D - Histogramas de Frequência - Bário (Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano) ..... 79
Figura 13E - Histogramas de Frequência - Bário (Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça - Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 80
Figura 14A - Histogramas de Frequência - Níquel (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) 82
Figura 14B - Histogramas de Frequência - Níquel (Quartzo-Monzonito Santa Helena, Sub-Grupo Iriri Total e Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri) ..... 83
Figura 14C - Histogramas de Frequência - Níquel (Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano, Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 84



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

Figura 14D - Histogramas de Frequência - Níquel (Formação Gorotire e Formação Cubencranquém) ..... 85
Figura 15A - Histogramas de Frequência - Ouro (Área Total e Grupo Cuiú-Cuiú) ..... 89
Figura 15B - Histogramas de Frequência - Ouro (Granodiorito Jamanxim, Quartzo-Monzonito Santa Helena e Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri) ..... 90
Figura 15C - Histogramas de Frequência - Ouro (Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano, Sub-Grupo Carapuça -Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 91
Figura 16A - Histogramas de Frequência - Estanho (Área total, Granodiorito Jamanxim e Sub-Grupo Iriri Total) ..... 96
Figura 16B - Histogramas de Frequência - Estanho (Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça -Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 97
Figura 17A - Histogramas de Frequência - Berílio (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) 102
Figura 17B - Histogramas de Frequência - Berílio (Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano, Sub-Grupo Carapuça Total e Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha-Alaskito) ..... 103
Figura 17C - Histogramas de Frequência - Berílio (Quartzo-Monzonito Santa Helena, Sub-Grupo Iriri Total e Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri) ..... 104
Figura 18A - Histogramas de Frequência - Nióbio (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim) 106
Figura 18B - Histogramas de Frequência - Nióbio (Granito Mangabal, Quartzo-Monzonito Santa Helena e Sub-Grupo Iriri Total) ..... 107



Mod. 002
NE 7530.0210.0343

Figura 18C - Histogramas de Frequência - Nióbio (Sub-Grupo Iriri-Formação Aruri, Sub-Grupo Iriri-Formação Salustiano e Sub-Grupo Carapuça Total) 108

Figura 18D - Histogramas de Frequência - Nióbio (Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha-Alaskito e Formação Cubencranquém) ..... 109



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## RELAÇÃO DAS TABELAS INTERCALADAS NO TEXTO


Tabela 1 - Análise de Variância - Sedimentos de Corrente 27

Tabela 2 - Sumário dos Estimadores - Sedimentos de Corrente (Área Total, Grupo Cuiú-Cuiú, Granodiorito Jamanxim, Granito Mangabal, Quartzo- Monzonito Santa Helena e Sub-Grupo Iriri Total) ..... 31

Tabela 3 - Sumário dos Estimadores - Sedimentos de Corrente (Formação Aruri, Formação Salustiano, Sub-Grupo Carapuça Total, Formação Maloquinha-Alaskito, Formação Gorotire e Formação Cubencranquém) ..... 32




Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

## RELAÇÃO DE SIGLAS

| | |
|---|---|
| BR | - BRASIL RODOVIÁRIO |
| CPRM | - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS |
| DEGEO | - DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA |
| DEPRO | - DEPARTAMENTO DE PROSPECÇÃO |
| DIGEOQ | - DIVISÃO DE GEOQUÍMICA |
| DNPM | - DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL |
| FAG | - FUNDAÇÃO DE ASSISTÊNCIA AOS GARIMPEIROS |
| GEOMITEC | - GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRABALHOS TÉCNICOS LTDA |
| LAMIN | - LABORATÓRIO CENTRAL DE ANÁLISES MINERAIS |
| MIBK | - METIL-ISOBUTIL-CETONA |
| PPM | - PARTE POR MILHÃO |
| PROSPEC | - LEVANTAMENTOS, PROSPECÇÃO AEROFOTOGRAMETRIA LTDA |
| RADAM | - RADAR NA AMAZÔNIA |
| SUREG/MA | - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MANAUS |

CPRM

## SIGLAS DA EQUIPE TÉCNICA

| | | |
|---|---|---|
| AA | – | ARIALTO FERREIRA DE ANDRADE |
| AS | – | ABDORMAN FERREIRA SANTIAGO |
| EB | – | EDSON LOPES BARRETO |
| GB | – | GILBERTO ANTÔNIO BIZINELLA |
| JN | – | JAILTON OLIVEIRA DO NASCIMENTO |
| JV | – | JOSÉ PESSOA VEIGA JÚNIOR |
| MP | – | MANOEL ROBERTO PESSOA |
| RL | – | RICARDO DA CUNHA LOPES |
| RO | – | JOSAFÁ RIBEIRO DE OLIVEIRA |
| WP | – | WALDEMAR VIANA PRAZERES |

## RESUMO

O Projeto Jamanxim executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais para o Departamento Nacional da Produção Mineral teve por escopo o mapeamento geológico e o levantamento geoquímico/aluvionar na escala 1:100.000 numa área de 18.480 $km^2$.

A interpretação de histogramas de frequência, gráficos de probabilidade, matriz de correlação, mapas de situação de amostras, análise de variância e outros tratamentos estatísticos de dados, possibilitou a avaliação do comportamento geoquímico dos elementos analisados nas diversas populações-alvo consideradas.

Com base nas análises multielementares em sedimentos de corrente e análises mineralógicas e absorção atômica para ouro em concentrados de bateia, foram delimitados seis compartimentos geoquímico-mineralógicos, onde são recomendadas pesquisas adicionais, visando, especialmente, ouro e estanho.

A individualização dos comportamentos estaníferos baseou-se na presença de cassiterita e seus principais minerais satélites tais como, topázio e columbita-tantalita, além dos valores anômalos de estanho e de sua associação paragenética Nb-Be-Y-B.

Na área são apontados três compartimentos estaníferos de importância. O primeiro deles situa-se nas bacias dos rios Aruri/Branco (compreendendo os "Granitos Porquinho e Telefone"); o segundo envolve tributários do rio Tocantins e Jamanxim que drenam corpos de granitos intrusivos; e o terceiro comporta a bacia do igarapé Botica, que compreende, entre outras litologias, granitos alaskíticos da Formação Maloquinha.

Já os compartimentos auríferos foram definidos

através de análise por absorção atômica para Au e análise mineralógica de pirita e ouro em concentrados de bateia como também resultados de As por colorimetria em sedimentos de corrente. Três também foram os compartimentos auríferos definidos sendo o principal relacionado fundamentalmente às rochas arqueanas do Grupo Cuiú-Cuiú.

Três amostras de sedimentos de corrente revelaram teores anômalos de W (50, 100 e 200 ppm), indicando uma área para estudos de verificação.

CPRM

## ABSTRACT

The Projeto Jamanxim carried out by Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais for the Departamento Nacional da Produção Mineral deals with a geological/geochemical/alluvial survey at 1:100.000 scale covering an area of about 18.500 $km^2$.

Interpretation of frequency histograms, probability graphs, correlation matrix, variance analysis and other statistical data treatment allowed the evaluation of the behavior of the considered elements in the major geological units in the region.

Based on the mineralogical and geochemical association six areas for tin and gold were selected and recommended for additional detailed geochemical and geological studies.

Three areas for tin are sugested. The first one is located in the Aruri and Branco basin rivers which contain Porquinho and Telefone granits. The second involves tributaries of Tocantins and Jamanxim rivers which drain intrusive granitic bodies; the third lies in the basin of Botica igarapé which crosses, among other lithologies, alaskitic granits of Maloquinha Formation.

Three areas are recommended for search of gold, the most prospective one being related to Archean rocks of Cuiú-Cuiú Group.

Three anomalous values for W (50, 100 e 200 ppm) obtained in stream sediment samples indicated an area to be checked for this element.

# 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 - Histórico

Por se tratar de uma região de grande importância do ponto de vista geológico e geoeconômico, apresentando condicionamentos altamente propícios à descoberta de jazimentos minerais, particularmente reforçados pelas numerosas ocorrências de estanho, aí compreendidas, e, ainda, por apresentarem os mais importantes depósitos auríferos aluvionares do Brasil, motivou o Departamento Nacional da Produção Mineral a solicitar um estudo geológico numa área compreendida por parte das bacias dos rios Tapajós e Jamanxim, dando origem ao presente mapeamento básico, denominado Projeto Jamanxim.

O referido Projeto constou também de um reconhecimento geoquímico e de minerais pesados, com o intuito de ob ter conhecimento em escala de semidetalhe (1:100.000), sendo tais estudos executados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, por intermédio da Superintendência Regional de Manaus. O seu início operacional foi originalmente estabelecido para julho de 1974 e seu término previsto para 31 de janeiro de 1977.

Este relatório refere-se especificamente aos resultados obtidos a partir do reconhecimento geoquímico e de minerais pesados.

Os trabalhos de campo ficaram sob a responsabilidade de uma equipe da CPRM - Superintendência Regional de Manaus, contando com os geólogos MANOEL ROBERTO PESSOA, ARIALTO FERREIRA DE ANDRADE, ABDORMAN FERREIRA SANTIAGO, JAILTON OLIVEIRA DO NASCIMENTO, JOSAFÁ RIBEIRO DE OLIVEIRA, RICARDO DA CUNHA LOPES e WALDEMAR VIANA PRAZERES e com a participação par

cial dos geólogos EDSON LOPES BARRETO, MIGUEL MARTINS DE SOUZA, JOSÉ PESSOA VEIGA JÚNIOR, MARCOS MASSOLI, GILBERTO ANTONIO BIZINELLA, JOSÉ ROBERTO MENEZES CARMONA e RAIMUNDO GERALDO NOBRE MAIA.

A coordenação do reconhecimento geoquímico em Manaus, esteve a cargo dos geólogos FREDERICO JOSÉ CAMPELO DE SOUZA e JOSÉ ROBERTO MENEZES CARMONA. A supervisão coube ao geoquímico MÁRIO MITIO SUGAHARA (DEPRO/DIGEOQ).

A responsabilidade pela elaboração deste volume coube aos geólogos da DIGEOQ: LUIZ CARLOS BURITI PEREIRA, GILBERTO JOSÉ MACHADO e JOSÉ MIGUEL DA TRINDADE GOMES GALVÃO, tendo ainda a colaboração dos geoquímicos DORIVAL CORREIA BRUNI, GUSTAVO NORONHA DINIZ GONÇALVES e CARLOS ALBERTO LINS.

As análises realizadas no LAMIN (CPRM-RIO) ficaram assim distribuídas segundo seções e equipes de analistas:

Espectrografia Semiquantitativa por Emissão

GLÓRIA BERENICE C. T. C. BRAZÃO DA SILVA

MARIA AUXILIADORA BELO

Análises para flúor

DORA CASTRO GIASSON

CECÍLE STARK MAYER

Mineralogia Qualitativa

FLÁVIO WOLFF

LIGIA CAMARGO

MALVINA POMERANCBLUM

EXPEDITA GONÇALVES TORRES

Colorimetria e Absorção Atômica

CÉLIA MARIA TINOCO ARIDE

IVONETE PEDROSO ARRAES

MIRIAM MARIA VIANA PEREIRA

GERDA PIERRE MARQUES DE GOUVEIA

Na SUREG/MA, o Projeto contou com a supervisão dos geólogos JOSÉ ORESTES SANTOS, JOSÉ FARIAS DE OLIVEIRA e GILBERTO EMÍLIO RAMGRAB.

A coordenação geral do Projeto esteve sob orientação do geólogo EMILIANO CORNÉLIO DE SOUZA, do DEGEO.

## 1.2 - Objetivos do Trabalho

O levantamento geoquímico visou primordialmente avaliar o comportamento geoquímico pertinente aos diferentes controles litológicos na área do Projeto, a partir basicamente da prospecção por sedimentos de corrente e minerais pesados.

Geoquimicamente, portanto, o Projeto Jamanxim objetivou o seguinte:

- Estudo da repartição geoquímica dos elementos em sedimentos de corrente.

- Estudo da repartição areal dos minerais pesados a partir de concentrados de bateia em aluviões.

- Delimitação de áreas potencialmente favoráveis para trabalhos subsequentes em grau de maior detalhamento, principalmente para ouro e estanho.

- Determinação ou indicação dos prováveis bens minerais existentes na região.

A partir dos diversos resultados obtidos, verificou-se que os objetivos pretendidos, no plano geoquímico, foram satisfatoriamente alcançados, merecendo ser observado que, em função da referida exploração regional, dentre as áreas apontadas para prospecção estanífera, uma delas já foi aprovada e consta na programação do DNPM para o ano de 1977, quando

deverão ser comportados estudos mais detalhados objetivando uma avaliação mais objetiva da sua potencialidade prospectiva.

## 1.3 - Localização e Acesso

A área do Projeto Jamanxim situa-se a sudoeste do Estado do Pará, no município de Itaituba (fig. 1), abrangendo uma superfície de 18.484 km$^2$, limitada pelas seguintes coordenadas geográficas:

$5^{o}00'00''$ - $6^{o}00'00''$ de latitude S

$55^{o}30'00''$ - $57^{o}00'00''$ de longitude W de Gr.

Esta área corresponde à folha SB.21-X-C, na escala 1:250.000, do Corte Cartográfico Internacional, e subdivide-se em seis folhas na escala 1:100.000, conforme distribuição abaixo:

1. SB.21-X-C-I
2. SB.21-X-C-II
3. SB.21-X-C-III
4. SB.21-X-C-IV
5. SB.21-X-C-V
6. SB.21-X-C-VI

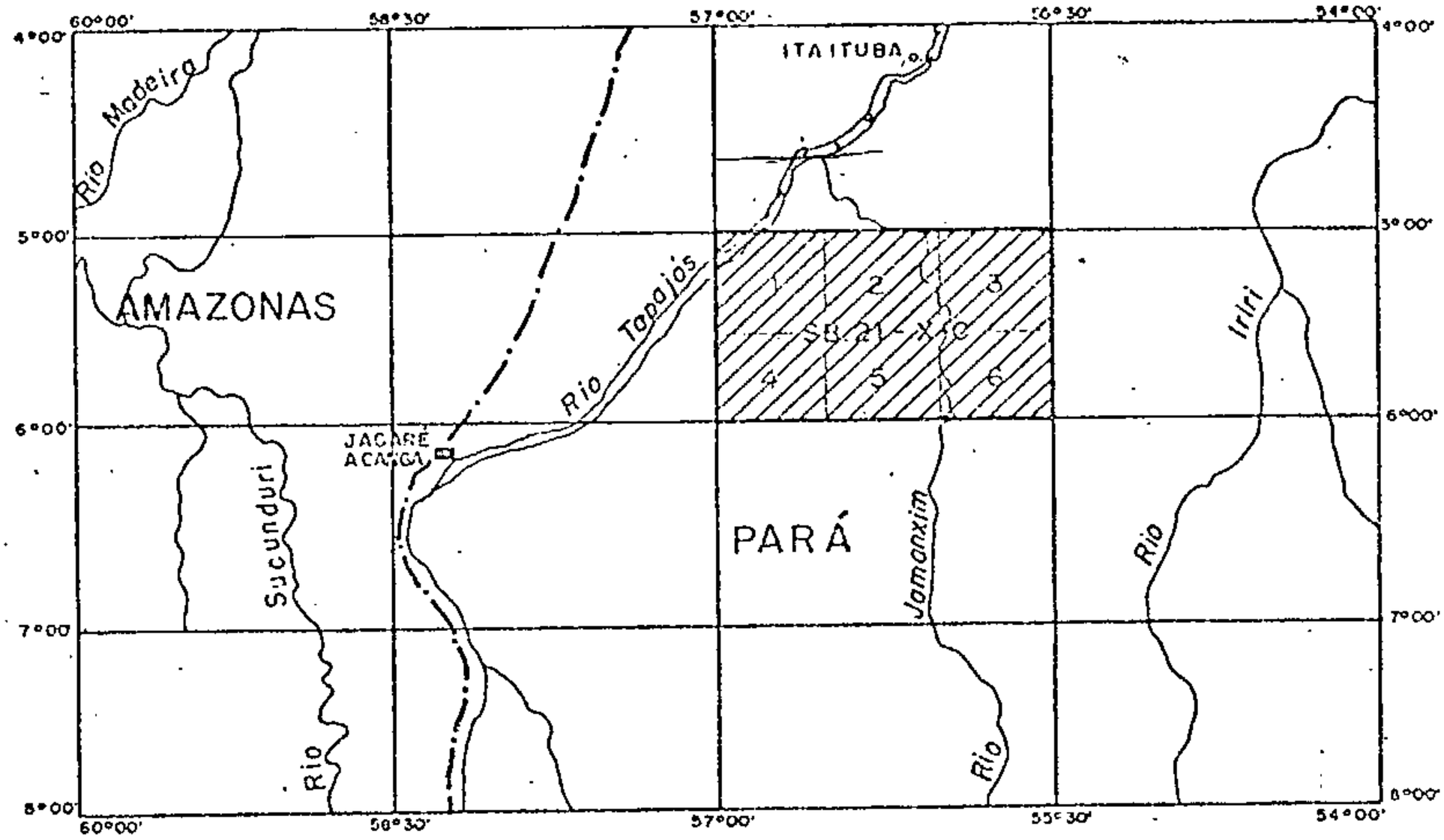
Parte das bacias hidrográficas dos rios Tapajós e Jamanxim é englobada pela área selecionada. A primeira, localizada a oeste, tem como afluentes o rio Rato e os igarapés Bom Jardim, Botica, Farmácia, Jutaí, Jutaizinho e parte do rio Crepori, com seu afluente igarapé Cuiú-Cuiú. A segunda, situada a leste, é constituída pelas bacias do baixo rio Jamanxim, destacando-se os rios Branco, Tocantins, Aruri, Carapuça, Negro, Jamanxinzinho e alguns igarapés de 3ª ordem.

O acesso à área de trabalho é feito com a integração dos meios de transportes - rodoviário, fluvial e aéreo. A rodovia Transamazônica (BR-230) corta o setor noroeste da folha, enquanto a porção oriental é servida pela rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163). A navegação através do rio Jamanxim e al

CPRM

# PROJETO JAMANXIM

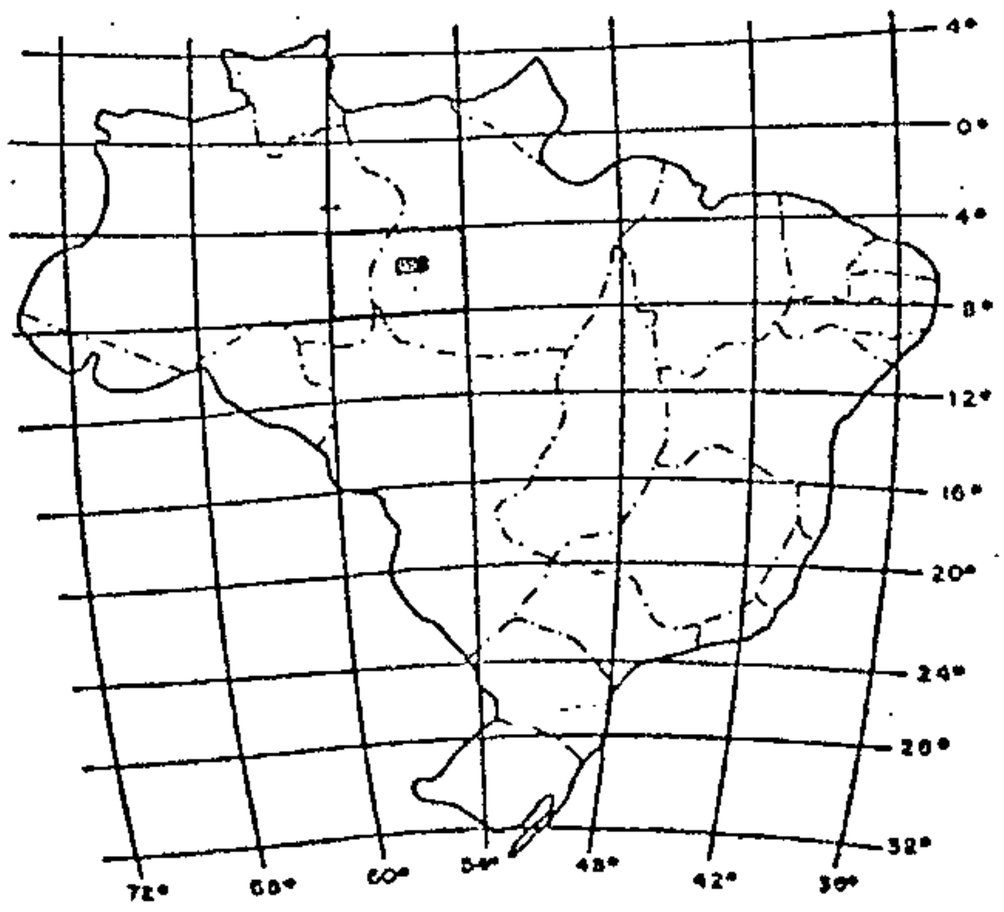
## MAPA DE LOCALIZAÇÃO




Escala: 1:5.000.000

0 50 100 150 200 Km

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PROJETO




ESCALA APROX. 1:65.450.000

FOLHAS 1:100.000

1. FOLHA SB. 21 - X - C - I
2. FOLHA SB. 21 - X - C - II
3. FOLHA SB. 21 - X - C - III
4. FOLHA SB. 21 - X - C - IV
5. FOLHA SB. 21 - X - C - V
6. FOLHA SB. 21 - X - C - VI

ÁREA DO PROJETO

FIGURA 1

guns de seus afluentes é viável durante grande parte do ano, enquanto que o rio Tocantins somente é amplamente navegável na época de cheias. Vários campos de pouso distribuem-se ao longo da área, permitindo o pouso de aeronaves de pequeno a médio porte.

## 1.4 - Trabalhos Anteriores

Os primeiros trabalhos realizados na área do Projeto Jamanxim não tiveram o intuito de desenvolver um mapeamento geológico sistemático. O objetivo principal era a efetivação do reconhecimento geológico ao longo do rio Tapajós e seus afluentes, visando uma melhor caracterização dos possíveis recursos geoeconômicos da região.

Após a descoberta do ouro e cassiterita, nos aluviões dos rios Crepori, Jamanxim e igarapé Cuiú-Cuiú, entre 1958-1963, o interesse pela região foi ativado com a realização de vários trabalhos de caráter sistemático.

O DNPM, em 1964/65, desenvolveu um programa de investigação geoeconômica na região do médio Tapajós. A área coberta foi de cerca de 115.000 $km^2$ e os trabalhos executados pela PROSPEC.

Em 1969/70, a SUDAM, através da GEOMITEC S/A, iniciou o primeiro programa de mapeamento sistemático na bacia do rio Jamanxim, executando o mapeamento geológico na escala 1:100.000 simultâneo com a prospecção geoquímica para cobre, chumbo, zinco, complementada com análise mineralométrica para pirita, através de amostras de solo. A partir dos resultados obtidos neste trabalho inicial, foram selecionadas áreas menores para o mapeamento e prospecção geoquímica em escalas de semidetalhe (1:50.000/1:25.000).

Trabalhos recentes referem-se ao Projeto RADAM, com o mapeamento executado em escala ao milionésimo, balizado por técnicas de sensoriamento remoto.

Pesquisa a nível de detalhe foi realizada ao sul da área do Projeto, através do convênio DNPM/FAG, com a cubagem de vários depósitos aluvionares de ouro.

## 2 - FISIOGRAFIA

### 2.1 - Clima, Vegetação e Hidrografia

O clima da região é considerado como do grupo A, tipo Am, segundo a classificação de Köppen (1948). A partir dos dados obtidos nos diversos pontos meteorológicos existentes na área do Projeto, foi possível definir o clima como sendo do tipo Am, intermediário de Af e Aw (característico da região de Roraima e da serra do Cachimbo).

As temperaturas médias anuais são elevadas, com pequenas variações no decorrer do ano. Estas variações médias anuais são de 24°C a 26°C, com a temperatura máxima atingindo 37°C em setembro-outubro.

A vegetação é típica de floresta equatorial com uma grande e exuberante variedade de espécies vegetais, agrupadas em duas classes de formação distinta: mata de terra firme e mata de várzea.

A bacia hidrográfica do rio Jamanxim é a principal rede de drenagem na área do Projeto. Os seus afluentes e subafluentes mais expressivos são: Tocantins, Jamanxinzinho, Aruri, Maene Farias e Urubuquara. No médio curso do rio Tapajós, situam-se os igarapés Farmácia, Jutaí, Bom Jardim e Cuiú-Cuiú e os rios Crepori e Rato. Do ponto de vista geoeconômico, as microdrenagens deste médio curso são as que apresentam maior importância, pois além de possuirem aluviões ricos em ouro e cassiterita, constituem as principais vias de escoamento do minério na região.

A bacia hidrográfica do rio Tapajós, na área em questão, destaca-se a noroeste da folha C-1. Em vários dos seus afluentes, o reflexo do controle estrutural é visível,

com a orientação geral de seus cursos coincidindo com as principais linhas tectônicas regionais.

## 2.2 - Geomorfologia

Os trabalhos anteriores realizados na área do Projeto, no tocante à caracterização de fenômenos morfogênicos e fisiogênicos, carecem de parâmetros morfogenéticos numéricos e de conceituação de aplicabilidade geoeconômica dos aspectos observados.

Constata-se que na observância destes autores, a interdependência entre litologia e morfologia é sempre uma constante. No entanto, a partir dos resultados obtidos durante a efetivação deste Projeto, verifica-se que existe uma relação clima-litologia e relevo, onde as diferenças locais de litologia não constituem um fator de relevância na morfogênese da área.

As unidades morfológicas aqui individualizadas, são as seguintes:

a) Planície Cenozóica; b) Peneplanície São João da Barra; c) Peneplanície Jatobá; d) Maciços Montanhosos; e) Patamar Aruri; f) "Monadnocks" - Carapuça; g) Platô Laterítico Cachoeira Seca; h) Topos Lateríticos; i) Platô Sedimentar Cubencranquém.

As principais características destas unidades morfológicas são as seguintes:

Planície Cenozóica - A superfície é caracteristicamente plana e uniforme. A sua continuidade espacial é limitada pelo sopé das encostas laterais. Internamente a calha fluvial é o mais significativo acidente de relevo.

Peneplano São João da Barra - Apresenta um rele

vo notadamente plano, monótono, onde a drenagem é o único elemento que interrompe este quadro. Esta unidade geomorfológica constitui uma superfície maturamente dissecada, estando quase sempre associada a rochas vulcânicas.

Peneplanície Jatobá - Esta unidade está correlacionada às rochas de composição heterogênea (granodiorito, metamorfitos, piroclásticos). O relevo varia de fortemente ondulado a ondulado, com a presença de espessos mantos residuais. Localmente, o arrasamento é tão pronunciado, que as intrusões de granitos juvenis não parecem ter refletido, no relevo e na drenagem, sua natureza intrusiva.

Maciços Montanhosos - A característica primordial desta unidade é a presença de inúmeros morros abaulados e sensivelmente alinhados, constituindo um relevo topográfico acidentado, com desníveis fortemente acentuados. Este relevo montanhoso é expresso, quase que exclusivamente, por rochas das unidades Quartzo-Monzonito Santa Helena e Formação Maloquinha.

Patamar Aruri - Este patamar, tem cotas intermediárias e é grosseiramente paralelo ao curso do rio Jamanxim. Do ponto de vista geomorfológico, constitui um elemento articular entre os dois níveis regionais de erosão, planalto e peneplanície. O relevo apresenta morros alongados, ligeiramente abaulados, algumas vezes relacionados a corpos intrusivos, geralmente mineralizados em cassiterita.

"Monadnocks" Carapuça - Na região leste da área do Projeto é onde se desenvolve mais acentuadamente esta unidade. Pequenas e diversas elevações isoladas destacam-se na paisagem peneplanizada, constituindo "monadnocks" de natureza piroclástica, granofírica e riolítica.

Platô Laterítico Cachoeira Seca - Situa-se na região do médio curso do rio Tocantins, a montante da desembocadu

ra do igarapé Cachoeira Seca, destacando-se como uma massa ro chosa, irregularmente alongada na direção oeste. A superfície é plana (tabular), topograficamente elevada, constituindo a super fície de aplainamento mais elevada da área (altitude em torno de 400 metros).

Topos Laterizados - Constituem níveis de lateri tas que formam uma crosta de resistência à erosão e conferem ao maciço uma superfície aplanada.

Platô Sedimentar Cubencranquém - Apresenta-se co mo uma superfície tabular subhorizontal e de bordos limitados por patamares ravinados. Esta feição está associada à formação geológica homônima e constitui o interflúvio dos rios Branco e Aruri.

Com base no estudo das diversas feições geomorfo lógicas individualizadas na área do Projeto foram relacionadas as seguintes observações:

a) Durante as glaciações pleistocênicas na Amazô nia com o rebaixamento do nível do mar e o consequente aumento do gradiente das bacias fluviais, deu-se o incremento da ação erosiva, que associada com a pronunciada dissecação, produziu um intenso retrabalhamento das fontes primárias de mineraliza ção pelos agentes morfogênicos. Um suporte a este modelo é o fa to dos jazimentos atuais estarem em níveis inferiores às planí cies cenozóicas e sempre associados a depósitos cuja granulome tria a drenagem moderna não teria capacidade de transportar.

b) A planície aluvionar da região do garimpo Cuiú -Cuiú sugere um soerguimento local, devido ao fato de que nas condições atuais um assoreamento aluvionar de tão grande ampli tude, é considerado desfavorável, principalmente se se levar em conta sua forma bastante arredondada em relação às outras fai xas aluvionares, fazendo supor uma larga planície de inundação

na paleogeografia pleistocênica.

c) Os rios Rato e Tocantins, anteriormente deveriam formar uma única bacia fluvial, separados, posteriormente, pelo soerguimento da região do garimpo Cuiú-Cuiú. A atual perpendicularidade de seus cursos e a grande planície aluvionar atual do rio Rato em relação a observada no rio Tocantins, de maior extensão e com maior volume de descarga, são fatos que corroboram a idéia de serem oriundos de uma única bacia fluvial.

d) Os níveis subatuais de cascalhos e areia grossa, na planície fluvial e paleovales constituem o "metalotect" geomorfológico para pesquisa de ouro e cassiterita na região. Atualmente, o ouro é pesquisado apenas nas regiões de peneplano.

# 3 - GEOLOGIA

## 3.1 - Generalidades

As rochas que compõem o panorama geológico na área do médio Tapajós são, em sua maioria, de idade pré-cambriana e estão dispostas estratigraficamente conforme a coluna anexa (fig. 2).

Tendo em vista que nos volumes I-A e I-B do relatório deste Projeto, a descrição das unidades estratigráficas é feita de modo minucioso, neste volume, referente à prospecção geoquímica, somente uma descrição sumária será feita sobre as referidas unidades.

## 3.2 - Grupo Cuiú-Cuiú

Constitui o agrupamento de rochas mais antigas da região e compõe-se de migmatitos, gnaisses e anfibolitos. A idade atribuída a este grupo é a arqueozóica superior (+ 2.600 m.a).

Esta sequência arqueana desenvolve-se a sudoeste da área, formando uma faixa que se prolonga além dos limites do Projeto, a noroeste (alto Parauari), a sudeste (alto Crepori) e sudoeste (alto Tapajós).

Estudos petroquímicos revelaram que os gnaisses e anfibolitos tiveram sua origem a partir de rochas básicas ou de tendência básica. O metamorfismo regional que afetou as rochas, durante o Ciclo Aroensis, deu origem, com sua remobilização, à formação de migmatitos e à concentração de ouro em filões.

## 3.3 - Granodiorito Jamanxim

Neste Projeto, foi individualizada a unidade "Gra

# COLUNA ESTRATIGRÁFICA

CPRM

| ÉON | ERA | PERÍODO | UNIDADE E SUBUNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA | | LITOLOGIAS | SÍMBOLOS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FANEROZÓICO | CENOZÓICA | QUATERNÁRIO | ALUVIÕES HOLOCÊNICOS | | ARGILAS, AREIAS E CASCALHOS | Qh |
| | | | ALUVIÕES PLEISTOCÊNICOS | | AREIAS E CASCALHOS SEMICONSOLIDADOS | Qp |
| | | TERCIÁRIO | COBERTURAS LATERÍTICAS | | LATERITA, ARENITO FERRUGINOSO | T |
| | MESOZÓICA | JURÁSSICO | MAGMATISMO MESOZÓICO | | DIQUES DE DIABÁSIO E EPIDIABÁSIO | J |
| CRIPTOZÓICO | PROTEROZÓICA | SUPERIOR | TROCTOLITO CACHOEIRA SECA | | TROCTOLITO, GABRO E DIORITO | PStcs |
| | | | CATACLASITOS | | MILONITOS E CATACLASITOS | PSct |
| | | MÉDIO | SILL CREPORI | | OLIVINA-DIABÁSIO | PMsc |
| | | | FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM | MEMBRO SUP. | ARCÓSEO, SUBARCÓSEO E SILTITO | PMcs |
| | | | | MEMBRO MED. | TUFOS CINERÍTICOS | PMcm |
| | | | | MEMBRO INF. | CONGLOMERADO, BRECHA, ARENITOS E SILTITO | PMci |
| | | | FORMAÇÃO GOROTIRE | | ARENITO ORTOQUARTZÍTICO, ARCÓSEO SILTITO E ARENITO ARGILOSO | PMgo |
| | | | GRUPO UATUMÃ / SUBGRUPO CARAPUCA | INTRUSIVAS INTERMEDIÁRIAS | FENOANDESITO, MONZONITO E DIORITO | DISCORDÂNCIA PMii |
| | | | | FORMAÇÃO MALOQUINHA | ALASKITO — BIOTITA-GRANITO — RIOLITO PÓRFIRO — GRANODIORITO — GRANITO SÓDICO | PMmok, PMmgr, PMmrl, PMmgd e PMmgrs |
| | | | GRUPO UATUMÃ / SUBGRUPO IRIRI | SEQUÊNCIA HÍBRIDA | TUFOS HÍBRIDOS, ARENITOS LÍTICOS E ARCOSEANOS | PMht |
| | | | | FORMAÇÃO SALUSTIANO | RIOLITOS, RIODACITOS E DACITOS | PMsv |
| | | | | FORMAÇÃO ARURI — SEQUÊNCIA CRISTALINA A CRISTALOVÍTREA | TUFOS CRISTALINOS ÁCIDOS E TUFOS CRISTALINOS INTERMEDIÁRIOS | PMot |
| | | | | FORMAÇÃO ARURI — SEQUÊNCIA IGNIMBRÍTICA | IGNIMBRITOS RIOLÍTICOS | PMoig DISCORDÂNCIA |
| | | INFERIOR | GABRO INGARANA | | OLIVINA-GABRO E METABASITOS | Plgi |
| | | | QUARTZO-MONZONITO SANTA HELENA | | BIOTITA-HORNBLENDA-QUARTZO-MONZONITO E HORNBLENDA-BIOTITA-QUARTZO-MONZONITO. | Plsh |
| | | | GRANITO MANGABAL | | BIOTITA-HORNBLENDA-GRANITO E BIOTITA-GRANITO. | Plmb |
| | | | GRANODIORITO JAMANXIM | | ADAMELITOS E TONALITOS | Pljx DISCORDÂNCIA |
| | AROUEOZÓICA | SUPERIOR | GRUPO CUIÚ - CUIÚ | | MIGMATITOS E GNAISSES | ASmg |
| | | | | | GNAISSES A DUAS MICAS | ASgn |
| | | | | | ANFIBOLITOS | ASaf |

FIGURA 2

nodiorito Jamanxim" na qual agrupam-se rochas homogêneas, de grande uniformidade composicional, e com ampla distribuição ao longo do rio Jamanxim. Esta unidade estratigráfica anteriormente constituía parte do "Complexo Xingu" (Silva et alii - 1974) ou do "Embasamento Indiferenciado". A idade proposta para esta unidade é proterozóica inferior.

O Granodiorito Jamanxim constitui a idade litológica predominante na área, formando um extenso peneplano, intensamente dissecado, com um relevo uniformemente ondulado.

Petrograficamente, os granodioritos são considerados anatexitos, onde a intensa granitização mascarou os traços característicos de rocha original, provavelmente a mesma que originou o Grupo Cuiú-Cuiú. Em alguns corpos os granodioritos variam de adamelito até tonalito.

### 3.4 - Granito Mangabal

A denominação "Granito Mangabal" foi adotada em função da exposição de rochas graníticas porfiroblásticas que afloram na corredeira Mangabal, no médio curso do rio Tapajós. Distribui-se também em alguns afluentes de ambas as margens do referido rio, principalmente nos limites da folha SB.21-X-C-I.

O Granito Mangabal faz contato com rochas migmatíticas do Grupo Cuiú-Cuiú, com adamelitos do Granodiorito Jamanxim, com rochas do Grupo Uatumã e com o Quartzo-Monzonito Santa Helena.

Esta unidade estratigráfica é contemporânea ao Ciclo Transamazônico, sendo constituída essencialmente de biotita-granito e hornblenda-biotita-granito. Sua principal característica é a granulação porfiroblástica. A idade proposta é proterozóica inferior, dentro do intervalo 2.300 - 1.900 m.a.

## 3.5 - Quartzo-Monzonito Santa Helena

Esta unidade é caracterizada por rochas graníticas orogênicas, petrograficamente classificadas como biotita-hornblenda-granitos com variações para biotita-hornblenda-granodiorito. A idade proposta para estes litótipos é proterozóica inferior, aproximadamente 2.000 m.a., período este correspondente aos estágios finais da orogênese Transamazônica.

Morfologicamente, o Quartzo-Monzonito Santa Helena, via de regra, denota um relevo montanhoso e de drenagem aberta, de padrão sub-retangular a retangular, com forte controle estrutural.

As relações de contato do Quartzo-Monzonito Santa Helena com as demais unidades estratigráficas, são as seguintes: com rochas do Grupo Cuiú-Cuiú o contato é direto, localmente controlado por falhas; com o Granodiorito Jamanxim, no qual é intrusivo, predomina o contato litológico direto. Em apenas um local esta unidade entra em contato com o Granito Mangabal, contato este por falhamento. Em relação às rochas do Grupo Uatumã, acha-se preservado por discordância com rochas das formações Aruri e Salustiano, que o recobrem em não conformidade.

## 3.6 - Gabro Ingarana

Esta unidade foi proposta durante os trabalhos do Projeto Jamanxim, como constituída de rochas básicas pré-Uatumã e pós-Granodiorito Jamanxim. Algumas delas já detectadas pela SUDAM/GEOMITEC (1972), e denominadas anteriormente "intrusivas dioríticas antigas".

A idade para este evento básico é considerada, ainda, como proterozóico inferior, estando assim, associada às úl

timas emanações do Ciclo Transamazônico. Este evento básico é totalmente individualizado dos diversos magmatismos básicos que incidiram na região desde o Arqueano ao Mesozóico.

O Gabro Ingarana ocorre na parte ocidental da área do Projeto Jamanxim, e sua extensão é pouco expressiva, totalizando 50 $km^2$.

Além do corpo gabróide individualizado na folha SB.21-X-C-IV, os metabasitos e corpos de rochas básicas em forma de diques esparsos foram inclusos nesta unidade estratigráfica, muitos deles em dimensões não mapeáveis na escala de trabalho.

## 3.7 - Grupo Uatumã

### 3.7.1 - Generalidades

A conceituação de Grupo Uatumã ainda é muito discutida pelos diversos investigadores, que trabalharam na Amazônia. Tanto a sua idade, quanto a sua composição é objeto de divergências, englobando uma variedade muito grande de opiniões. Neste Projeto, a denominação Grupo Uatumã identifica-se como uma denominação formal prioritária, que individualiza rochas vulcânicas e intrusivas oriundas de magmatismo predominantemente ácido, anorogênico, de ampla distribuição na Região Amazônica durante o Pré-Cambriano.

Na área do Projeto, foi possível subdividir o Grupo Uatumã em dois sub-grupos, assim denominados: Sub-Grupo Iriri e Sub-Grupo Carapuça. O Sub-Grupo Iriri é constituído de duas formações, Aruri e Salustiano, e por uma sequência híbrida. O Sub-Grupo Carapuça compõe-se da Formação Maloquinha e Intrusivas Intermediárias.

### 3.7.2 - Sub-Grupo Iriri

Esta unidade subdivide-se em duas formações: Formação Aruri e Formação Salustiano e uma Sequência Híbrida.

A Formação Aruri constitui-se de tufos ( cristalino e cristalovítreo) e ignimbritos, esparsamente distribuídos, constituindo encaixantes de riolito sódico, andesito e granitos intrusivos. As observações de campo levaram à individualização de duas sequências bem definidas: uma sequência ignimbrítica e outra tufítica, estando a primeira sotoposta à segunda.

A Formação Salustiano engloba rochas de composição ácida, oriundas de atividade pulsativa do magmatismo anorogênico Uatumã. Caracteriza-se por diques, derrames de natureza riolítica, riodacito e dacito, ou seja rochas provenientes de um vulcanismo ácido não explosivo.

A sequência híbrida reúne uma sequência de rochas piroclásticas, constituídas por tufos híbridos associados predominantemente a arcóseo e arenito lítico. Morfologicamente, caracteriza-se por uma paisagem monótona, de relevo extremamente plano, de drenagem dendrítica com vales abertos.

### 3.7.3 - Sub-Grupo Carapuça

Esta unidade litoestratigráfica reúne rochas provenientes de manifestações intrusivas plutônicas e hipoabissais, de composição ácida a intermediária. Nela, acham-se inclusos vários "stocks" e batólitos de rochas graníticas, que compõem uma série anorogênica de tendência alaskítica e alcalina, e diversos litótipos de composição intermediária na forma de diques andesíticos, dioríticos e monzoníticos.

Este Sub-Grupo é subdividido em duas unidades:

Formação Maloquinha e Intrusivas Intermediárias.

### 3.7.3.1 - Formação Maloquinha

Uma ampla variedade de tipos litológicos intrusivos em rochas pré-Uatumã e nos vulcanitos e piroclásticas do Sub-Grupo Carapuça foram detectados durante a realização deste Projeto. Estes litótipos foram agrupados na Formação Maloquinha, possuindo composição ácida, predominando os alaskitos, biotita-granitos, riolitos, granitos sódicos, granodioritos e subordinadamente granito granofíricos, granófiros e granodioritos subvulcânicos.

Estes corpos intrusivos têm formas elípticas, com dimensões de "stocks" a batólitos, cujo eixo maior normalmente coincide com os grandes alinhamentos tectônicos de direção noroeste da área. A maioria destes corpos são alaskitos, e apresentam variações de textura e composição em seus bordos, para granófiro ou granito granofírico quanto a textura, e para um maior teor em biotita no que se refere à composição. Os alaskitos, na maioria das vezes, estão associados à mineralização de cassiterita e vários deles têm grande importância geoeconômica, como é o caso dos "Granito Porquinho" e "Granito Telefone".

### 3.7.3.2 - Intrusivas Intermediárias

Esta unidade refere-se a corpos intrusivos de composição intermediária, representados por diques de andesito, diorito e monzonito. A extensão destes corpos é diminuta e, muitos apresentam expressões não mapeáveis na escala de uso.

Morfologicamente, estas rochas intermediárias apresentam-se com feições montanhosas, com vértices íngremes,

constituindo corpos alongados condicionados a tectônica.

As manifestações intermediárias do Sub-Grupo Caraça têm caráter intrusivo, sendo as encaixantes, em sua maioria, rochas do Sub-Grupo Iriri, tanto da Formação Salustiano como das sequências piroclásticas e híbridas, indicando que o vulcanismo andesítico foi posterior ao vulcanismo ácido.

## 3.8 - Formação Gorotire

Esta formação reúne rochas sedimentares proterozóicas, cujos depósitos mais antigos referem-se aos sedimentos não metamorfisados que se encontram dobrados, com mergulhos não muito acentuados. Esta cobertura dobrada (continental) foi, originalmente, denominada por Barbosa et alii (1966) de Formação Gorotire. Os litótipos principais desta unidade referem-se a arenitos arcoseanos, argilitos, siltitos e arenitos ortoquartzíticos.

Esta cobertura de plataforma recobre diversas unidades pré-cambrianas em não conformidade. Dois eventos básicos afetaram a Formação Gorotire: Troctolito Cachoeira Seca e o "Sill" Crepori. O troctolito dispõe-se subhorizontalmente em inconformidade, e o "sill" está introduzido em arcóseos, sendo correlato ao vulcanismo Roraima e o Dolerito Avanavero.

Associado à Formação Gorotire encontra-se o ouro, provavelmente oriundo do retrabalhamento de rochas auríferas arqueanas, como o Grupo Cuiú-Cuiú. A presença de ouro nestes sedimentos e a ausência de cassiterita (Grupo Uatumã) corrobora a idéia da fonte primária da formação Gorotire estar relacionada ao Granodiorito Jamanxim e os migmatitos do Grupo Cuiú-Cuiú.

## 3.9 - Formação Cubencranquém

Esta unidade engloba coberturas sedimentares proterozóicas não dobradas. Na área do Projeto, subdivide-se em três membros:

a) Membro Inferior - conglomerados, brechas e arcóseos.

b) Membro Médio - tufos cineríticos.

c) Membro Superior - arcóseo, siltitos e argilitos.

A origem do material primário desta unidade é atribuída a rochas granodioríticas (migmatitos, gnaisses) pré-Uatumã.

Feições típicas de deposição em ambiente fluvial foram observadas por Liberatore et alii (1972) em sedimentos desta formação. Dentre estas feições ressaltam-se estratificação cruzada lenticular, acamadamento gradacional e conglomerado de canal.

## 3.10 - "Sill" Crepori

Esta unidade constitui um olivina-diabásio, encaixado em arenitos da Formação Gorotire, na sinclinal de igual nome.

Morfologicamente estes corpos intrusivos têm cor relações bem definidas, que os individualiza dos arenitos Gorotire, nos quais é intrusivo.

A distinção feita entre o "Sill" Crepori e o Gabro Ingarana é que o primeiro não apresenta sinais de perturbações relativas ao magmatismo Uatumã. Já o Troctolito Cachoeira Seca, por sua vez, é básico-alcalino.

CPRM

## 3.11 - Troctolito Cachoeira Seca

Neste trabalho foi usada a denominação Troctolito Cachoeira Seca em substituição ao termo "olivina-basalto", geralmente utilizado para definir algumas unidades relacionadas a magmatismo básico na Amazônia.

O Troctolito Cachoeira Seca é essencialmente um gabro rico em olivina, apresentando uma composição intermediária entre olivina-gabro e ossipito.

Morfologicamente esta unidade caracteriza-se por um relevo montanhoso que atinge as mais elevadas altitudes da área, constituindo serra de flancos ravinados, onde se desenvolve uma drenagem densa.

## 4 - METODOLOGIA DE TRABALHO

### 4.1 - Preparação das Amostras e Técnicas Analíticas

As amostras de sedimentos de corrente foram analisadas na fração - 80 mesh por espectrografia para 30 elementos-padrão, e, depois, por absorção atômica para Cu, Pb e Zn, com abertura por $HNO_3$ concentrado quente, além de análise colorimétrica para As e Sb.

As amostras de concentrado de bateia foram submetidas a análise mineralógica qualitativa, sendo adicionalmente processada a dosagem geoquímica por absorção atômica para Au, extraível por MIBK.

Uma descrição técnica dos métodos analíticos é apresentada com maior detalhe no item 1.5.7 do Volume I-A (Texto).

### 4.2 - Técnica de Amostragem

Na prospecção geoquímica regional realizada no âmbito do Projeto, foram coletadas e analisadas 867 amostras de sedimentos de corrente e 716 de concentrado de bateia, obtendo-se uma densidade média aproximada de 1 amostra/20 $km^2$ para cada classe de material.

Devido a dificuldades de acesso às estações originalmente programadas, bem como a maior ênfase conferida à amostragem de sítios admitidos como sendo geologicamente favoráveis a mineralizações, ficou patenteada uma distribuição areal não homogênea das referidas estações de amostragem no presente Projeto.

Oitenta e oito exemplares de rochas pertencentes aos principais grupos litológicos da área foram analisados para

trinta elementos por espectrografia de emissão, objetivando a obtenção de subsídios para interpretação geral dos dados geoquí micos pertinentes ao ambiente de dispersão primária.

# 5 - AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

## 5.1 - Critérios de Interpretação

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente, utilizando-se os diversos programas do Sistema Estatístico de Amostragem Geoquímica da CPRM, o que possibilitou a obtenção de histogramas de frequência, gráficos de probabilidade, matriz de correlação, mapas de situação de amostras, análises de variância e diversas outras informações estatísticas para os dados geoquímicos das populações amostradas (solo, rocha, sedimentos de corrente e concentrados de bateia).

No âmbito geral do Projeto foram consideradas as seguintes populações-alvo, para efeito de interpretação geoquímica:

- ÁREA TOTAL
- GRUPO CUIÚ-CUIÚ
- GRANODIORITO JAMANXIM
- QUARTZO-MONZONITO SANTA HELENA
- SUB-GRUPO IRIRI TOTAL
- FORMAÇÃO ARURI
- SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL
- SUB-GRUPO CARAPUÇA-FORMAÇÃO MALOQUINHA-ALASKITO
- FORMAÇÃO GOROTIRE E FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM

No que se refere a escolha dos limiares, foram adotados os seguintes critérios:

a) Quando a hipótese de distribuição log-normal foi aceita, na área total ou em uma unidade litológica em particular, considerou-se como limiar, o valor correspondente à média geométrica vezes o desvio geométrico ao quadrado.

b) Quando foi verificada a mistura de populações

em uma determinada população-alvo, o limiar foi determinado através de interpretação de histogramas de frequência, gráficos de probabilidade ou mesmo avaliação visual dos dados.

c) Quando mais que 97% dos valores de algum elemento, situou-se abaixo do limite inferior de detecção, considerou-se como o limiar o valor correspondente a este limite.

Nos programas de tratamento estatístico, os resultados analíticos qualificados (L = abaixo do limite de detecção; N = não detectado e G = acima do limite de detecção) foram transformados em valores definidos de acordo com os seguintes critérios:

- para espectrografia de emissão os valores L foram transformados em um "STEP" abaixo do limite, os N em dois "STEPS" abaixo deste mesmo limite e G em um "STEP" acima do limite superior de detecção.

- para os resultados de absorção atômica os valores L, N e G foram multiplicados pelos fatores 0,5, 0,1 e 1,5 respectivamente.

Adotando-se critério de EBENS et alii (1975), os elementos Cu, Pb e Ca por espectrografia foram eliminados da interpretação, por terem apresentado variância introduzida superior a 50%. Na tabela 1 são apresentados os índices de variância introduzida para as diversas variáveis consideradas.

Os resultados de análise mineralógica de concentrado de bateia, bem como os resultados de rocha, foram interpretados concomitantemente com os resultados de sedimento de corrente, prestando-se os mesmoscomo subsídio adicional de real importância na interpretação dos dados geoquímicos e na delimitação de áreas anômalas.

CPRM

| ELEMENTO | COMPONENTE DA VARIÂNCIA TOTAL | COMPONENTE DA VARIÂNCIA INTRODUZIDA DE CAMPO | VARIÂNCIA INTRODUZIDA DE CAMPO % |
|---|---|---|---|
| Fe - S | 1.03 | 0.18 | 17 |
| Mg - S | 1.09 | 0.51 | 47 |
| Ca - S | 0.69 | 0.35 | 51 |
| Ti - S | 0.42 | 0.16 | 38 |
| Mn - S | 1.44 | 0.49 | 34 |
| Ba - S | 1.27 | 0.55 | 43 |
| Co - S | 0.67 | 0.32 | 48 |
| Cr - S | 1.68 | 0.16 | 10 |
| Cu - S | 1.49 | 0.91 | 61 |
| La - S | 0.44 | 0.23 | 51 |
| Nb - S | 0.56 | 0.14 | 25 |
| Ni - S | 0.91 | 0.30 | 33 |
| Pb - S | 1.12 | 0.67 | 60 |
| Sc - S | 0.72 | 0.28 | 39 |
| V - S | 1.11 | 0.31 | 27 |
| Y - S | 0.93 | 0.21 | 23 |
| Cu - AA | 0.63 | 0.13 | 22 |
| Pb - AA | 0.30 | 0.12 | 41 |
| Zn - AA | 1.04 | 0.16 | 16 |

# ANÁLISE DE VARIÂNCIA

SEDIMENTOS DE CORRENTE

S - Espectrografia

AA - Absorção atômica

* NIVEL DE SIGNIFICÂNCIA = 0,05

TAB. 1

## 5.2 - Apresentação Gráfica

### 5.2.1 - Histogramas

Nos itens que se referem à discussão da distribuição dos elementos, são apresentados histogramas de frequência obtidos através do processamento eletrônico para as diversas populações-alvo regionalmente discriminadas. Para as análises espectrográficas (padrão de 30 elementos) as frequências foram acumuladas de acordo com os intervalos de classe correspondentes a 6 - Steps, enquanto que os histogramas de frequência relativos aos elementos analisados por absorção atômica são apresentados pelo método de Sturges.

Nestes histogramas são assinalados para cada elemento os valores de média geométrica, limiar, coeficiente de variação, grau de detecção e número de amostras.

### 5.2.2 - Mapas

Os mapas de amostragem geoquímica, com a localização das estações de coleta dos meios amostrados, foram confeccionados em base cartográfica na escala de 1:100.000 e são apresentados nos volumes anexos ao Projeto.

Quanto ao Relatório de Geoquímica foram elaborados nove mapas, todos na escala 1:250.000: 1) Mapa Integrado de Anomalias de Sn e Associados; 2) Mapa Integrado de Anomalias de Ouro e Associados; 3) Mapa de Distribuição Geoquímica de Cu, Pb, Zn em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia; 4) Mapa de Distribuição Geoquímica de Ba, B, Be em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia; 5) Mapa de Distribuição Geoquímica de Fe, Mn em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia; 6) Mapa de Distribuição Geoquímica de Cr, Ni e Co em Se

dimentos de Corrente Integrado com a Geologia; 7) Mapa de Distribuição de Au e As em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia; 8) Mapa de Distribuição de Sn e Nb em Sedimentos de Corrente Integrado com a Geologia e 9) Mapa de Distribuição de Minerais Pesados Integrado com a Geologia.

Os mapas de distribuição em escala de 1:250.000 comportam os conjuntos de elementos que se destacam pelos resultados exibidos, tendo sido os mesmos elaborados para sedimentos de corrente e concentrados de bateia. Aos intervalos de classe dos elementos foram conferidos símbolos com quadrados, triângulos, círculos, com intensidade de cores diferentes, os quais foram plotados sobre base geológica simplificada.

### 5.2.3 - Tabelas

São apresentados em forma de tabelas, os índices de variância introduzida (campo + laboratório) para os elementos analisados, o sumário dos estimadores estatísticos referentes as diversas populações consideradas, sendo ainda tabuladas as matrizes de correlação obtidas para os diversos elementos.

# 6 - SUMÁRIO DA DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS E ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS

## 6.1 - Generalidades

O levantamento geoquímico regional, no âmbito do Projeto Jamanxim, abrangeu os principais grupos litológicos da área estudada.

Foram considerados como populações amostradas os sedimentos de corrente e concentrados de bateia dos aluviões dos rios e igarapés existentes na área.

As populações-alvo foram selecionadas segundo a observação das principais feições litológicas regionalmente discriminadas, conforme foram descritas no capítulo anterior.

Em cada população-alvo, definiu-se um sumário estatístico dos resultados analíticos de sedimentos de corrente, bem como as caracterizações geoquímicas e químicas das análises das rochas.

O sumário dos estimadores dos sedimentos de corrente está apresentado nas tabelas 2 e 3 e dá uma boa visualização das populações-alvo no que se refere à caracterização dos elementos no ambiente secundário. Num capítulo subsequente será discutida com maior detalhe a distribuição dos principais elementos e minerais.

Os elementos e minerais de filiação ácida, tais como Sn, Be, Nb, Y, Ba, cassiterita e topázio, exibem uma melhor configuração nos resultados de sedimentos de corrente das populações Carapuça-Formação Maloquinha, Iriri Total e Granodiorito Jamanxim. Entre os elementos e minerais de filiação básica-ultrabásica, tais como Cu-Pb-Zn-Cr-Ni-cromita-gahnita, as populações Sub-Grupo Iriri Total, Formação Aruri, Grupo Cuiú-Cuiú e

# SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - SEDIMENTOS DE CORRENTE

| POPULAÇÕES ALVO | SUB-GRUPO IRIRI FORMAÇÃO ARURI | | | | | | | | SUB-GRUPO IRIRI FORMAÇÃO SALUSTIANO | | | | | | | | SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL | | | | | | | | SUB-GRUPO CARAPUÇA ALASKITO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELEMENTO S/AA | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. |
| | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | |
| Fe - S | 0.20 | 5 | 0.93 | 2.03 | 0.81 | 3.8 | 97 | * | 0.20 | 3 | 0.97 | 1.90 | 0.72 | 3 | 99 | * | 0.05 | 7 | 0.86 | 2.64 | 1.25 | 6 | 95 | * | 0.05 | 5 | 0.79 | 2.64 | 1.25 | 5 | 95 | * |
| Mg - S | 0.02 | 0.70 | 0.08 | 2.17 | 0.91 | 0.4 | 94 | * | 0.02 | 0.20 | 0.07 | 1.62 | 0.51 | 0.2 | 96 | * | 0.02 | 0.30 | 0.05 | 1.93 | 0.74 | 0.2 | 90 | * | 0.02 | 0.30 | 0.50 | 1.77 | 0.62 | 0.2 | 88 | * |
| Ca - S | 0.05 | 0.20 | 0.07 | 1.53 | 0.44 | 0.2 | 60 | ** | 0.05 | 0.20 | 0.07 | 1.47 | 0.40 | 0.1 | 63 | ** | 0.05 | 0.30 | 0.07 | 1.55 | 0.46 | 0.2 | 56 | ** | 0.05 | 0.30 | 0.07 | 1.61 | 0.50 | 0.2 | 55 | ** |
| Ti - S | 0.15 | 1 | 0.56 | 1.68 | 0.56 | 1 | 95 | ** | 0.15 | 1 | 0.63 | 1.61 | 0.51 | 1 | 89 | ** | 0.10 | 1 | 0.51 | 1.93 | 0.74 | 1 | 72 | ** | 0.10 | 1 | 0.53 | 1.92 | 0.73 | 1 | 79 | ** |
| Mn - S | 50 | 2000 | 327 | 2.16 | 0.90 | 2000 | 97 | * | 100 | 1000 | 325 | 1.97 | 0.77 | 1000 | 99 | ** | 10 | 5000 | 310 | 2.99 | 1.52 | 2610 | 95 | * | 10 | 5000 | 314 | 2.98 | 1.52 | 2610 | 95 | * |
| Ag - S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | 10 | 30 | 12 | 1.34 | 0.30 | 26 | 33 | ** | | | | | | | | | 10 | 50 | 11 | 1.42 | 0.36 | 18 | 21 | ** | 10 | 15 | 10 | 1.09 | 0.09 | 2.8 | 27 | * |
| Ba - S | 20 | 2000 | 316 | 2.37 | 1.05 | 1776 | 97 | * | 50 | 1500 | 337 | 2.17 | 0.91 | 1500 | 99 | ** | 20 | 1500 | 213 | 2.74 | 1.33 | 1500 | 94 | ** | 20 | 1500 | 213 | 2.79 | 1.37 | 1500 | 92 | ** |
| Be - S | 1 | 30 | 1.76 | 1.81 | 0.65 | 5.8 | 51 | * | 1 | 10 | 1.27 | 1.77 | 0.62 | 5.6 | 32 | ** | 1 | 30 | 2.00 | 2.31 | 1.01 | 5.6 | 68 | ** | 1 | 30 | 2.41 | 2.63 | 1.25 | 5.6 | 61 | * |
| Co - S | 5 | 20 | 5.68 | 1.32 | 0.28 | 17 | 47 | ** | 5 | 20 | 5.99 | 1.37 | 0.32 | 18 | 56 | ** | 5 | 20 | 6.05 | 1.40 | 0.35 | 18 | 46 | ** | 5 | 20 | 6.14 | 1.44 | 0.38 | 18 | 36 | ** |
| Cr - S | 10 | 1500 | 24 | 2.68 | 1.28 | 261 | 74 | ** | 10 | 500 | 32 | 3.09 | 1.61 | 261 | 80 | ** | 10 | 500 | 18 | 2.51 | 1.15 | 261 | 53 | ** | 10 | 300 | 18 | 2.24 | 0.96 | 83 | 53 | ** |
| Cu - S | 5 | 100 | 7.46 | 1.65 | 0.53 | 20 | 64 | ** | 5 | 30 | 9.68 | 1.74 | 0.60 | 29 | 68 | ** | 5 | 50 | 8.21 | 1.66 | 0.54 | 18 | 69 | ** | 5 | 50 | 8.69 | 1.68 | 0.56 | 18 | 71 | ** |
| La - S | 20 | 100 | 33 | 1.58 | 0.48 | 103 | 84 | * | 20 | 150 | 28 | 1.55 | 0.46 | 67 | 96 | ** | 20 | 200 | 36 | 1.69 | 0.56 | 104 | 87 | * | 20 | 200 | 37 | 1.75 | 0.61 | 103 | 84 | * |
| Mo - S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb - S | 10 | 150 | 21 | 1.85 | 0.68 | 72 | 88 | * | 10 | 200 | 15 | 1.78 | 0.63 | 82 | 91 | ** | 10 | 150 | 23 | 1.99 | 0.78 | 121 | 95 | ** | 10 | 150 | 25 | 2.17 | 0.91 | 114 | 93 | * |
| Ni - S | 5 | 100 | 8.14 | 2.07 | 0.83 | 56 | 45 | ** | 5 | 30 | 7.12 | 1.70 | 0.57 | 26 | 36 | * | 5 | 50 | 7.28 | 1.65 | 0.54 | 26 | 46 | ** | 5 | 30 | 7.10 | 1.57 | 0.48 | 12 | 43 | ** |
| Pb - S | 10 | 200 | 21 | 1.92 | 0.73 | 77 | 87 | ** | 10 | 150 | 19 | 1.78 | 0.63 | 62 | 96 | * | 10 | 200 | 25 | 2.22 | 0.94 | 125 | 89 | * | 10 | 200 | 26 | 2.25 | 0.97 | 134 | 92 | * |
| Sc - S | 5 | 20 | 7.13 | 1.56 | 0.47 | 8 | 56 | ** | 5 | 15 | 7.20 | 1.56 | 0.47 | 15 | 65 | ** | 5 | 20 | 7.65 | 1.54 | 0.45 | 20 | 52 | ** | 5 | 20 | 7.09 | 1.51 | 0.43 | 16 | 40 | * |
| Sn - S | 8 | 38 | 13 | 1.54 | 0.11 | 38 | 4 | ** | | | | | | | | | 10 | 30 | 13 | 1.44 | 0.38 | 30 | 12 | * | 10 | 30 | 14 | 1.45 | 0.38 | 30 | 16 | * |
| Sr - S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 8 | 38 | 14 | 1.45 | 0.10 | 3 | 16 | * |
| V - S | 10 | 100 | 27 | 1.93 | 0.74 | 100 | 83 | * | 10 | 100 | 21 | 1.79 | 0.64 | 68 | 90 | * | 10 | 200 | 24 | 2.13 | 0.88 | 178 | 87 | ** | 10 | 150 | 22 | 1.86 | 0.68 | 75 | 85 | * |
| Y - S | 10 | 200 | 23 | 1.88 | 0.70 | 83 | 93 | * | 10 | 300 | 21 | 1.99 | 0.78 | 82 | 97 | ** | 10 | 200 | 32 | 2.09 | 0.85 | 141 | 93 | * | 10 | 200 | 40 | 2.11 | 0.86 | 179 | 91 | * |
| Zr - S | 200 | 1000 | 719 | 1.49 | 0.42 | 1000 | 32 | ** | 150 | 1000 | 585 | 1.94 | 0.74 | 1000 | 37 | ** | 200 | 1000 | 817 | 1.42 | 0.36 | 1000 | 31 | ** | 500 | 1000 | 929 | 1.21 | 0.19 | 1000 | 25 | ** |
| Pb - AA | 5 | 50 | 12 | 1.67 | 0.55 | 33 | 51 | * | 5 | 35 | 12 | 1.52 | 0.44 | 27 | 70 | * | 5 | 1000 | 15 | 2.10 | 0.14 | 66 | 28 | * | 5 | 85 | 16 | 2.22 | 0.15 | 77 | 22 | ** |
| Zn - AA | 5 | 200 | 16 | 1.86 | 0.69 | 55 | 92 | * | 5 | 60 | 18 | 1.85 | 0.10 | 59 | 100 | ** | 5 | 75 | 20 | 1.80 | 0.66 | 65 | 90 | ** | 5 | 75 | 19 | 1.88 | 0.70 | 67 | 97 | * |
| Cu - AA | 5 | 10 | 5 | 1.23 | 0.23 | 10 | 24 | ** | 5 | 15 | 7 | 1.53 | 0.22 | 15 | 42 | ** | 5 | 20 | 7 | 1.64 | 0.25 | 18 | 14 | ** | 5 | 20 | 6 | 1.63 | 0.25 | 18 | 17 | ** |

| POPULAÇÕES ALVO | FORMAÇÃO GOROTIRE | | | | | | | | FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELEMENTO S/AA | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. |
| | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | |
| Fe - S | 0.20 | 5 | 0.80 | 2.33 | 1.02 | 4.3 | 96 | * | 0.30 | 2 | 1.06 | 1.73 | 0.59 | 2 | 95 | * |
| Mg - S | 0.02 | 0.50 | 0.07 | 2.09 | 0.85 | 0.3 | 96 | * | 0.03 | 0.20 | 0.07 | 1.62 | 0.51 | 0.2 | 95 | * |
| Ca - S | | | | | | | | | 0.05 | 0.20 | 0.10 | 1.67 | 0.55 | 0.3 | 90 | * |
| Ti - S | 0.20 | 1 | 0.14 | 1.75 | 0.61 | 1 | 80 | ** | 0.30 | 1 | 0.72 | 1.54 | 0.45 | 1 | 86 | ** |
| Mn - S | 10 | 1000 | 66 | 4.41 | 2.84 | 1000 | 96 | ** | 20 | 1000 | 183 | 3.36 | 1.83 | 1000 | 95 | ** |
| Ag - S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | 10 | 50 | 13 | 1.58 | 0.48 | 38 | 68 | ** | 10 | 15 | 11 | 1.19 | 0.17 | 15 | 48 | * |
| Ba - S | 70 | 700 | 113 | 1.65 | 0.54 | 310 | 96 | * | 70 | 1000 | 393 | 1.76 | 0.61 | 1.2 | 95 | * |
| Be - S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Co - S | 4 | 18 | 7 | 1.55 | 0.37 | 18 | 28 | ** | 5 | 7 | 5.14 | 1.10 | 0.10 | 6.2 | 57 | * |
| Cr - S | 10 | 70 | 17 | 1.75 | 0.61 | 54 | 84 | * | 10 | 30 | 14 | 1.48 | 0.41 | 30 | 95 | ** |
| Cu - S | 5 | 50 | 10 | 1.99 | 0.78 | 42 | 52 | * | 5 | 50 | 10 | 1.71 | 0.58 | 29 | 95 | * |
| La - S | | | | | | | | | 20 | 500 | 35 | 2.31 | 1.01 | 187 | 86 | * |
| Mo - S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb - S | 10 | 20 | 12 | 1.28 | 0.25 | 19 | 52 | * | 10 | 200 | 20 | 2.04 | 0.82 | 86 | 95 | * |
| Ni - S | 5 | 30 | 9.23 | 1.90 | 0.71 | 38 | 44 | * | 5 | 15 | 7.35 | 1.48 | 0.41 | 15 | 48 | * |
| Pb - S | 10 | 20 | 11 | 1.26 | 0.23 | 17 | 68 | * | 10 | 70 | 16 | 1.95 | 0.75 | 61 | 90 | * |
| Sc - S | 5 | 20 | 7.29 | 1.63 | 0.52 | 19 | 52 | * | 5 | 10 | 6.83 | 1.33 | 0.29 | 10 | 52 | * |
| Sn - S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sr - S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V - S | 10 | 100 | 27 | 2.37 | 1.05 | 100 | 68 | ** | 10 | 70 | 30 | 1.75 | 0.61 | 70 | 95 | ** |
| Y - S | 10 | 70 | 14 | 1.63 | 0.52 | 38 | 96 | ** | 10 | 150 | 23 | 2.09 | 0.85 | 100 | 81 | * |
| Zr - S | 300 | 1000 | 735 | 1.40 | 0.35 | 1000 | 84 | ** | | | | | | | | |
| Pb - AA | 5 | 10 | 6 | 1.46 | 0.24 | 10 | 20 | ** | 5 | 25 | 12 | 1.65 | 0.14 | 25 | 38 | ** |
| Zn - AA | 5 | 35 | 9.06 | 2.11 | 0.86 | 30 | 88 | * | 5 | 45 | 11 | 2.02 | 0.18 | 40 | 100 | ** |
| Cu - AA | | | | | | | | | 5 | 10 | 6 | 1.46 | 0.22 | 10 | 23 | ** |

OBSERVAÇÕES:

1 - AS ANÁLISES FORAM REALIZADAS POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (S), E ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA (A.A.).

2 - A MÉDIA (x̄) E O DESVIO (s) SÃO GEOMÉTRICOS, EXPRESSOS EM ppm (EXCETO PARA O Fe, Mg, Ca E Ti EXPRESSOS EM PORCENTAGEM).

3 - QUANDO A HIPÓTESE LOG-NORMAL FOI ACEITA O VALOR LIMIAR CORRESPONDE A $\bar{x}.s^2$. QUANDO REJEITADA, ESTE VALOR FOI CALCULADO ATRAVÉS DA OBSERVAÇÃO DOS HISTOGRAMAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE.

4 - O GRAU DE DETECÇÃO REFERE-SE AO NÚMERO DE VALORES DEFINIDOS EM RELAÇÃO AO TOTAL DOS VALORES ANALISADOS QUÍMICAMENTE PARA DETERMINADA VARIÁVEL.

TABELA 3

*CONVENÇÕES*

* HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA

** HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA

CPRM

PROJETO JAMANXIM

SUREG - MA

Geoquímica Regional - Sumário dos Estimadores

RELATÓRIO FINAL

# SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - SEDIMENTOS DE CORRENTE

| POPULAÇÕES ALVO | ÁREA TOTAL | | | | | | | | GRUPO CUIU-CUIU | | | | | | | | GRANODIORITO JAMANXIM | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELEMENTO S/AA | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. |
| | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | |
| Fe - S | 0.05 | 15 | 0.98 | 2.36 | 1.05 | 5.8 | 96 | * | 0.20 | 7 | 1 | 1.91 | 0.72 | 4.0 | 95 | * | 0.05 | 15 | 0.90 | 2.66 | 1.26 | 6.6 | 97 | * |
| Mg - S | 0.02 | 1 | 0.06 | 2.12 | 0.87 | 0.38 | 91 | ** | 0.02 | 0.50 | 0.05 | 2.23 | 0.95 | 0.3 | 88 | ** | 0.02 | 1 | 0.05 | 2.04 | 0.81 | 0.38 | 91 | ** |
| Ca - S | 0.05 | 0.30 | 0.08 | 1.57 | 0.48 | 0.19 | 61 | ** | 0.05 | 0.30 | 0.07 | 1.59 | 0.49 | 0.2 | 49 | ** | 0.05 | 0.20 | 0.08 | 1.56 | 0.47 | 0.2 | 70 | ** |
| Ti - S | 0.05 | 1 | 0.54 | 1.79 | 0.64 | 1 | 79 | ** | 0.10 | 1 | 0.55 | 1.79 | 0.63 | 1 | 77 | ** | 0.05 | 1 | 0.52 | 1.84 | 0.67 | 1 | 82 | ** |
| Mn - S | 10 | 5000 | 353 | 2.63 | 1.24 | 2610 | 96 | ** | 10 | 5000 | 326 | 2.55 | 1.19 | 2125 | 95 | * | 20 | 5000 | 443 | 2.20 | 0.93 | 2152 | 97 | * |
| Ag - S | 0.50 | 1 | 0.57 | 1.34 | 0.30 | 0.5 | 1 | ** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | 10 | 50 | 11 | 1.35 | 0.31 | 38 | 24 | ** | 10 | 50 | 14 | 1.64 | 0.52 | 26 | 16 | ** | 10 | 20 | 10 | 1.17 | 0.16 | 14 | 22 | * |
| Ba - S | 20 | 3000 | 289 | 2.34 | 1.03 | 1211 | 96 | * | 70 | 3000 | 336 | 2.18 | 0.92 | 1603 | 95 | * | 20 | 1500 | 320 | 2.11 | 0.86 | 1427 | 97 | * |
| Be - S | 1 | 50 | 1.70 | 2.14 | 0.88 | 5.6 | 38 | ** | 1 | 3 | 1 | 1.45 | 0.39 | 2.7 | 13 | * | 1 | 50 | 1.65 | 2.42 | 1.09 | 5.6 | 50 | ** |
| Co - S | 5 | 200 | 6.93 | 1.72 | 0.58 | 26 | 56 | ** | 5 | 30 | 6 | 1.50 | 0.42 | 26 | 70 | ** | 5 | 50 | 8.08 | 1.84 | 0.67 | 26 | 57 | ** |
| Cr - S | 10 | 1500 | 26 | 2.69 | 1.29 | 261 | 72 | ** | 10 | 1000 | 35 | 2.89 | 1.44 | 261 | 87 | ** | 10 | 500 | 25 | 2.49 | 1.14 | 261 | 67 | ** |
| Cu - S | 5 | 100 | 9.13 | 1.86 | 0.69 | 18 | 62 | ** | 5 | 30 | 7 | 1.74 | 0.60 | 18 | 32 | ** | 5 | 100 | 10 | 1.94 | 0.74 | 19 | 76 | ** |
| La - S | 20 | 500 | 32 | 1.68 | 0.55 | 90 | 76 | ** | 20 | 100 | 29 | 1.68 | 0.55 | 82 | 52 | ** | 20 | 300 | 34 | 1.71 | 0.57 | 99 | 77 | ** |
| Mo - S | 5 | 10 | 5.46 | 1.23 | 0.21 | 5 | 3 | ** | | | | | | | | | 5 | 10 | 5.64 | 1.26 | 0.23 | 9 | 7 | * |
| Nb - S | 10 | 200 | 19 | 1.84 | 0.67 | 121 | 84 | ** | 10 | 50 | 17 | 1.58 | 0.48 | 42 | 67 | * | 10 | 200 | 17 | 1.74 | 0.60 | 121 | 86 | ** |
| Ni - S | 5 | 100 | 8.73 | 1.95 | 0.75 | 38 | 50 | ** | 5 | 50 | 7 | 1.73 | 0.59 | 38 | 54 | ** | 5 | 70 | 9.72 | 2.00 | 0.79 | 56 | 51 | ** |
| Pb - S | 10 | 300 | 20 | 1.99 | 0.78 | 36 | 85 | ** | 10 | 50 | 16 | 1.71 | 0.58 | 47 | 79 | ** | 10 | 300 | 23 | 2.07 | 0.83 | 98 | 82 | ** |
| Sc - S | 5 | 70 | 7.29 | 1.57 | 0.47 | 18 | 51 | ** | 5 | 15 | 7 | 1.51 | 0.43 | 16 | 66 | ** | 5 | 30 | 7.04 | 1.57 | 0.48 | 26 | 40 | ** |
| Sn - S | 10 | 200 | 18 | 2.23 | 0.95 | 30 | 5 | ** | | | | | | | | | 10 | 50 | 17 | 1.87 | 0.69 | 30 | 3 | * |
| Sr - S | 100 | 200 | 108 | 1.22 | 0.20 | 146 | 4 | * | | | | | | | | | 100 | 150 | 103 | 1.11 | 0.10 | 120 | 5 | * |
| V - S | 10 | 300 | 25 | 2.08 | 0.84 | 178 | 87 | ** | 10 | 150 | 20 | 2.08 | 0.84 | 82 | 84 | ** | 10 | 300 | 27 | 2.10 | 0.86 | 177 | 92 | * |
| Y - S | 10 | 300 | 22 | 1.92 | 0.73 | 121 | 92 | ** | 10 | 100 | 18 | 1.76 | 0.61 | 82 | 93 | ** | 10 | 200 | 20 | 1.86 | 0.69 | 121 | 90 | ** |
| Zr - S | 100 | 1000 | 649 | 1.71 | 0.58 | 1000 | 31 | ** | 100 | 1000 | 493 | 2.06 | 0.83 | 1000 | 17 | ** | 100 | 1000 | 609 | 1.75 | 0.60 | 1000 | 34 | ** |
| Pb -AA | 5 | 85 | 11 | 1.96 | 0.78 | 36 | 49 | * | 5 | 80 | 8 | 1.64 | 0.20 | 20 | 59 | * | 5 | 85 | 13 | 1.92 | 0.73 | 47 | 41 | * |
| Zn -AA | 5 | 200 | 17 | 2.02 | 0.80 | 73 | 94 | ** | 5 | 85 | 15 | 1.92 | 0.73 | 59 | 98 | ** | 5 | 130 | 18 | 2.06 | 0.11 | 63 | 90 | * |
| Cu -AA | 5 | 35 | 7 | 1.06 | 0.23 | 18 | 31 | ** | 5 | 25 | 7 | 1.65 | 0.24 | 18 | 23 | ** | 5 | 30 | 7 | 1.60 | 0.22 | 19 | 35 | ** |

| POPULAÇÕES ALVO | GRANITO MANGABAL | | | | | | | | QUARTZO-MONZONITO SANTA HELENA | | | | | | | | SUB-GRUPO IRIRI TOTAL | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ELEMENTO S/AA | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. | VARIAÇÃO | | MÉDIA | DESVIO | COEF. | VALOR | GRAU DETEC. | OBS. |
| | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | | MIN. | MAX. | (x̄) | (s) | VAR.(C) | LIMIAR | (%) | |
| Fe - S | 0.50 | 10 | 1.46 | 2.59 | 1.21 | 9.8 | 94 | * | 0.30 | 7 | 1.40 | 1.81 | 0.65 | 5 | 95 | * | 0.07 | 5 | 0.94 | 2.06 | 0.83 | 4 | 97 | * |
| Mg - S | 0.02 | 0.20 | 0.04 | 2.29 | 1.00 | 0.2 | 88 | * | 0.02 | 0.30 | 0.07 | 1.89 | 0.71 | 0.24 | 89 | * | 0.02 | 0.70 | 0.08 | 2.02 | 0.80 | 0.3 | 94 | * |
| Ca - S | 0.04 | 0.18 | 0.06 | 1.54 | 0.46 | 0.18 | 58 | ** | 0.05 | 0.20 | 0.10 | 1.49 | 0.41 | 0.2 | 58 | * | 0.05 | 0.20 | 0.08 | 1.53 | 0.44 | 0.2 | 60 | ** |
| Ti - S | 0.26 | 1.21 | 0.77 | 1.49 | 1.92 | 1 | 56 | ** | 0.15 | 1 | 0.55 | 1.69 | 0.57 | 1 | 76 | ** | 0.15 | 1 | 0.58 | 1.67 | 0.54 | 1 | 82 | ** |
| Mn - S | 150 | 2000 | 633 | 2.27 | 0.98 | 2000 | 94 | ** | 20 | 2000 | 541 | 2.58 | 1.21 | 2610 | 95 | ** | 30 | 2000 | 319 | 2.18 | 0.92 | 2000 | 97 | ** |
| Ag - S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 30 | 11 | 1.31 | 0.27 | 26 | 29 | ** |
| Ba - S | 70 | 1000 | 173 | 2.22 | 0.94 | 849 | 94 | * | 20 | 1000 | 270 | 2.38 | 1.06 | 849 | 95 | * | 20 | 2000 | 318 | 2.33 | 1.02 | 1729 | 97 | * |
| Be - S | 0.8 | 3 | 1.6 | 1.6 | 1.00 | 3.8 | 43 | ** | 1 | 5 | 1.54 | 1.67 | 0.55 | 4.3 | 34 | * | 1 | 30 | 1.61 | 1.80 | 0.64 | 6 | 44 | ** |
| Co - S | 5 | 26 | 8 | 1.6 | 0.28 | 21 | 56 | ** | 5 | 50 | 7.70 | 1.83 | 0.67 | 26 | 61 | * | 5 | 20 | 5.84 | 1.33 | 0.29 | 12 | 50 | ** |
| Cr - S | 10 | 100 | 23 | 2.31 | 1.01 | 100 | 63 | ** | 10 | 100 | 25 | 2.37 | 1.05 | 100 | 66 | ** | 10 | 1500 | 28 | 2.88 | 1.43 | 261 | 77 | ** |
| Cu - S | | | | | | | | | 5 | 70 | 11 | 2.30 | 1.00 | 58 | 61 | ** | 5 | 100 | 8.16 | 1.72 | 0.58 | 14 | 65 | ** |
| La - S | 20 | 100 | 33 | 1.76 | 0.61 | 90 | 81 | ** | 20 | 100 | 35 | 1.63 | 0.52 | 92 | 95 | * | 20 | 150 | 31 | 1.58 | 0.48 | 77 | 85 | ** |
| Mo - S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nb - S | 10 | 100 | 33 | 1.88 | 0.70 | 100 | 94 | ** | 10 | 150 | 23 | 1.98 | 0.77 | 92 | 92 | * | 10 | 200 | 19 | 1.87 | 0.69 | 121 | 89 | * |
| Ni - S | 4 | 26 | 9 | 1.69 | 0.17 | 26 | 37 | ** | 5 | 20 | 11 | 1.52 | 0.43 | 25 | 50 | * | 5 | 100 | 7.98 | 1.97 | 0.77 | 56 | 45 | ** |
| Pb - S | 10 | 100 | 24 | 2.11 | 0.86 | 100 | 94 | ** | 10 | 70 | 20 | 1.81 | 0.65 | 67 | 92 | * | 10 | 200 | 20 | 1.87 | 0.69 | 70 | 89 | ** |
| Sc - S | | | | | | | | | 5 | 15 | 6.31 | 1.44 | 0.37 | 14 | 47 | * | 5 | 20 | 7.24 | 1.56 | 0.47 | 18 | 57 | ** |
| Sn - S | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 200 | 23 | 2.68 | 1.28 | 30 | 53 | * |
| Sr - S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V - S | 15 | 100 | 31 | 1.86 | 0.69 | 100 | 75 | ** | 10 | 150 | 28 | 1.86 | 0.68 | 95 | 82 | * | 10 | 150 | 25 | 1.92 | 0.73 | 92 | 86 | ** |
| Y - S | 10 | 100 | 32 | 1.78 | 0.63 | 100 | 94 | ** | 10 | 100 | 22 | 1.70 | 0.57 | 63 | 95 | * | 10 | 300 | 22 | 1.91 | 0.72 | 80 | 93 | ** |
| Zr - S | | | | | | | | | | | | | | | | | 150 | 1000 | 700 | 1.61 | 0.50 | 1814 | 31 | * |
| Pb -AA | 5 | 30 | 12 | 1.97 | 0.16 | 30 | 44 | * | 5 | 50 | 17 | 1.79 | 0.10 | 50 | 76 | ** | 5 | 50 | 12 | 1.66 | 0.54 | 27 | 57 | * |
| Zn -AA | 5 | 55 | 17 | 2.21 | 0.13 | 50 | 100 | ** | 5 | 80 | 20 | 1.94 | 0.09 | 76 | 100 | ** | 5 | 200 | 16 | 1.94 | 0.74 | 62 | 95 | * |
| Cu -AA | 5 | 10 | 6 | 1.36 | 0.23 | 10 | 31 | ** | 5 | 25 | 7 | 1.71 | 0.24 | 18 | 58 | ** | 5 | 14 | 6 | 1.47 | 0.23 | 14 | 30 | ** |

OBSERVAÇÕES:

1 - AS ANÁLISES FORAM REALIZADAS POR ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO (S), E ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA (A.A.).

2 - A MÉDIA (x̄) E O DESVIO (s) SÃO GEOMÉTRICOS, EXPRESSOS EM ppm (EXCETO PARA O Fe, Mg, Ca E Ti EXPRESSOS EM PORCENTAGEM).

3 - QUANDO A HIPÓTESE LOG-NORMAL FOI ACEITA O VALOR LIMIAR CORRESPONDE A $\bar{x}.s^2$. QUANDO REJEITADA, ESTE VALOR FOI CALCULADO ATRAVÉS DA OBSERVAÇÃO DOS HISTOGRAMAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE.

4 - O GRAU DE DETECÇÃO REFERE-SE AO NÚMERO DE VALORES DEFINIDOS EM RELAÇÃO AO TOTAL DOS VALORES ANALISADOS QUIMICAMENTE PARA DETERMINADA VARIÁVEL.

*CONVENÇÕES*

* HIPÓTESE LOG-NORMAL ACEITA

** HIPÓTESE LOG-NORMAL REJEITADA

TABELA 2

CPRM

PROJETO JAMANXIM
SUREG - MA

Geoquímica Regional - Sumário dos Estimadores

RELATÓRIO FINAL

Granodiorito Jamanxim mostraram os resultados mais significativos.

## 6.2 - Associações Geoquímicas

### 6.2.1 - Considerações Preliminares

As associações entre os constituintes de cada população foram avaliadas através da correlação dos resultados dos elementos presentes nos sedimentos de corrente, e se constituem em subsídios úteis na compreensão do comportamento geoquímico dos elementos nas diferentes populações-alvo regionalmente discriminadas.

A matriz de correlação é organizada segundo a comparação entre pares de amostra, utilizando o momento-produto de Pearson, coeficiente de correlação usualmente referido como r, para aquilatar a relação linear entre valores X e Y das amostras, e é um estimador do coeficiente de correlação da população. Varia de +1 a -1, se a correlação for positivamente forte ou -1 a +1, se a correlação em função da outra variável for inversa. O valor zero indica a falta de qualquer espécie de relação linear.

Esta técnica estatística é muito utilizada nos levantamentos geoquímicos. Alguns autores como CHAYES (1969) in MIESCH (1976) e CHAPMAN et alii (1976) entre outros, ressaltaram algumas limitações da matriz de correlação.

CHAYES (op. cit.) mostrou que a correlação entre variáveis composicionais não reflete necessariamente relações petrológicas ou geoquímicas. CHAPMAN et alii (op. cit.) afirmam que o coeficiente de correlação, que é uma medida de similaridade entre as variáveis, somente quantifica uma relação li

near, podendo levar a resultados espúrios. MIESCH et alii (1976) sugerem que o problema não se torna importante quando as variáveis estão presentes em quantidades-traço, podendo o coeficiente de correlação não refletir, necessariamente, uma relação geoquímica.

No intuito de minimizar as dúvidas acima levantadas, só serão levadas em consideração, para efeito de interpretação, as correlações das variáveis presentes em quantidades-traço, sendo observadas com certa reserva correlações entre os elementos maiores, bem como as correlações entre Fe e Mn com os metais que poderiam ter sido capturados nos seus óxidos por adsorção e coprecipitação.

Desse modo, devido às limitações mencionadas, a matriz de correlação será utilizada apenas como um "índice de associação geoquímica" como sugere MIESCH (1976), não sendo aplicado nenhum teste para julgar a sua significância estatística.

As matrizes de correlação das diversas populações-alvo estão representadas nas figuras 3, 4, 5, 6 e 7.

Para efeito de melhor visualização, os valores de r foram colocados em classes de correlação. Assim, a correlação de $r = 0,30$ foi classificada como baixa; r entre 0,30 a 0,59, correlação regular; valores compreendidos de 0,60 a 0,79, correlação boa; e de $r > 0,80$, correlação excelente.

### 6.2.2 - Grupo Cuiú-Cuiú

No Grupo Cuiú-Cuiú, (Fig. 3), foram observadas as associações Zn-Cu-V-Co e Ni-Cr-Co (Fe-Mg-Ca) possivelmente refletindo litologias metabásicas e meta-ultrabásicas (anfibolitos).

Nota-se uma pequena influência do Fe sobre os elementos Cu e Zn, sendo exibidas correlações negativas entre as variáveis (Cu e Be) e (Nb e B). A pequena amplitude das variáveis B e Be pode explicar esse fenômeno de correlação negativa sem que haja, a priori, um realçado evènto geológico.

A importância do Grupo Cuiú-Cuiú reside no fato de que os rios que drenam suas litologias, apresentam as maiores concentrações de Au nas análises por absorção atômica dos concentrados de bateia. Os estudos petroquímicos realizados por PESSOA et alii (1977), revelaram uma possível origem básica para as rochas do Grupo Cuiú-Cuiú, com o ouro sendo remobilizado e concentrado provavelmente em filões.

A associação dos elementos encontrados nos sedimentos de corrente permite concluir que o ambiente secundário refletiu, razoavelmente, a presença de litologias condicionadoras ou geradoras das mineralizações de Au na área do Projeto.

### 6.2.3 - Granodiorito Jamanxim

No Granodiorito Jamanxim (figura 3) foram reveladas as associações Ni-V-Sc-Co, Pb-Zn-Cu-Be-B e Sn-Cu.

A primeira associação, representada por elementos litófilos e siderófilos, caracteriza a influência de rochas de natureza máfica e, à primeira vista, demonstra estar incompatível com o caráter félsico da rocha granodiorítica.

No entanto, PESSOA et alii (1977) afirmam que o conteúdo de Ni e Cr e as relações Cr/Mg e Ni/Mg apresentadas pelas análises das rochas, sugerem que esta unidade pode ter sido derivada diretamente do manto, ou de rochas básicas constituintes da crosta. No último caso, a fusão parcial dos anfibolitos do Grupo Cuiú-Cuiú poderia dar origem à formação de magmas ácidos responsáveis pela formação do Granodiorito Jamanxim. Essas

afirmações carecem de estudo mais detalhado segundo os autores, estando, ainda, no terreno das especulações.

A segunda associação Pb-Zn-Cu-Be-B revela um caráter mais ácido, admitindo-se que a presença de B e Be seja um indício de estágio final de cristalização magmática das rochas granodioríticas, ou mesmo de corpos mais ácidos que compõem esta unidade litológica.

Admite-se que a última associação (Cu-Sn), provavelmente vinculada a apófises de alaskitos, favorável à mineralização sulfetada, seja o reflexo do ambiente primário. É ainda viável supor que, o elemento estanho esteja também associado a mineralizações sulfetadas e que o mesmo possa acompanhar o Cu, nos referidos sulfetos.

### 6.2.4 - Granito Mangabal

No Granito Mangabal (Fig. 4), destacou-se a associação dos elementos La-Ba-Pb. Estes elementos são normalmente ligados às rochas ácidas e, levando-se em consideração o comportamento geológico da área, admite-se a relação entre Pb e La como sendo característica das últimas fases da cristalização magmática, talvez ligadas a uma fase pegmatítica. A presença do bário pode ser encarada como resultado da atividade hidrotermal, ou mesmo manifestações alcalinas, já que estes elementos tendem a se concentrar nos feldspatos potássicos (GOLDSCHMIDT, 1970), minerais normalmente presentes nas rochas graníticas.

### 6.2.5 - Quartzo-Monzonito Santa Helena

Nesta população-alvo destacam-se as associações Cu-Pb-Zn-La-V-Sc-Co e Ni-Nb-Y-V-Sc (Fig. 4) nos sedimentos de corrente.

# PROJETO JAMANXIM - SUREG - MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

## GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

### ÁREA TOTAL - GRUPO CUIÚ-CUIÚ - GRANODIORITO JAMANXIM

| | Fe S% | Mg S% | Ca S% | Ti S% | Mn S | Ag S | B S | Ba S | Be S | Co S | Cr S | La S | Mo S | Nb S | Ni S | Sc S | Sn S | Sr S | V S | Y S | Zr S | Cu S | Pb S | Zn % | As Col | Sb Col |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sb - Col | (○) | ○ | (○) | ○ | (○) | | ◕ | ○ | (○) | | ○ | ○ | | ○ | (○) | (○) | (○) | | ○ | (○) | | | | (◎) | | ◎ |
| As - Col | ◎ | (○) | (○) | (○) | ◎ | | ○ | (○) | ○ | ○ | ◎ | ◎ | | ◎ | ◎ | ◎ | (○) | | ◎ | ○ | (○) | ● | ◎ | (○) | ● | |
| Zn - AA | ◎△▨ | ◎▲▨ | ◎△▨ | ○(△)□ | ◎△▨ | ◎ (□) | (○)(▲)□ | ○△▨ | ○(△)□ | ◎▲▨ | ○△□ | ◕(△)▨ | (○) (□) | ○(△)□ | ○▲□ | ○△▨ | ◎ ▨ | (○) □ | ◎▲▨ | ○(△)□ | ○(△)□ | ◎▲▨ | ◎△▨ | ◕ | | |
| Pb - AA | ○▲□ | ○▲□ | ◎△▨ | ○△□ | ◕▲▨ | (○) | (○)(▲)▨ | ○△□ | ◕△● | ○▲□ | (○)△(□) | ◕△▨ | (○) □ | ○△▨ | ○△□ | ○▲(□) | ◎ □ | (○) | ○△□ | ◕▲▨ | ○(△)□ | ○▲□ | ●▲◘ | | | |
| Cu - AA | ○▲▨ | ○▲□ | ○▲□ | ○△□ | ○▲□ | (○) | (○)(▲)□ | ○△□ | (○)(▲)□ | ◎▲□ | (○)△□ | ○▲□ | ◎ □ | (◎)▲(□) | ○▲□ | ○▲□ | ◎ ▨ | (○) | ◎▲□ | ○▲(□) | (○)△□ | ●▲◘ | | | | |
| Zr - AA | (◎)△□ | (○)△(□) | ○(▲)□ | ◎▲▨ | ◎△▨ | ◎ ▨ | (○) (□) | ◎▲□ | ○▲□ | (○)△(□) | (○)△(□) | (○)▲(□) | (○) | ○ ▨ | (○)△(□) | (○)△□ | (○) □ | (◎) (▨) | (○)▲(□) | ○△□ | ◕▲◘ | | | | | |
| Y - S | ○▲▨ | ○(△)□ | ○(△)□ | ○▲□ | ○▲□ | (○) (▨) | (○)(▲)□ | ○△□ | ◕(△)□ | ○△□ | (○)(△)□ | ◎▲▨ | (○) □ | ◕▲▨ | ○△□ | ◎▲□ | ○ (▨) | (○) (□) | ○△□ | ◕▲◘ | | | | | | |
| V - S | ◎▲(▨) | ◎▲◙ | ◎▲□ | ◎△▨ | ◎▲▨ | (○) (□) | ○(△)□ | ◎▲▨ | (○)△(□) | ◕▲◙ | ○▲□ | ○△□ | ◎ ▨ | ○△□ | ◕▲(▨) | ◎▲◙ | ○ (□) | ○ (□) | ◕▲◘ | | | | | | | |
| Sr - S | (○) (▨) | ○ (◙) | ○ (▨) | (○) (▨) | (○) (□) | | (○) | (○) (□) | ○ (□) | (○) | ○ | ○ □ | | ○ | ○ | (○) | ■ | ◕ ◘ | | | | | | | | |
| Sn - S | (○) (▨) | ○ (□) | (○) (▨) | ○ (□) | (○) (▨) | | (○) (▨) | ○ □ | (○) (▨) | (○) (□) | (○) □ | (○) □ | | ○ (□) | (○) (□) | (○) (▨) | ◕ ◘ | | | | | | | | | |
| Sc - S | ◎▲▨ | ○△▨ | ○△□ | ◎▲▨ | ◎▲▨ | (◎) (▨) | ○(▲)(□) | ○▲□ | (○)(△)□ | ◎▲(▨) | ○△□ | ○▲□ | (◎) (▨) | ○▲□ | ◎(△)◙ | ◕▲◘ | | | | | | | | | | |
| Ni - S | ◙▲(▨) | ◎▲◙ | ◎▲▨ | ○△□ | ◎□▨ | (◙) (▨) | ○(▲)□ | ○▲□ | (○)▲)□ | ◙▲(▨) | ◎▲□ | ○▲□ | (◎) (▨) | ○(△)▨ | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | |
| Nb - S | ○△▨ | ○(△)□ | ○(△)□ | ○▲□ | ○▲▨ | (○) | ○(▲)□ | ○△□ | ◕(△)□ | ○△□ | (○)(△)(□) | ○▲□ | (○) (□) | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | |
| Mo - S | (○) (□) | (○) □ | ○ □ | ○ □ | (○) (▨) | | ○ □ | ○ □ | ◕ ▨ | (○) (□) | ○ □ | (○) □ | ◕ ◘ | | | | | | | | | | | | | |
| La - S | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ○▲□ | ○△□ | | (○)(▲)□ | ○△□ | ○(▲)(□) | ○▲□ | (○)△□ | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | | | |
| Cr - S | ○▲□ | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ○△□ | (◎) (▨) | ○(△)(□) | ○▲□ | (○)(△)(□) | ○▲□ | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Co - S | ◙▲▨ | ◎▲▨ | ◎▲▨ | ○△□ | ◕▲▨ | (◎) (▨) | ○(▲)(□) | ○▲□ | (○)(△) | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Be - S | ○(△)□ | ○(△)□ | ○(▲)□ | (○)(▲)□ | ○(△)□ | | ○ (▨) | (○)(△)□ | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ba - S | ◎▲▨ | ◎▲▨ | ◎△▨ | ○△ ▨ | ◎▲▨ | ◎ (▨) | (○)(△)(□) | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | (○)(△)(□) | ○(△)□ | ○(▲)□ | (○)(▲)(▨) | (○)(▲)□ | | ◕▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ag - S | (○) (▨) | (○) (▨) | ◎ | (○) | ○ (▨) | ● ◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn - S | ◙▲▨ | ○△▨ | ○△▨ | ◎▲▨ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ti - % | ◎▲▨ | ◎(△)▨ | ○△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca - % | ◎▲▨ | ◎▲▨ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg - % | ◙▲▨ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe - S% | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIG. 3

### CONVENÇÕES

| ÁREA TOTAL | GRUPO CUIU-CUIU | GRANODIORITO JAMANXIM | | |
|---|---|---|---|---|
| ○ | △ | □ | < 0.30 | CORRELAÇÃO BAIXA |
| ◎ | ◬ | ▨ | 0.30—0.59 | CORRELAÇÃO REGULAR |
| ◕ | ▲ | ◙ | 0.60—0.79 | CORRELAÇÃO BOA |
| ● | ▲ | ■ | > 0.80 | CORRELAÇÃO EXCELENTE |

S Espectrografia de emissão

Col Colorimetria

AA Absorção atômica

( ) Correlação inversa

# PROJETO JAMANXIM - SUREG - MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

## GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

### GRANITO MANGABAL - QUARTZO-MONZONITO SANTA HELENA

| | Fe S % | Mg S % | Ca S % | Ti S % | Mn S | B S | Ba S | Be S | Co S | Cr S | La S | Nb S | Ni S | Sc S | V S | Y S | Zr S | Cu AA | Pb AA | Zn AA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zn - AA | ◎ ◬ | ○ △ | ◎ ◬ | (◎) (◬) | ◎ ◬ | △ | ○ △ | ◎ △ | ○ ◬ | ◎ (△) | ◉ ◬ | (○) (△) | (○) ◬ | ◎ ◬ | (○) ◬ | ◉ △ | ◬ | (◎) ◬ | ◉ ◬ | ◉ ▲ |
| Pb - AA | (○) ◬ | ○ △ | ◬ | (△) | ○ ◬ | △ | ◎ △ | △ | (◉) ◬ | ○ (△) | ◎ ◬ | ○ ◬ | ◬ | ○ ◬ | ◬ | ◉ △ | △ | (◉) ◬ | ◉ ▲ | |
| Cu - AA | ◉ ◬ | △ | ◬ | ◬ | ○ ◬ | △ | (◎) △ | (△) | ◬ | (◬) | ◬ | (◉) (△) | △ | ◬ | ◬ | (◎) △ | △ | ◉ ▲ | | |
| Zr - S | △ | (◬) | | (△) | ◬ | | △ | | | △ | (△) | ◬ | △ | (△) | △ | (△) | ▲ | | | |
| Y - S | ◎ ◬ | (○) (△) | ◎ (△) | (◎) (△) | ◎ ◬ | △ | ○ △ | ◉ △ | (○) △ | ○ △ | ◉ ◬ | (○) ◬ | (◉) ◬ | ▲ | ○ ◬ | ◉ ▲ | | | | |
| V - S | ◉ ◬ | (◉) (◬) | ◎ ◬ | ◎ (△) | ◉ ◬ | △ | (○) ◬ | (○) (△) | ◉ ◬ | ◎ (△) | (○) ◬ | (◎) ◬ | ◎ ◬ | ○ | ◉ ▲ | | | | | |
| Sc - S | ◉ ◬ | ◉ △ | ◬ | (△) | ◉ ◬ | △ | ○ △ | (△) | ◉ ◬ | ◉ (△) | ◉ ◬ | (◎) ◬ | ◬ | ◉ ▲ | | | | | | |
| Ni - S | ◉ ◬ | ◉ △ | ◎ △ | (△) | ◎ ◬ | △ | (◎) △ | △ | ○ △ | △ | (○) ◬ | (◎) ◬ | ◉ ▲ | | | | | | | |
| Nb - S | (◎) (△) | (○) (△) | (○) (◬) | ◎ △ | (○) ◬ | △ | ○ △ | ○ △ | (◉) △ | (◎) △ | (○) (△) | ◉ ▲ | | | | | | | | |
| La - S | ○ ◬ | ◎ △ | ◉ ◬ | (◎) (△) | ○ ◬ | △ | ◉ ◬ | ○ (△) | ○ ◬ | ○ (△) | ◉ ▲ | | | | | | | | | |
| Cr - S | ◉ (△) | ◉ ◬ | ◉ (△) | ◎ (△) | ◉ (△) | △ | ○ (◬) | ◬ | ◎ (△) | ◉ ▲ | | | | | | | | | | |
| Co - S | ◉ ◬ | ◉ △ | ◎ ◬ | (△) | ◉ ◬ | △ | ○ ◬ | (△) | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | |
| Be - S | ◎ △ | ○ △ | ○ (◬) | ○ △ | ◎ △ | | ○ △ | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | |
| Ba - S | (○) ◬ | ○ △ | ◎ ◬ | ○ △ | ○ ◬ | △ | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | △ | (△) | △ | (◬) | △ | ▲ | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn - S | ◉ ◬ | ◎ (◬) | ◎ ◬ | ○ △ | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ti - % | (○) △ | ○ (△) | ○ (◬) | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca - % | ◉ ◬ | ◉ ◬ | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg - % | ◉ ◬ | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe - % | ◉ ▲ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIG. 4

### CONVENÇÕES

| GRANITO MANGABAL | QUARTZO-MONZONITO SANTA HELENA | | |
|---|---|---|---|
| ○ | △ | < 0.30 | CORRELAÇÃO BAIXA |
| ◎ | ◬ | 0.30 – 0.59 | CORRELAÇÃO REGULAR |
| ◉ | ◬ | 0.60 – 0.79 | CORRELAÇÃO BOA |
| ◉ | ▲ | > 0.80 | CORRELAÇÃO EXCELENTE |

S Espectrografia de emissão

Col Colorimetria

AA Absorção atômica

( ) Correlação inversa

As correlações entre elementos tipicamente de ascendência félsica como o Nb, Sc, La e de ascendência máfica como Ni, Co e Va, numa mesma população, não definem corretamente o ambiente geológico local, uma vez que a área em questão parece estar exclusivamente sob influência de rocha de natureza ácida (quartzo-monzonito). Apesar das fortes restrições que devem ser feitas às correlações de metais nos meios secundários, a presença de metais como níquel, cobalto e vanádio, poderia indicar a participação, pelo menos parcial, de rochas básicas na formação do Quartzo-Monzonito Santa Helena, admitindo um magma básico e anídrico, originado a partir da fusão parcial de rochas charnoquíticas ou de basaltos ricos em alumínio derivados do manto, com aporte menos substancial de material da crosta, hipótese essa levantada em função da sua semelhança química com os granitos do tipo Parguaza descrito por MENDONZA et alii (1975), para o qual foi sugerido essa origem.

### 6.2.6 - Sub-Grupo Iriri Total

#### 6.2.6.1 - Generalidades

A associação Nb-Y-Sc (Fig. 5) revela ascendência ácida. A correlação negativa do Sb e Sn versus Pb, evidencia que os respectivos elementos não estão associados no ambiente de dispersão secundária e, muito provavelmente, igual comportamento estaria ocorrendo no ambiente primário deste grupo litológico.

Devido a essa população-alvo apresentar riolitos, ignimbritos e tufos, torna-se difícil conjecturar a respeito da efetiva representatividade da referida associação, no que se diz respeito a este Sub-Grupo, como um todo. Assim, serão exami

# PROJETO JAMANXIM - SUREG - MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

## GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

### SUB-GRUPO IRIRÍ: TOTAL - FORMAÇÃO ARURI - FORMAÇÃO SALUSTIANO

| | Fe S% | Mg S% | Ca S% | Ti S% | Mn S | B S | Ba S | Be S | Co S | Cr S | La S | Nb S | Ni S | Sc S | Sn S | Sr S | V S | Y S | Zr S | Cu AA | Pb AA | Zn AA | As Col | Sb Col |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sb - Col | (○)◬ | ○◬ | (○)(△) | ○△ | (◎)(△) | ◉ | ○△ | (◎)(◬) | | ○ | ○△ | ○ | ○△ | (○)(△) | | | ○◬ | (◎)(◬) | | | | (◎)(△) | | ●▲ |
| As - Col | (○) | ○ | ○ | (○) | ○ | | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | ○ | ○ | | | | ○ | ● | |
| Zn - AA | ◎△ | ○△□ | ◎◬□ | ○△□ | ◎△□ | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ◎△▣ | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ◎△□ | ◎△▣ | (○)▲ | (○) | ◎△▣ | ◎△□ | (○)(△)(■) | ○△▣ | ◎◬□ | ●▲◘ | | |
| Pb - AA | ◎◬◉ | ○△□ | ◎◬□ | ○◬□ | ◎△□ | ○△□ | ○△□ | ○△ | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ○◬□ | ◎◬□ | ◎△□ | (●) | (◉) | ◎△□ | ◎◬□ | ○(△)□ | ○△(□) | ●▲◘ | | | |
| Cu - AA | ◎△▣ | (○)(△)□ | ○△□ | ○△□ | ○△(□) | ○△□ | (○)△(□) | (○)△(□) | ○(△)▣ | (○)△□ | ○(△)□ | (○)△(□) | ○(△)▣ | ◎(△)▣ | | (○) | ○(△)▣ | ○(△)□ | (◎)△(□) | ●▲◘ | | | | |
| Zr - S | (○)△(▣) | ○◬(□) | ○△□ | ○△(□) | ○△(□) | (○)(◬)□ | ○△▣ | (○)(△) | (◎)△(◉) | ○△□ | ○△(□) | ○△□ | ○△□ | (○)△(□) | | | ○△(□) | (○)△(□) | ●▲◘ | | | | | |
| Y - S | ◎◬□ | ○△□ | ○◬(□) | ◎△□ | ◎△□ | (○)(△)□ | ○△□ | ○△▣ | ○△□ | (○)△(□) | ○△□ | ○◬▣ | ○△□ | ◎△▣ | ○(△) | (○) | ◎△□ | ●▲◘ | | | | | | |
| V - S | ◎◬▣ | ○◬□ | ◎◬□ | ○◬□ | ◎△□ | ○△□ | ◎◬□ | ○△□ | ○△▣ | ○△□ | ○△□ | ◎△□ | ◎△ | ◎◬▣ | ◎△ | ○ | ●▲◘ | | | | | | | |
| Sr - S | (◎) | (○) | (○) | ◎ | (○) | (◉) | (○) | ◎ | (◎) | ○ | ◎ | ○ | (○) | (◎) | | ● | | | | | | | | |
| Sn - S | (○)(▲) | ◎(▲) | (○)(△) | ○(△) | (◎)(△) | (○)◬ | (○)(△) | ○(△) | (○) | (○)(△) | ○▲ | ○(▲) | (○) ▣ | | ●▲ | | | | | | | | | |
| Sc - S | ◎◬▣ | ○△□ | ◎◬(□) | ◎△□ | ○△□ | ○△□ | ○△(□) | (○)(△)(□) | ○△□ | ○△(□) | ○△□ | ◎△□ | ◎△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | |
| Ni - S | ○◬▣ | ◎◬□ | ◎◬□ | ○△□ | ○△□ | ◎△□ | ○△(□) | (○)(△)(□) | ○◬□ | ◎◬□ | ○△□ | ◎△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | |
| Nb - S | ○◬□ | ○△□ | ○◬(□) | ○△□ | ○△□ | ○(△)□ | ○△□ | ○△(◉) | ○△(□) | (○)(△)(□) | ○△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | |
| La - S | ○△□ | ○△□ | ○△(□) | ○△□ | ○△(□) | ○△□ | ○△□ | ○(△)□ | ○△▣ | (○)(△)(□) | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | |
| Cr - S | ○△□ | ○◬□ | ○◬(□) | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ○△(□) | (○)(△)(□) | ○△(□) | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | |
| Co - S | ◎◬▣ | ○◬□ | ◎◬□ | ○△□ | ○△□ | ○△□ | ○△(□) | (○)(△) | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Be - S | ○(△)□ | (○)(△)□ | ◎◬□ | (○)(△)□ | ○△□ | (○)(△)□ | (○)(△)□ | ●▲ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ba - S | ◎◬□ | ◎◬□ | ◎◬□ | ◎△□ | ○△□ | ○△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B - S | ○△(□) | ○△(□) | ○△(□) | (○)(△)(□) | ○△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn - S | ◎◬▣ | ○△□ | ◎◬□ | ◎△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ti - S% | ◎◬□ | ○△□ | ○△(□) | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca - S% | ◎◬□ | ◎△□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg - S% | ◎◬□ | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe - S% | ●▲◘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIG. 5

### CONVENÇÕES

| SUB-GRUPO IRIRÍ TOTAL | FORMAÇÃO ARURI | FORMAÇÃO SALUSTIANO | | |
|---|---|---|---|---|
| ○ | △ | □ | < 0.30 | CORRELAÇÃO BAIXA |
| ◎ | ◬ | ▣ | 0.30 – 0.59 | CORRELAÇÃO REGULAR |
| ◉ | ▲ | ◘ | 0.60 – 0.79 | CORRELAÇÃO BOA |
| ● | ▲ | ■ | > 0.80 | CORRELAÇÃO EXCELENTE |

S Espectrografia de emissão

Col Colorimetria

AA Absorção atômica

( ) Correlação inversa

nadas as associações pertinentes às formações Aruri e Salustiano, componentes deste Sub-Grupo.

### 6.2.6.2 - Formação Aruri

O agrupamento Sn-Cu-Zn-B-La define a associação mais evidente na Formação Aruri. É notado correlação fortemente negativa (r= -0,829) entre Sn e Nb. Não existe, em princípio, explicação para esse fenômeno, visto que esses elementos, de modo geral, mostram quase sempre boa correlação tanto no ambiente primário quanto no ambiente secundário.

A associação é indicativa de rochas ácidas, evidenciando paragênese típica de atividade hidrotermal pneumatolítica conectada a sulfetos.

### 6.2.6.3 - Formação Salustiano

As principais associações discriminadas nesta população-alvo são constituídas pelas "suites" Zn-Co-Sc-V e Nb-Be-Y-Sc. A primeira "suite" é típica de ascendência intermediária, enquanto que a última está relacionada a magmas ácidos (cujo agrupamento metálico é típico da consolidação de resíducs de composição granítica). Esta população-alvo compõe-se de riolitos, riodacitos e dacitos. Nota-se que essas duas "suites" geoquímicas traduzem duas litologias de composições, dacítica e riolítica.

Os elementos Nb e Be, presentes na 2ª associação, são característicos de atividade pneumatolítica, particularmente propícia à concentração de cassiterita, e isso justificaria a presença deste mineral, aí detectado nos sedimentos drenando, possivelmente, as rochas riolíticas. A presença do Sc nas duas associações pode ser explicada pelo fato do elemento ser encon

trado em afinidade com elementos ferro-magnesianos, os quais se separam tanto nas fases iniciais da cristalização magmática como, também, nas fases finais, podendo, eventualmente, formar resíduos de concentrados de cassiterita e wolframita (BOYLE, 1974).

### 6.2.7 - Sub-Grupo Carapuça Total

#### 6.2.7.1 - Generalidades

As associações Pb-Zn-B-Nb-Y-Be e Cu-Ni-Co-V caracterizam esta população-alvo, estando a primeira relacionada a litótipos ácidos, enquanto a segunda aparece vinculada a rochas de composição intermediária.

O Sub-Grupo Carapuça Total (Fig. 6) é composto de rochas intrusivas plutônicas de composição ácida à intermediária, como também diques de andesitos, dioritos e monzonito. Desse modo, sugere-se que as associações presentes são indicativas desses dois ambientes.

#### 6.2.7.2 - Formação Maloquinha

Os biotita-granitos, os alaskitos, os granodioritos, os granófiros e riolitos pórfiros, pertencentes à Formação Maloquinha, formam a litologia mais importante da área do Projeto, no tocante à mineralização de estanho. Por outro lado, a paragênese cassiterita + topázio + turmalina foi uma constante em diversos locais, principalmente nas regiões das serras Porquinho e Boa Esperança e bacia do igarapé Botica.

### 6.2.8 - Formação Gorotire e Formação Cubencranquém

Na Formação Gorotire (Fig. 7) as associações des

# PROJETO JAMANXIM - SUREG - MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

### GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

SUB-GRUPO CARAPUÇA: TOTAL – FORMAÇÃO MALOQUINHA – ALASKITO

| | Fe S% | Mg S% | Ca S% | Ti S% | Mn S | B S | Ba S | Be S | Co S | Cr S | La S | Nb S | Ni S | Sc S | Sn S | V S | Y S | Zr S | Cu AA | Pb AA | Zn AA | As Col |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| As-Col | O △ | (O)(△) | | (O)(△) | ◎ ◬ | | O △ | | | | (◎)(△) | (O)(△) | | | | ◎ ◬ | O △ | | | | (◎)(◬) | O △ |
| Zn-AA | O △ | O △ | O △ | O(△) | O △ | (O)(△) | O △ | ◎ △ | O △ | O △ | ◎ △ | (O)(△) | O △ | O △ | (O)(△) | O △ | O △ | O △ | (O)(△) | ◎ ◬ | O △ | |
| Pb-AA | ◎ △ | ◎ ◬ | ◎ △ | (O)(△) | O △ | (◎) △ | O(△) | ◎ ◬ | O(△) | O(△) | O △ | ◎ ◬ | ◎ △ | O(△) | (O)(△) | O △ | ◎ ◬ | (O) | ◎ △ | O △ | | |
| Cu-AA | O △ | O(△) | O △ | (O)(△) | (O)△ | (O) | (O)(△) | O △ | ◎(△) | O(△) | ◎ △ | O △ | ◎ ◬ | O(△) | | ◎ △ | ◎ △ | | O △ | | | |
| Zr-S | O △ | O △ | O △ | O △ | O △ | | O △ | O(△) | O | (O) | O △ | O(△) | ◎ △ | O | | ◎ △ | O(△) | O △ | | | | |
| Y-S | O △ | O(△) | O △ | O(△) | O △ | (O)(△) | (O)(△) | ◎ ◬ | O(△) | (O)(△) | O △ | ◎ ◬ | O(△) | O △ | (◎)(◬) | (O)(△) | O △ | | | | | |
| V-S | ◎ ◬ | ◎ △ | O △ | O △ | O △ | ◎(△) | O △ | (O)(△) | ◎ △ | ◎ △ | O △ | O(△) | ◎ ◬ | ◎ △ | (◎)(△) | O △ | | | | | | |
| Sn-S | (◎)(△) | (◎)(△) | (◎)(△) | (O)(△) | O △ | O △ | (O)△ | (◎)(◬) | | (◎)(◬) | ◎ △ | (◎)(◬) | O △ | O | O △ | | | | | | | |
| Sc-S | ◎ △ | O(△) | O(△) | O △ | O △ | ◎ △ | O △ | (O)(△) | O(△) | O △ | O △ | O △ | ◎ △ | O △ | | | | | | | | |
| Ni-S | ◎ ◬ | ◎ △ | ◎ △ | ◎ △ | O △ | ◎ △ | ◎ △ | (O)(△) | ◎ ◬ | ◎ △ | O △ | O(△) | O △ | | | | | | | | | |
| Nb-S | O △ | O △ | O △ | O(△) | O △ | O(△) | (O)(△) | ◎ ◬ | (O)(△) | O(△) | O(△) | O △ | | | | | | | | | | |
| La-S | O △ | O △ | O △ | O △ | O △ | (O)△ | O △ | O △ | O △ | O △ | O △ | | | | | | | | | | | |
| Cr-S | O △ | ◎ △ | O(△) | O(△) | (O)(△) | ◎ △ | O △ | (O)(△) | ◎ △ | O △ | | | | | | | | | | | | |
| Co-S | ◎ △ | ◎ △ | O △ | O(△) | O △ | (O)△ | ◎ △ | O △ | O △ | | | | | | | | | | | | | |
| Be-S | O △ | O △ | ◎ ◬ | ◎(△) | O △ | (O)(△) | (O)(△) | O △ | | | | | | | | | | | | | | |
| Ba-S | ◎ △ | ◎ △ | O △ | O △ | ◎ ◬ | O(△) | O △ | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-S | (O)(△) | O(△) | O(△) | O(△) | (O)(△) | O △ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn-S | ◎ ◬ | O ◬ | O ◬ | ◎ △ | O △ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ti-% | ◎ ◬ | O △ | O(△) | O △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Co-% | ◎ ◬ | ◎ ◬ | O △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg-% | ◎ ◬ | O △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe-% | O △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIG. 6

## CONVENÇÕES

| SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL | SUB-GRUPO CARAP. FORM. MALOQUINHA | | |
|---|---|---|---|
| O | △ | < 0.30 | CORRELAÇÃO BAIXA |
| ◎ | ◬ | 0.30 – 0.59 | CORRELAÇÃO REGULAR |
| ◉ | ◬ | 0.60 – 0.79 | CORRELAÇÃO BOA |
| ● | ◬ | > 0.80 | CORRELAÇÃO EXCELENTE |

S Espectrografia de emissão

Col Colorimetria

AA Absorção atômica

( ) Correlação inverso

tacadas são Pb-Zn-Ba-V-Nb e Ni-Co-Sc-Cu-Y. A última associação revela ascendência ultramáfica e provavelmente estaria refletindo a fonte dos sedimentos como provenientes de rochas do embasamento, relacionadas a unidades do Grupo Cuiú-Cuiú e do Granodiorito Jamanxim, tal como sugerem PESSOA et alii (1977). A presença do Au associado a essas rochas sedimentares indica um possível retrabalhamento das rochas auríferas arqueanas, valendo notar que não se conhece, até presente data, cassiterita (proveniente de litologias do Grupo Uatumã) que ocorra como acessório daquelas rochas.

A formação Cubencranquém (Fig. 7) revelou as associações Pb-Y-Sc-Nb e Ni-Cr, demonstrando contribuição de rochas ácidas e ultrabásicas, com esta última provavelmente oriunda do Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim, enquanto que a primeira associação poderia estar relacionada às rochas do Grupo Uatumã.

De modo geral, as análises de sedimentos de corrente nestas duas formações sedimentares parecem refletir principalmente a contribuição das rochas pretéritas, arqueanas, na sua formação.

# PROJETO JAMANXIM - SUREG - MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

## GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

## FORMAÇÃO GOROTIRE - FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM

| | Fe S% | Mg S% | Ca S% | Ti S% | Mn S | B S | Ba S | Co S | Cr S | La S | Nb S | Ni S | Sc S | V S | Y S | Zr S | Cu AA | Pb AA | Zn AA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zn-AA | ◎▲ | ◎△ | (●)(△) | ◎△ | ◎▲ | ○(△) | ○△ | ◎△ | ○△ | (△) | ○△ | ◎(▲) | ◎△ | ◎△ | ◎△ | ○▲ | (△) | ●▲ | ●▲ |
| Pb-AA | ◎▲ | (○)▲ | (△) | △ | ●△ | (○) | ●△ | △ | ○(△) | △ | ▲ | | ▲ | △ | ◎▲ | | (△) | ●▲ | |
| Cu-AA | △ | (▲) | ▲ | (△) | △ | | ▲ | ▲ | △ | △ | (△) | | | △ | (△) | | ▲ | | |
| Zr-S | ○▲ | (○)▲ | △ | ◉△ | ○△ | (○)△ | ○▲ | (◎) | (○)△ | (△) | ○△ | ○ | (○)(△) | ○△ | ◎△ | ●▲ | | | |
| Y-S | ◎△ | ◎△ | ◎(△) | ◎△ | ◎△ | (○)(△) | ○(▲) | (○)(▲) | ○△ | △ | ○▲ | ○(▲) | ◉△ | ◎△ | ●▲ | | | | |
| V-S | ●△ | ◎▲ | ◎△ | ◉△ | ◉(△) | ○(△) | ○(△) | ◎(△) | ◎▲ | △ | ○△ | ◎▲ | ◉ | ●▲ | | | | | |
| Sc-S | ●(△) | ◎△ | ○△ | ○△ | ○(△) | ○(▲) | (○)(△) | ◎ | ◎(△) | △ | (○)▲ | ◎(△) | ●▲ | | | | | | |
| Ni-S | ○△ | ◎△ | ○▲ | ○△ | ●(▲) | (○) | ○(△) | ●(▲) | ◎▲ | (△) | (○)(△) | ●(▲) | | | | | | | |
| Nb-S | ◎△ | ◎▲ | (◎)△ | ●▲ | ○△ | (○)(△) | ◉(△) | ○(△) | ○△ | △ | ●▲ | | | | | | | | |
| La-S | (△) | (△) | △ | △ | (△) | (△) | (△) | (▲) | △ | ▲ | | | | | | | | | |
| Cr-S | ◉▲ | ◉△ | ◎△ | ○△ | ◉▲ | ○△ | ○(△) | (○)(△) | ●▲ | | | | | | | | | | |
| Co-S | ●△ | (○)(△) | (○)△ | (▲) | ◉(△) | (○) | ○△ | ●▲ | | | | | | | | | | | |
| Ba-S | ◎▲ | ◎▲ | (○)△ | ○▲ | ◎▲ | (○)▲ | ●▲ | | | | | | | | | | | | |
| B-S | ○(△) | ◎△ | △ | (○)(△) | (○)(△) | ●▲ | | | | | | | | | | | | | |
| Mn-S | ●▲ | ◎▲ | ◉(▲) | ○▲ | ●▲ | | | | | | | | | | | | | | |
| Ti-% | ◎△ | (○)▲ | (△) | ●▲ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca-% | ○(△) | ◎△ | ●▲ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg-% | ◎▲ | ●▲ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe-% | ●▲ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIG. 7

### CONVENÇÕES

| FORMAÇÃO GOROTIRE | FORMAÇÃO CUBENCRANQUEM | | |
|---|---|---|---|
| ○ | △ | < 0.30 | CORRELAÇÃO BAIXA |
| ◎ | ▲ | 0.30 - 0.59 | CORRELAÇÃO REGULAR |
| ◉ | ▲ | 0.60 - 0.79 | CORRELAÇÃO BOA |
| ● | ▲ | > 0.80 | CORRELAÇÃO EXCELENTE |

S Espectrografia de emissão

Col Colorimetria

AA Absorção Atômica

( ) Correlação reversa

# 7 - DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS E MINERAIS PESADOS

## 7.1 - Generalidades

Neste capítulo é discutida a distribuição dos principais elementos e minerais pesados, no âmbito geral do Projeto. São abordados, ora individualmente, ora em conjunto com algum mineral relacionado.

Não foram considerados na interpretação aqueles elementos cuja variância introduzida apresentou índice maior que 50%, incluindo-se neste caso os elementos Ca, Cu e Pb analisados por espectrografia. Os elementos Zn, Sb, Cd e Au analisados também por este método não são discutidos por não terem apresentado valores definidos. Em anexo, são apresentados os mapas de distribuição geoquímica dos principais elementos e minerais discutidos neste trabalho (Anexos III, IV, V, VI, VII, VIII e IX).

## 7.2 - Cobre

O cobre tem sido utilizado com sucesso nos programas de prospecção geoquímica como um bom indicador de depósitos de sulfetos. Sua mobilidade é bastante influenciada pelo pH do meio amostrado, passando de alta em meio ácido, a baixa no meio alcalino.

No âmbito geral do Projeto, o cobre não apresentou destaque especial em nenhuma das populações-alvo consideradas, mostrando um grau de detecção de 31% para os valores analíticos na população amostrada em sedimento de corrente e uma variância combinada de 22% (cobre analisado por absorção atômica).

Na área total do Projeto, o cobre apresentou uma

variação de 5 a 35 ppm, com uma média geométrica de 7 ppm sendo assinaladas treze amostras estatisticamente anômalas. Cabe ressaltar que não houve praticamente diferenças significativas entre os "backgrounds" das diversas populações-alvo, tendo o mesmo se mantido na média de 7 ppm.

Os histogramas de frequência (Figuras 8A, 8B e 8C) obtidos para cobre nas diversas unidades regionalmente discriminadas exibem configurações bastante assimétricas, revelando um comportamento bem irregular para a repartição deste elemento na área do Projeto.

O maior valor registrado para cobre foi de 35 ppm, numa amostra coletada nas proximidades do Gabro Ingarana, valor este que pode ser considerado normal para este tipo de rocha.

Já no Quartzo-Monzonito Santa Helena foi detectado para o cobre um teor de 28 ppm, contra um "background" de 7 ppm. Mesmo assim a amostra (WP-299) com este valor registrou 7% de Fe, donde se pode depreender que este teor poderia estar simplesmente relacionado a processos de coprecipitação ou adsorção de cobre por hidróxido hidratado de Fe, acarretando, em consequência, um discreto enriquecimento do metal.

De maneira geral, a discreta variação do cobre no âmbito geral do Projeto e a distribuição irregular dos pontos estatisticamente anômalos, sugerem que os valores mais elevados estariam simplesmente refletindo oscilações normais do "background" das diversas litologias. Cabe aqui também ressaltar que as análises de minerais pesados, em concentrados de bateia de aluvião, não revelaram indícios de nenhum mineral de cobre.

## 7.3 - Chumbo

Elemento de caráter calcófilo, o chumbo aparece

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

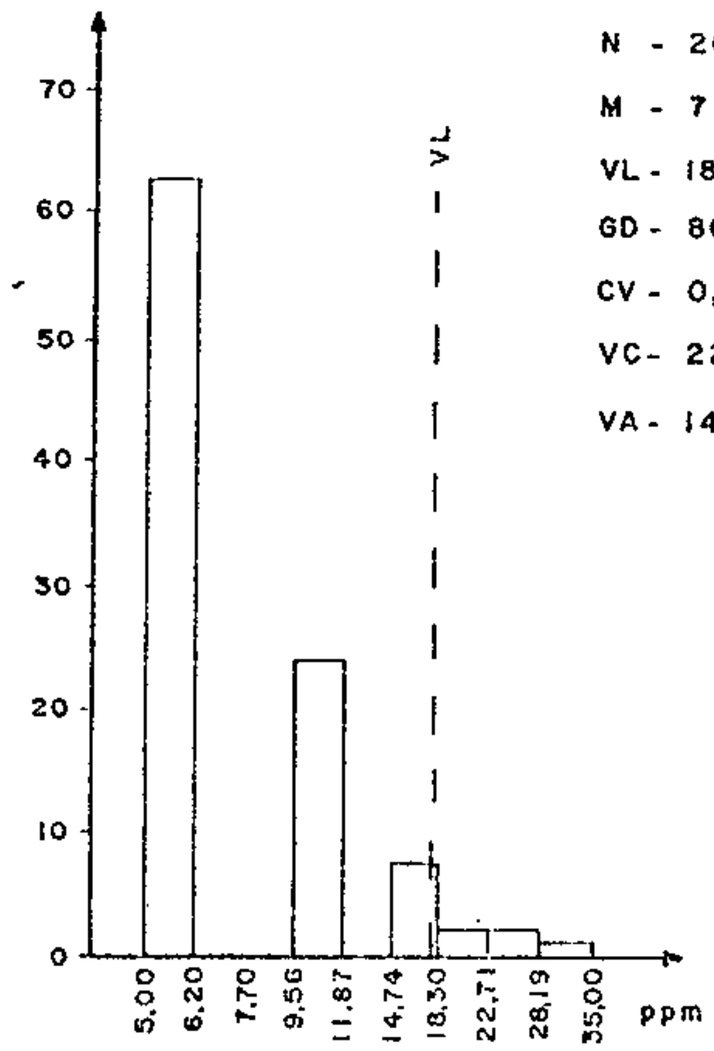
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

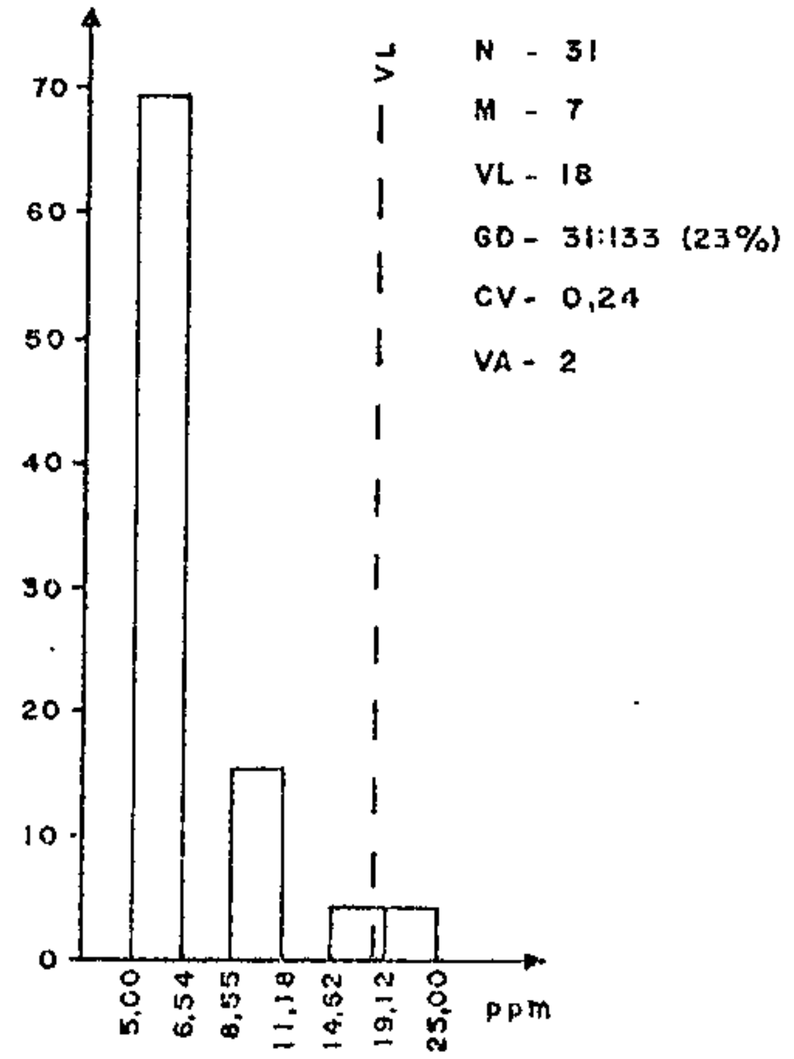
HISTOGRAMAS

COBRE

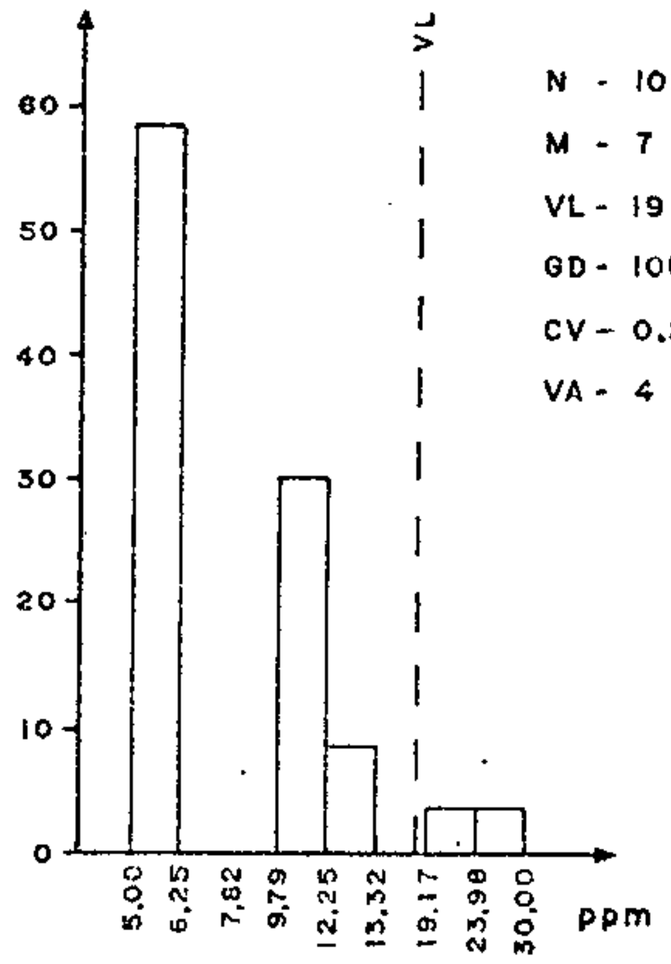
ÁREA TOTAL




GRUPO CUIÚ-CUIÚ




GRANODIORITO JAMANXIM




N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VC - Variância combinada

VA - Valores anômalos

FIG. 8a

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

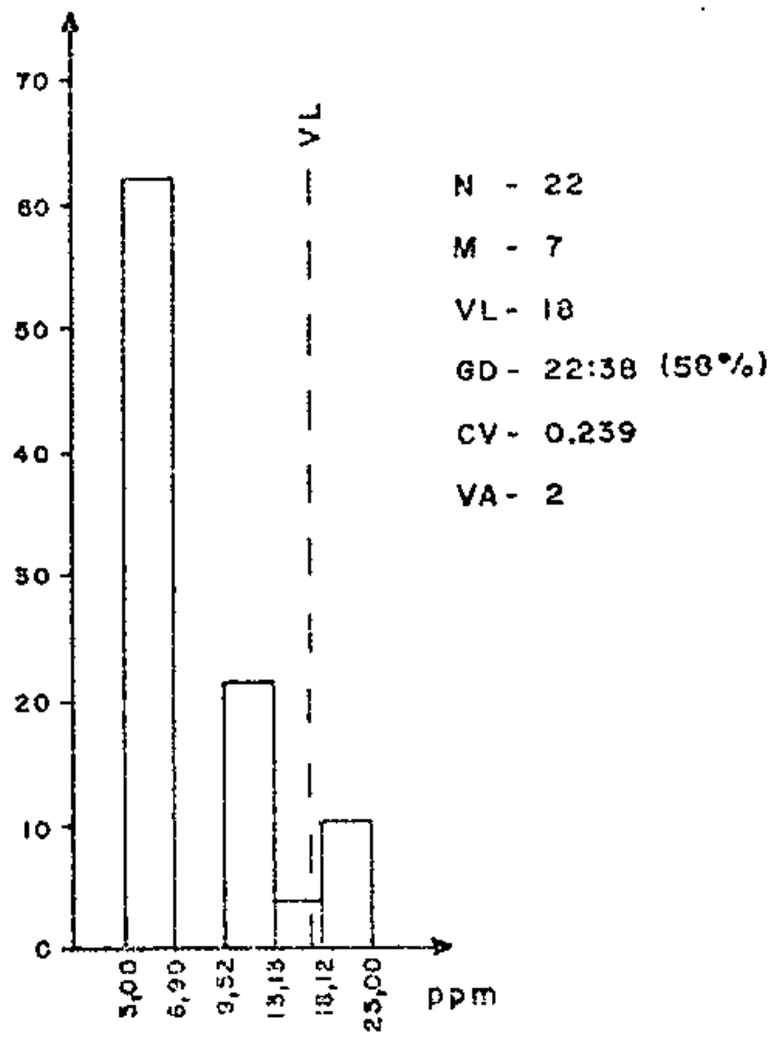
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

### HISTOGRAMAS

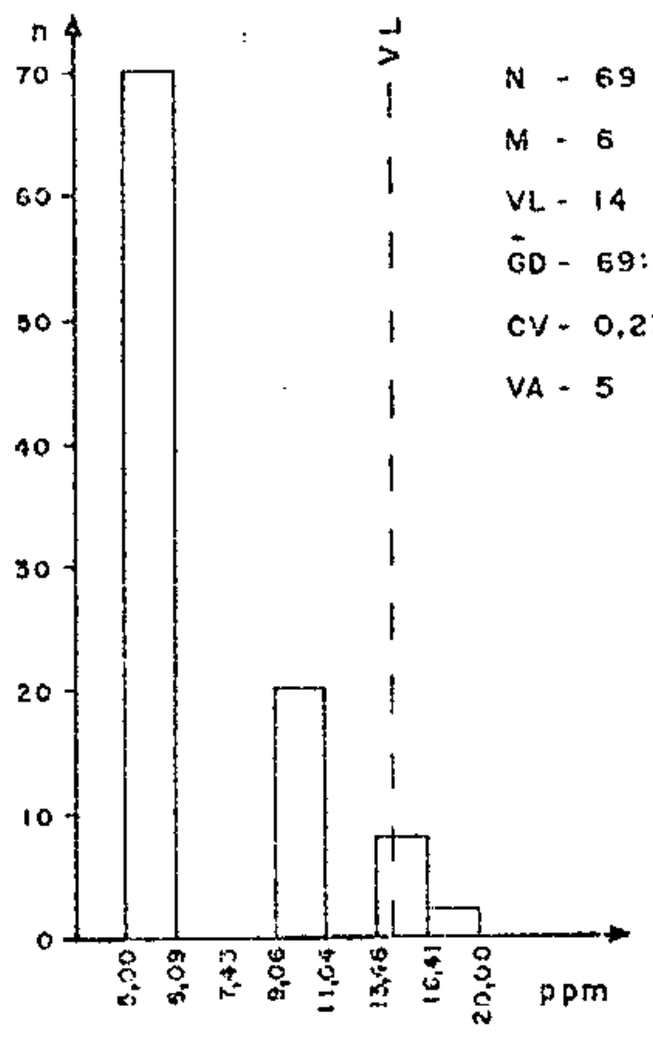
### COBRE

QUARTZO MOZONITO STA. HELENA



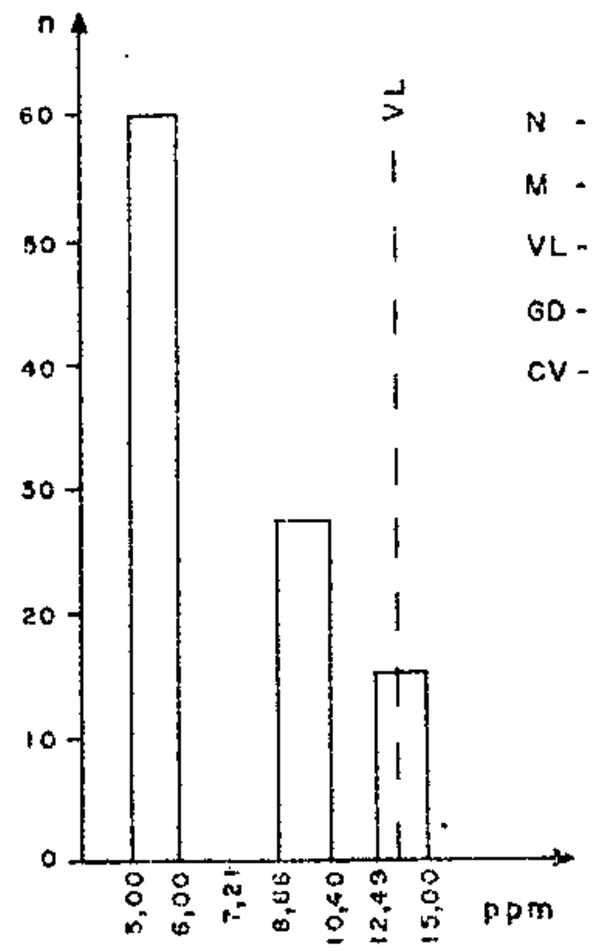

N - 22
M - 7
VL - 18
GD - 22:38 (58%)
CV - 0.239
VA - 2

SUB-GRUPO IRIRI-TOTAL




N - 69
M - 6
VL - 14
GD - 69:233 (30%)
CV - 0,23
VA - 5

SUB-GRUPO IRIRI - FORMAÇÃO SALUSTIANO




N - 30
M - 7
VL - 14
GD - 30:71 (42%)
CV - 0,22

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 8b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

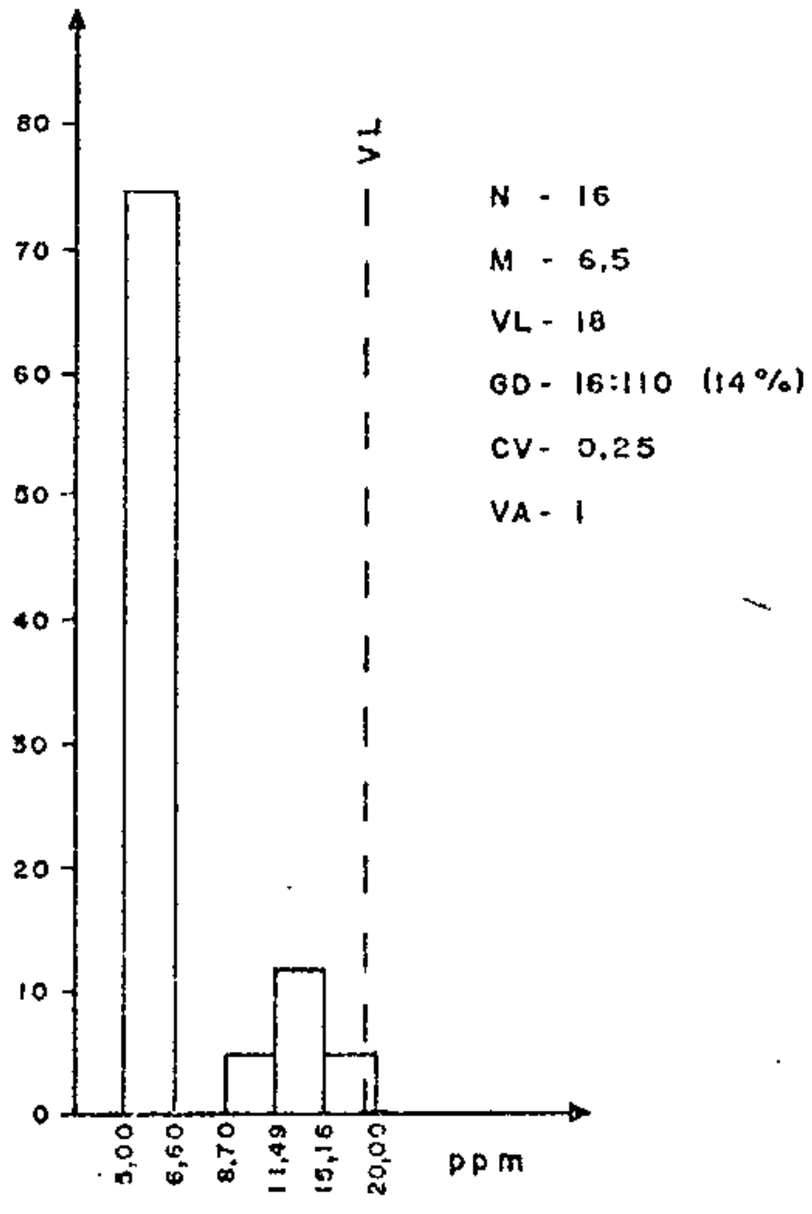
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

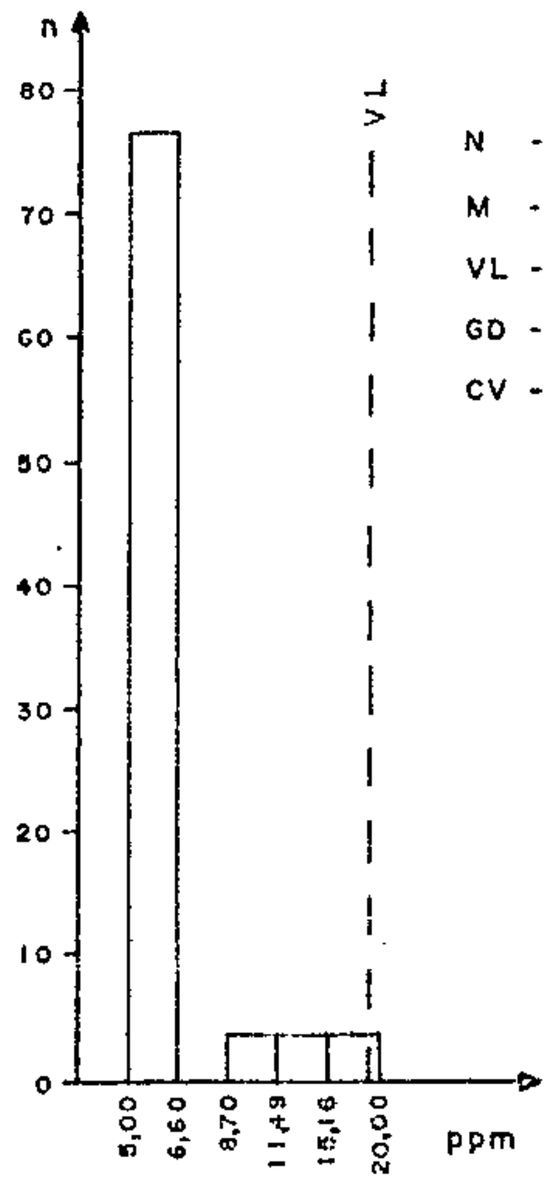
HISTOGRAMAS

COBRE

SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL




SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrico (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 8c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

normalmente associado aos elementos Zn-Cu e Ag nos depósitos de sulfetos. Revela leve tendência para enriquecimento nas rochas ígneas ácidas. O conteúdo médio nas rochas máficas (basaltos) e félsicas (granitos) é, respectivamente, 5 e 20 ppm. A presença de mais de 100 ppm de chumbo em sedimentos de corrente em uma bacia de drenagem pode indicar presença de mineralização (CAR PENTER, 1969). Este elemento apresenta baixa mobilidade no ambiente de dispersão secundária, sendo os seus compostos naturais relativamente insolúveis.

O comportamento do chumbo está representado nos diversos histogramas, conforme mostram as Figuras 9A, 9B e 9C.

No âmbito geral do Projeto o referido elemento apresentou valores entre 5 e 85 ppm, com detectabilidade de 49% (428 : 867), 12 ppm de média geométrica e limiar de 36 ppm, sendo o coeficiente de variação 0,76.

Os valores mais elevados de chumbo (85 ppm) foram encontrados no Granodiorito Jamanxim e Sub-Grupo Carapuça (Formação Maloquinha). Na primeira litologia as maiores correlações dos elementos foram B, Be e Zn, e na última com Be, Nb, Y e Zn.

As amostras estatísticamente anômalas situam-se nas folhas SB.21-X-C-III, IV e V (escala 1:100.000), cuja litologia aflorante foi acima ressaltada. Destacam-se as amostras JN-S-035, 036 e 038 com 85 ppm e AS-S-031 com 80 ppm.

Do que foi apresentado observa-se que o elemento em epígrafe apresentou discreta variação de valores dentro da área do Projeto, não tendo sido detectado nenhum mineral de chumbo nas análises de concentrados de bateia. Os valores mais significativos para o metal foram assinalados nas populações concernentes às rochas ígneas ácidas, fato este confirmado pelas suas maiores correlações com elementos de filiação ácida, tais como Be, Nb e Y.

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

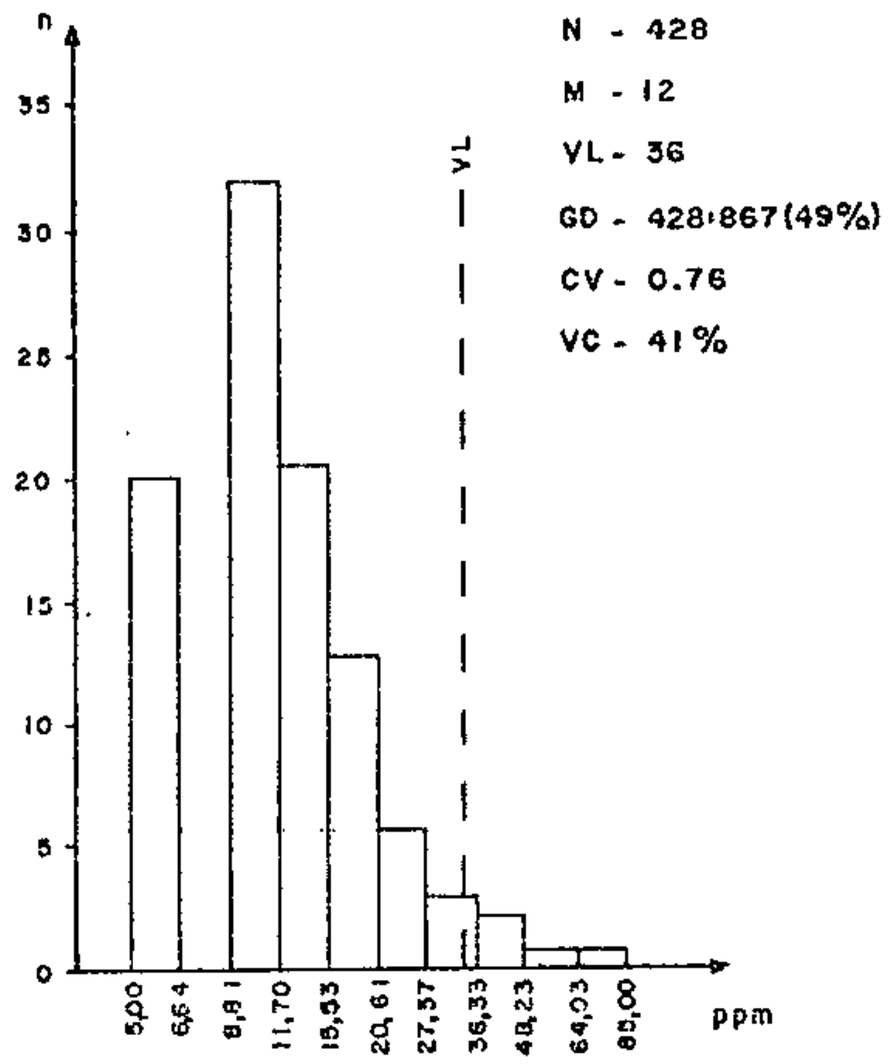
CPRM

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

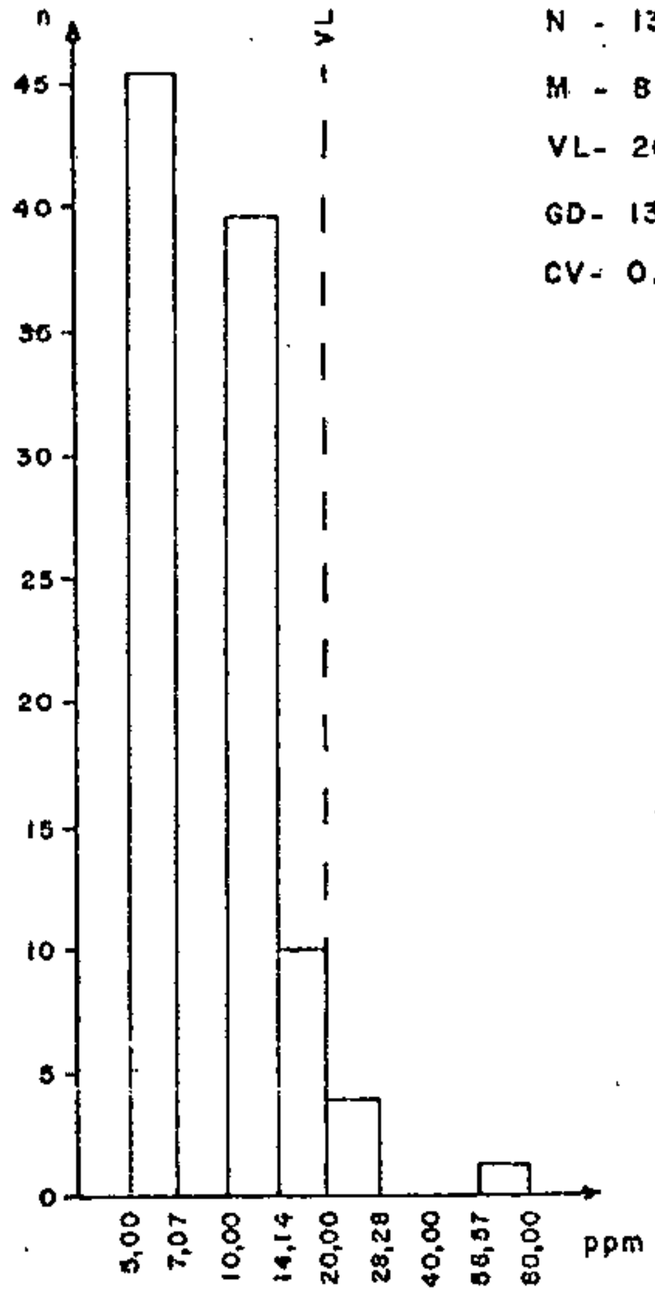
### HISTOGRAMAS

### CHUMBO

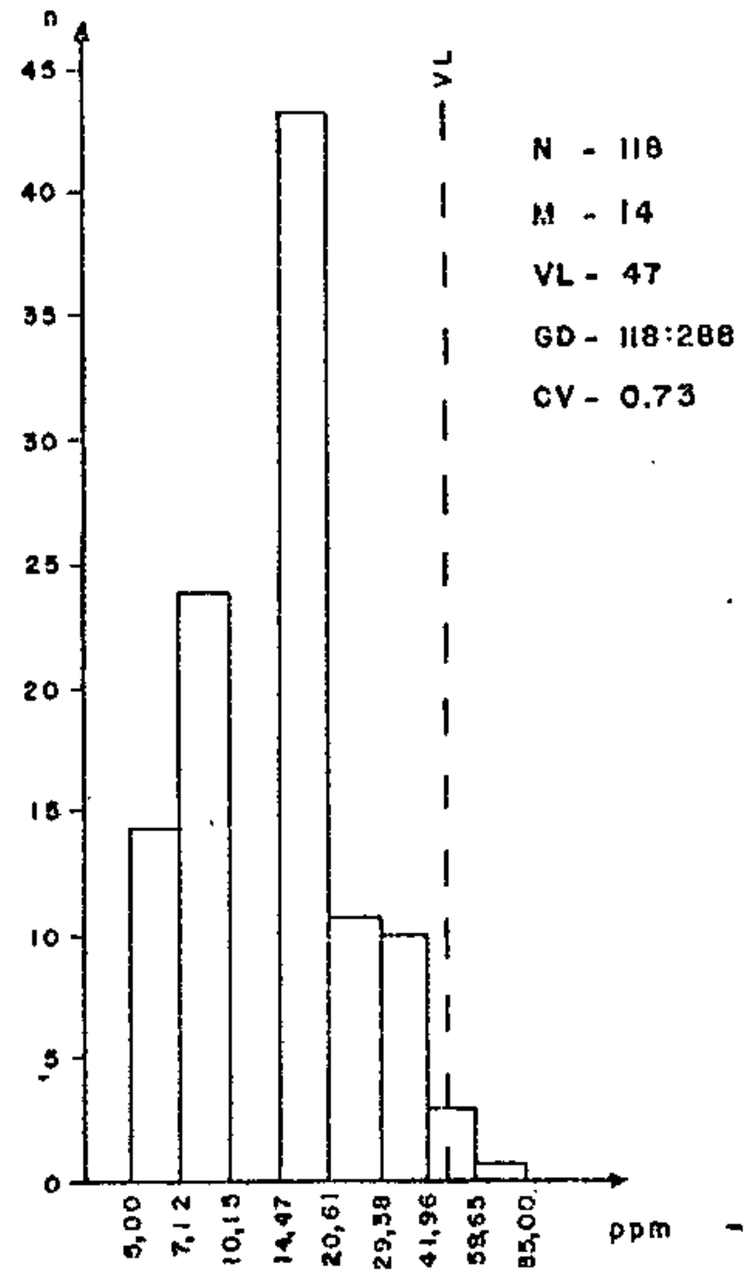
ÁREA TOTAL *




GRUPO CUIÚ-CUIÚ *




GRANODIORITO JAMANXIM *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VC - Variância combinada

FIG. 9a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

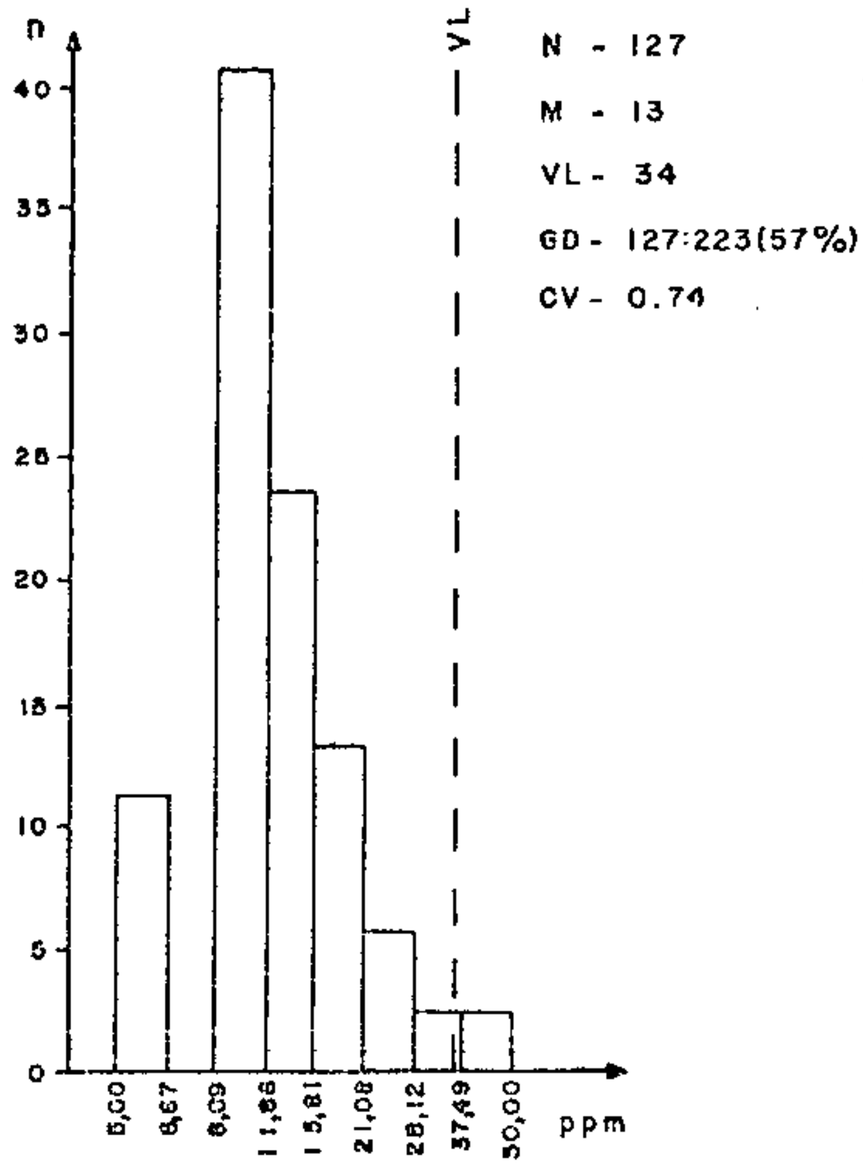
CPRM

# GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

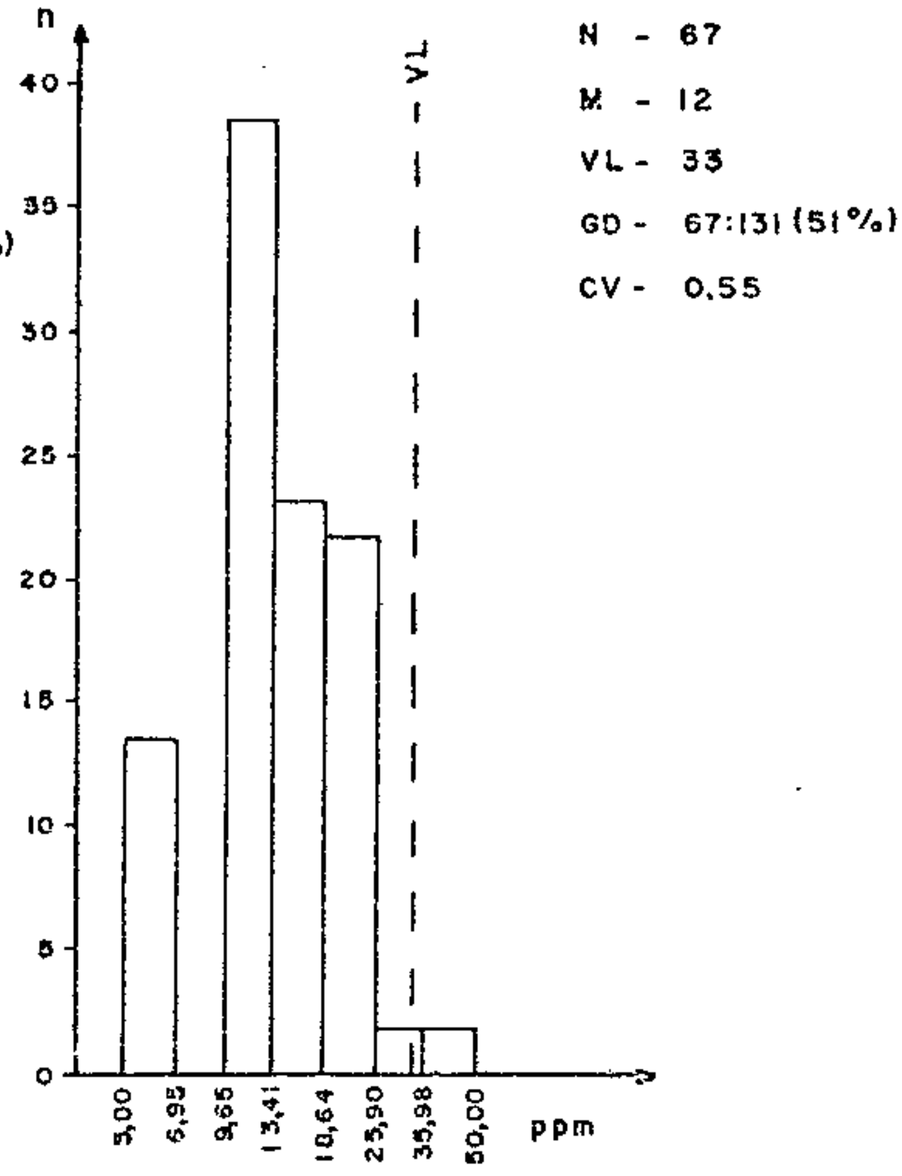
## HISTOGRAMAS

## CHUMBO

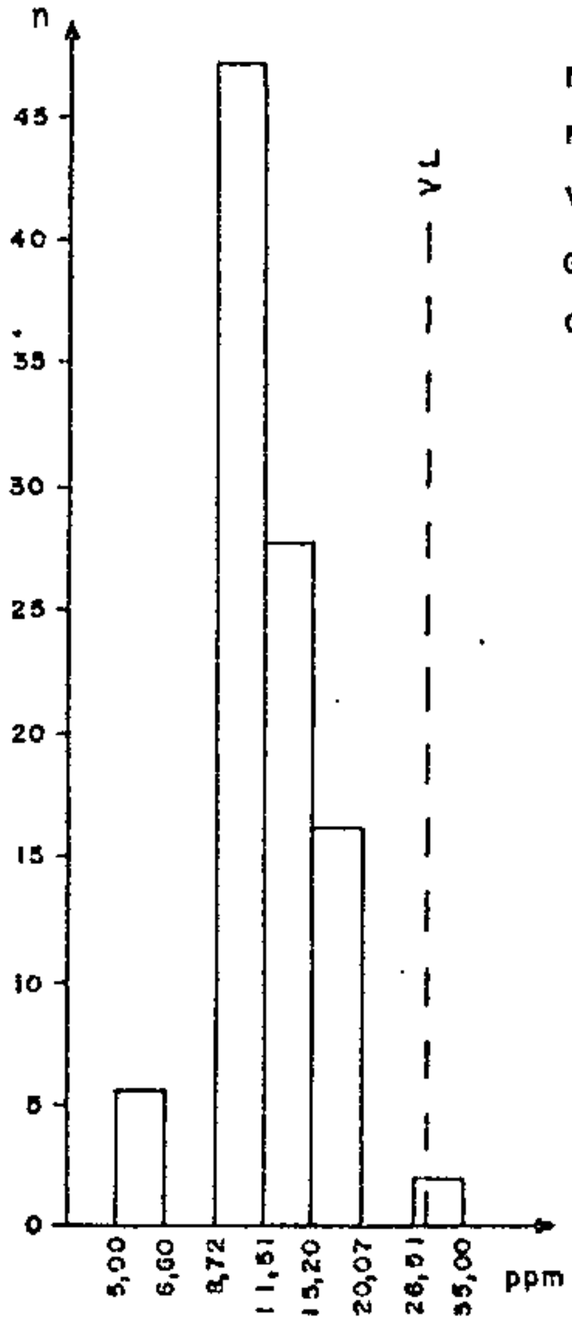
SUB-GRUPO IRIRI TOTAL *




SUB-GRUPO IRIRI - FORMAÇÃO ARURI *




SUB-GRUPO IRIRI - FORMAÇÃO SALUSTIANO *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 9b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

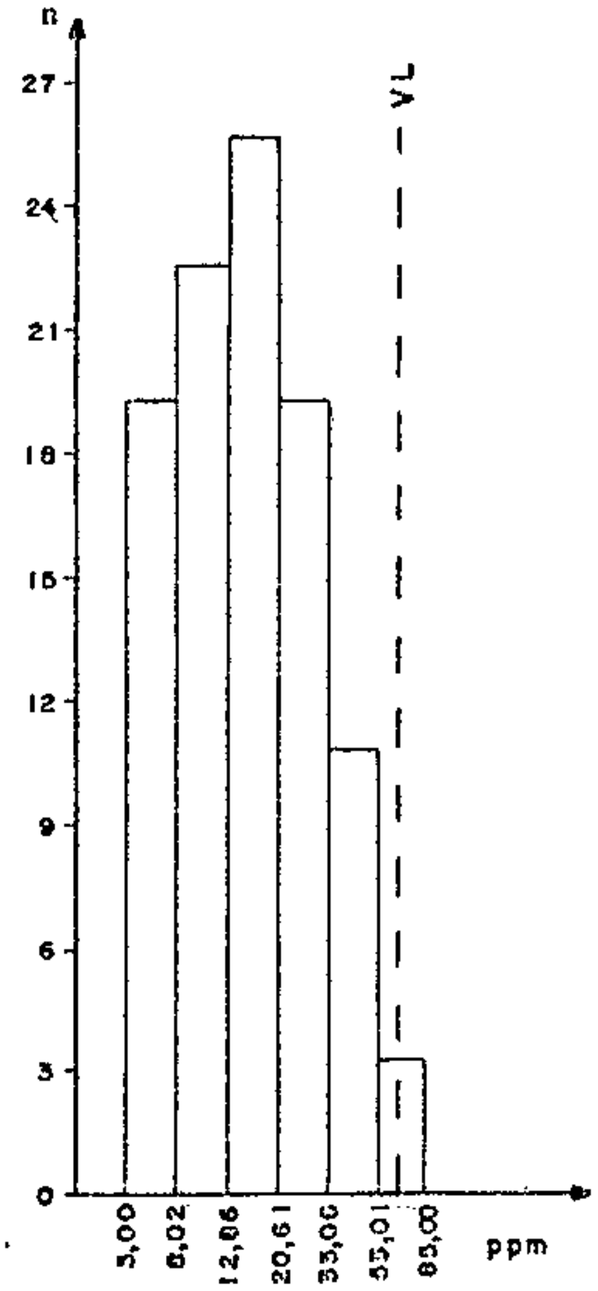
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

HISTOGRAMAS

CHUMBO

SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL *

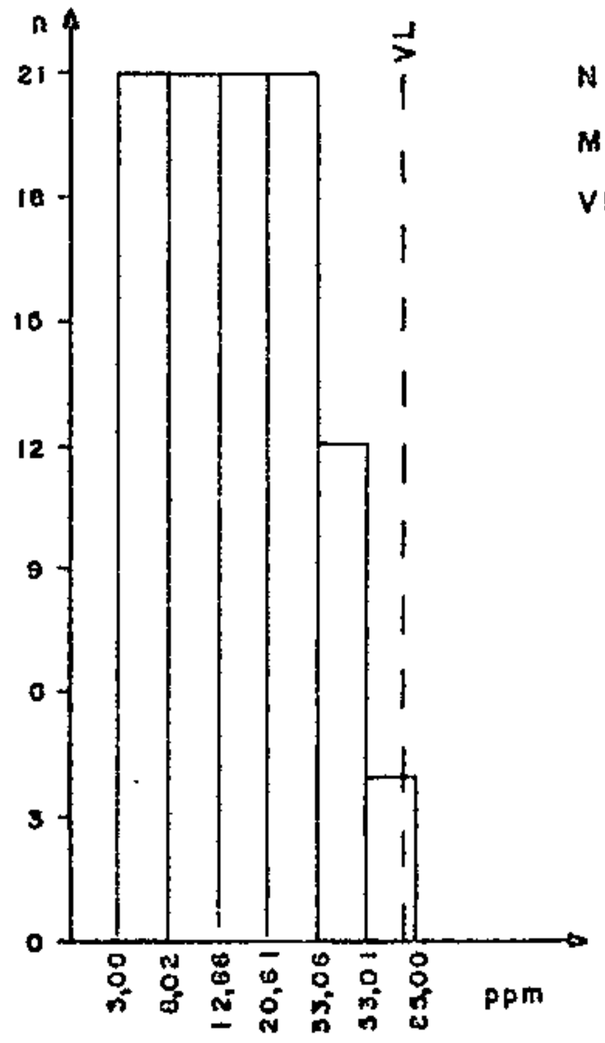



N - 31

M - 15

VL - 66

SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORM. MALOQUINHA - ALASKITO




N - 24

M - 16

VL - 77

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

FIG. 9c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 7.4 - Zinco - Gahnita

O zinco é um elemento calcófilo dos mais utilizados na prospecção geoquímica como indicador de depósitos de sulfetos. A sua abundância nos basaltos é de 100 ppm, sendo de 40 ppm nos granitos. Do mesmo modo que o chumbo, valores acima de 100 ppm de Zn em sedimentos de corrente podem refletir possíveis mineralizações (CARPENTER, 1969). No ambiente secundário o zinco apresenta grande mobilidade favorecendo a formação de extensos halos de dispersão.

Na área do Projeto o metal mostra distribuição homogênea, destacando-se a região a sudoeste na folha SB.21-X-C-IV e na folha SB.21-X-C-VI ao sul do "Granito Porquinho", na Formação Aruri.

Os histogramas das figuras 10A, 10B, 10C e 10D exibem o comportamento do elemento em relação às diversas litologias envolvidas. A variância introduzida devido a amostragem e análises apresentada pelo elemento analisado por absorção atômica, foi considerada das mais baixas (16%), o que confere grande confiabilidade aos seus resultados analíticos. Considerando-se a área total do Projeto, o Zn apresenta amplitude de valores definidos entre 5 e 200 ppm, com grau de detecção de 94% (814 : 867), sendo a média geométrica e limiar regional calculadas, respectivamente, 17 ppm e 73 ppm.

O teor mais expressivo para zinco (200 ppm) foi registrado numa amostra pertencente ao Sub-Grupo Iriri (Formação Aruri), cujo valor excede de quase quatro vezes o limiar calculado para essa população (55 ppm). Observando-se o histograma de frequência para o metal nesta população-alvo, nota-se que este valor está distintamente afastado dos demais teores registrados, o que poderia sugerir presença de possível mineralização.



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

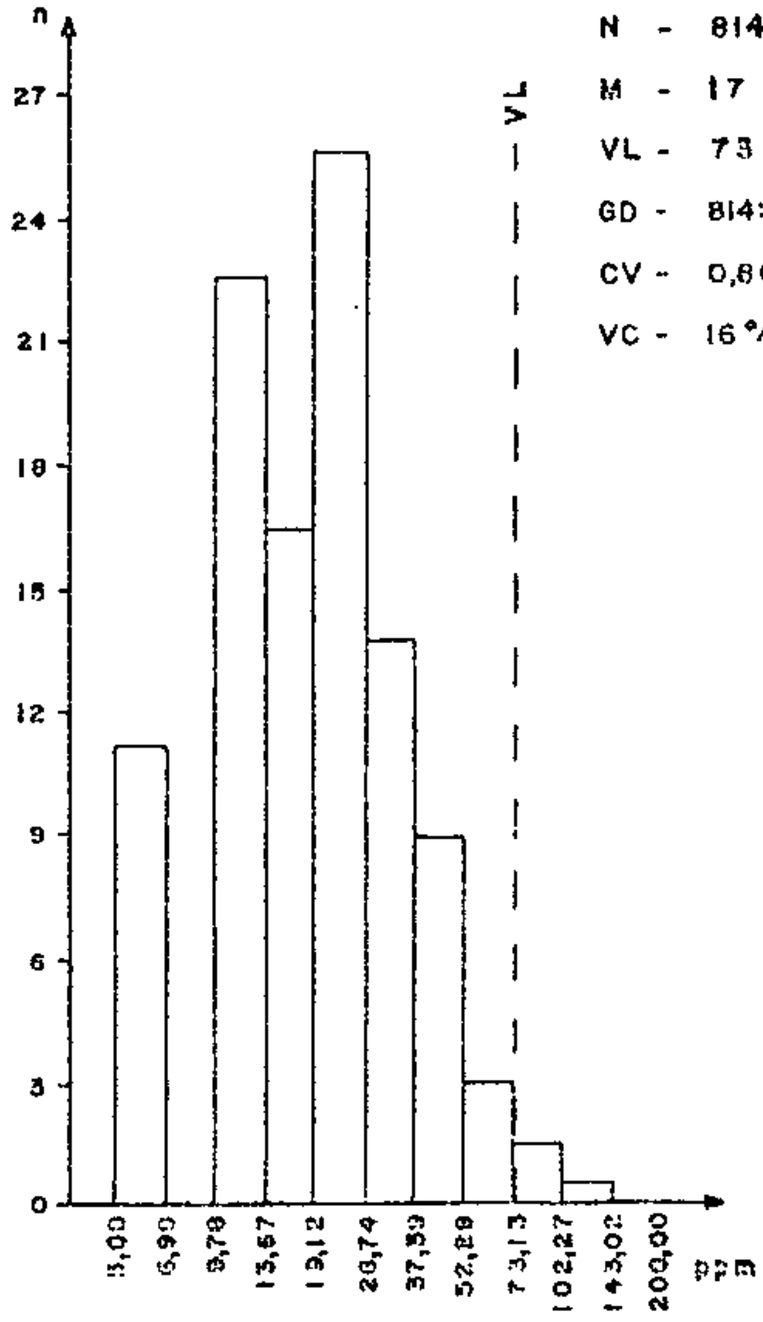
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

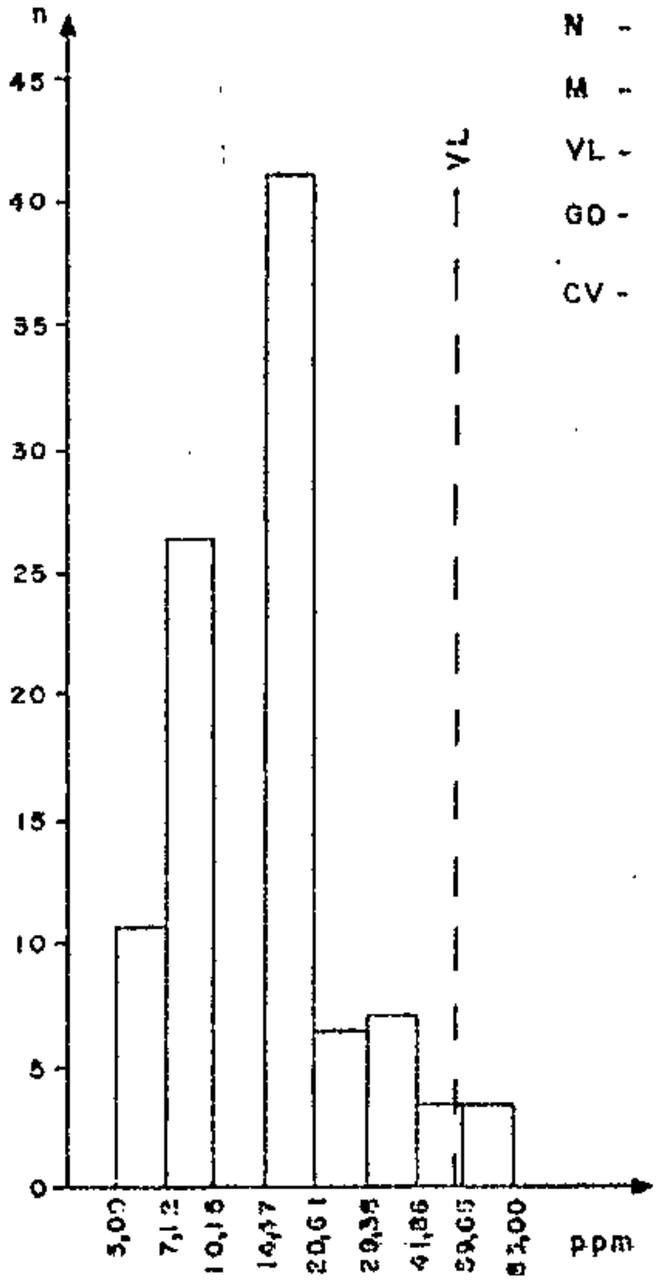
ZINCO

ÁREA TOTAL *



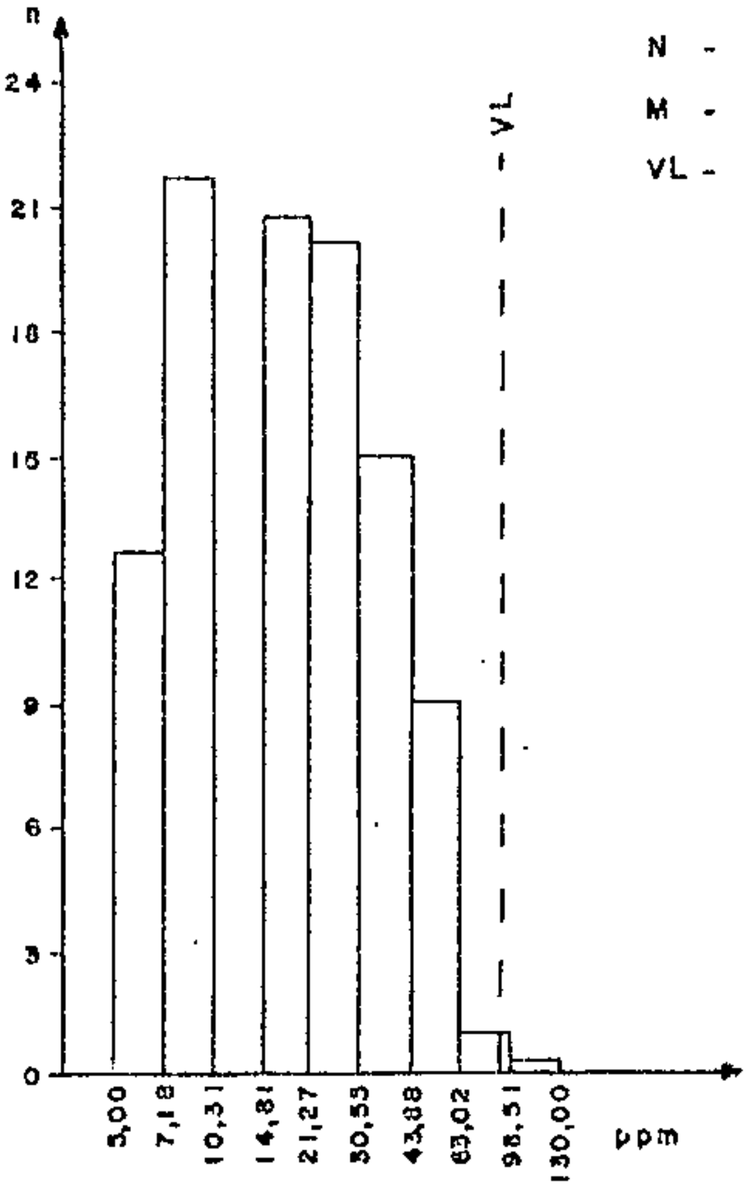

N - 814
M - 17
VL - 73
GD - 814:867(94%)
CV - 0,80
VC - 16%

GRUPO CUIÚ-CUIÚ




N - 131
M - 15
VL - 59
GD - 131:133 — (98%)
CV - 0,73

GRANODIORITO JAMANXIM




N - 261
M - 18
VL - 63

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VC - Variância combinada

FIG. 10a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

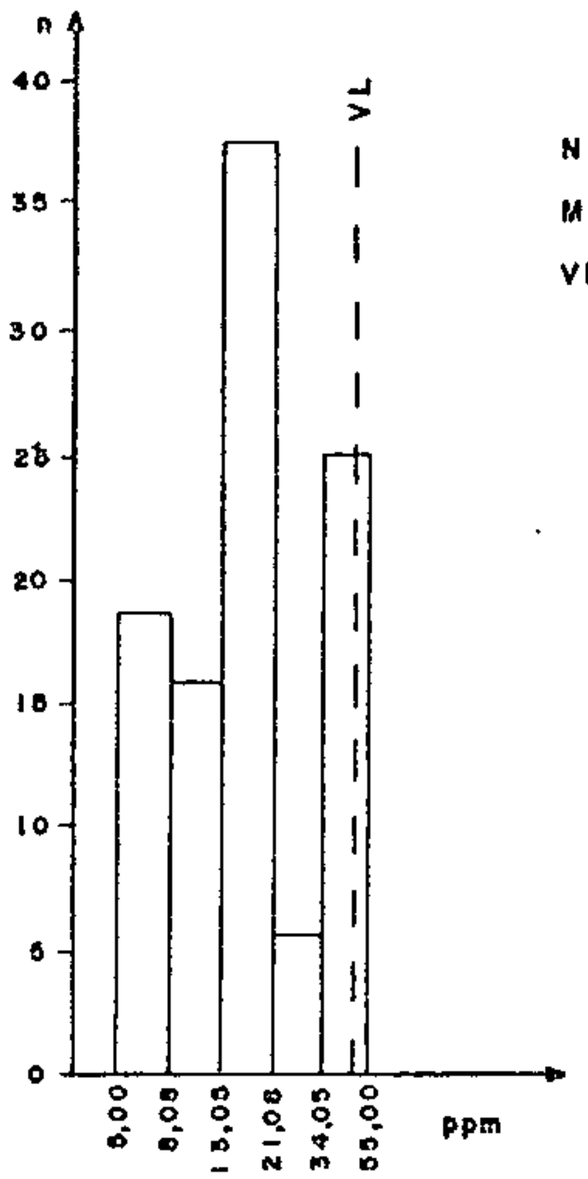
## GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

### HISTOGRAMAS

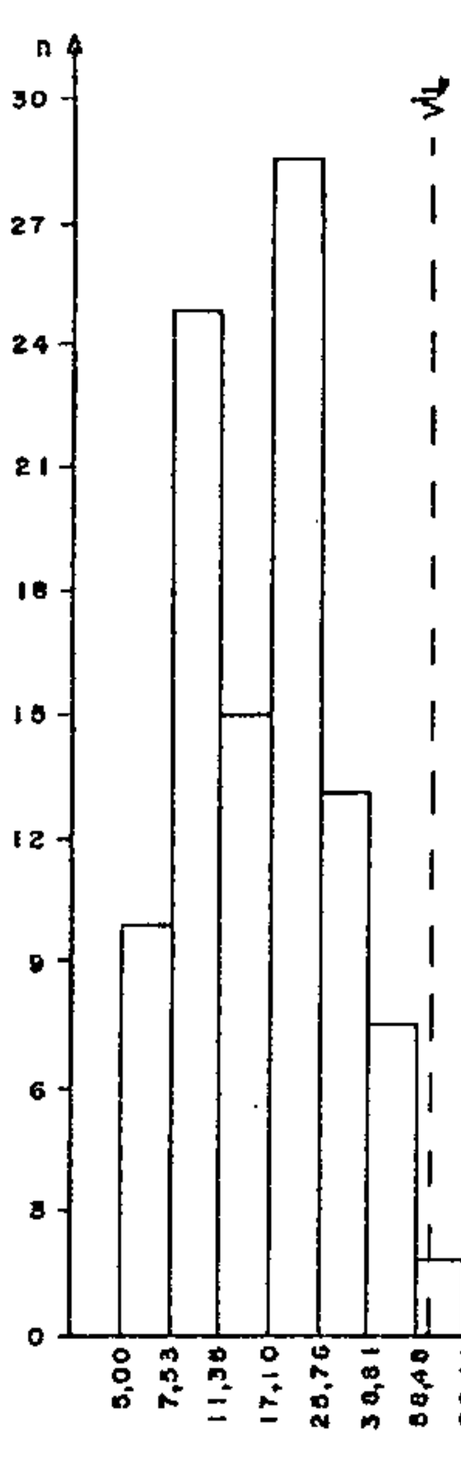
### ZINCO

GRANITO MANGABAL




QUARTZO MONZONITO STA. HELENA *

SUB-GRUPO IRIRI TOTAL *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 10b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

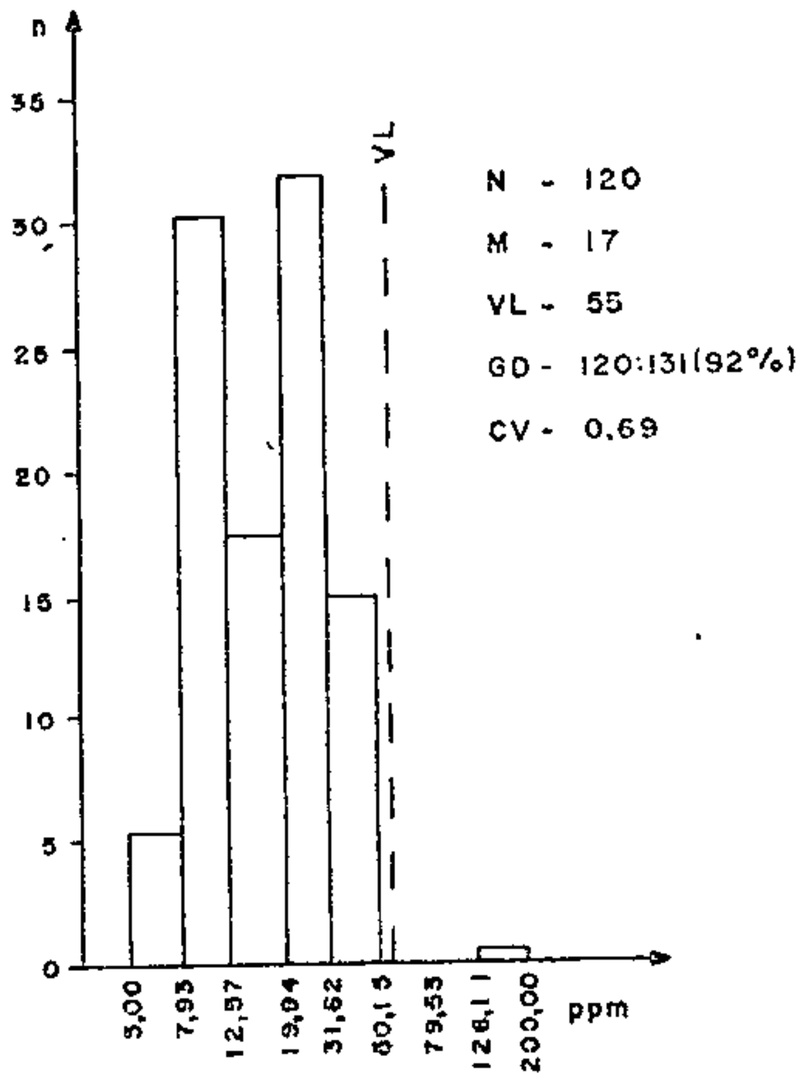
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

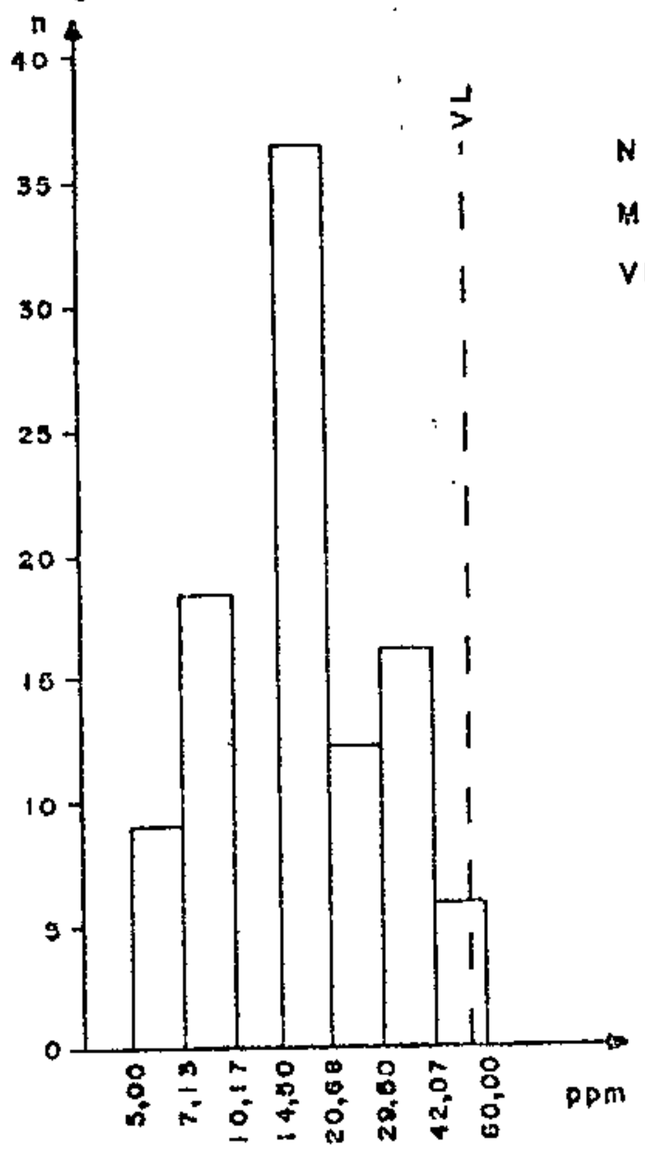
### HISTOGRAMAS

### ZINCO

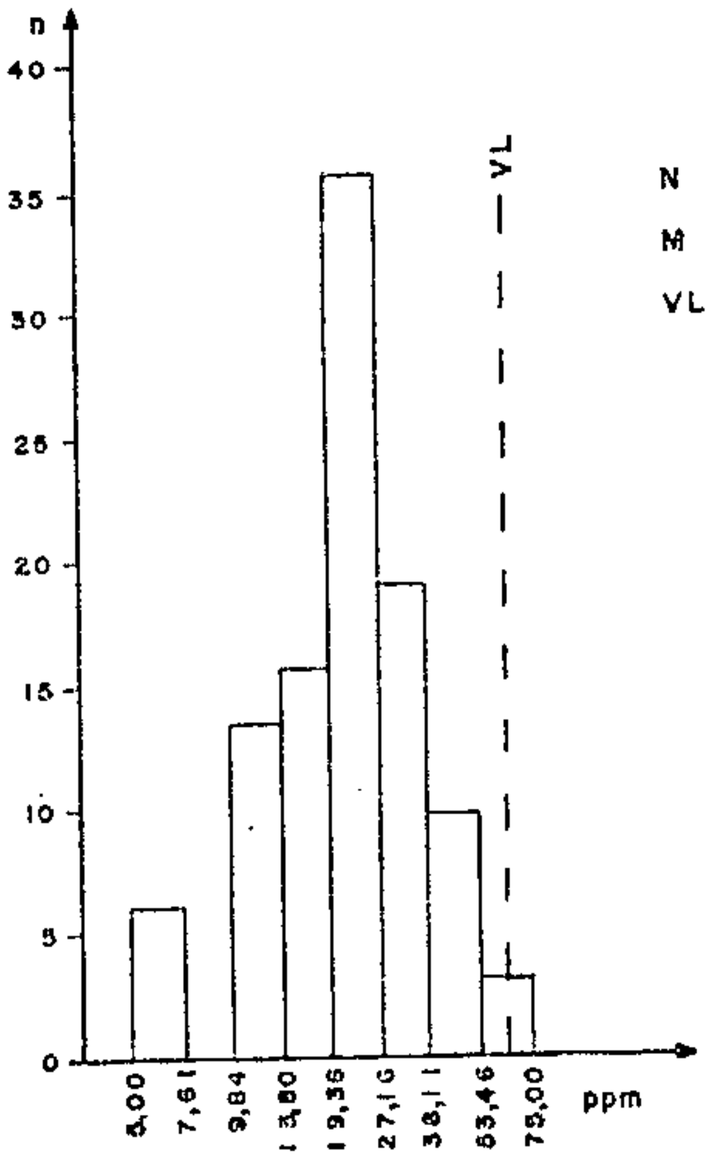
SUB-GRUPO IRIRI-FORMAÇÃO ARURI *




SUB-GRUPO IRIRI- FORMAÇÃO SALUSTIANO




SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiante de variação

FIG. 10c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

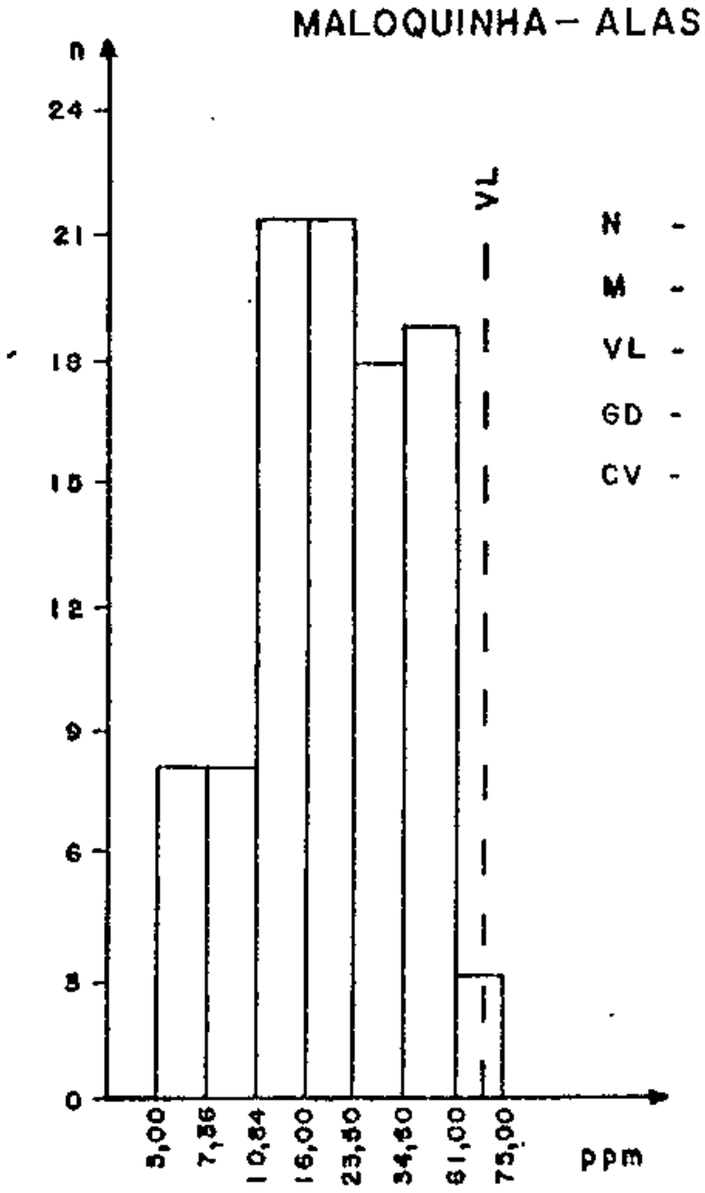
# GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

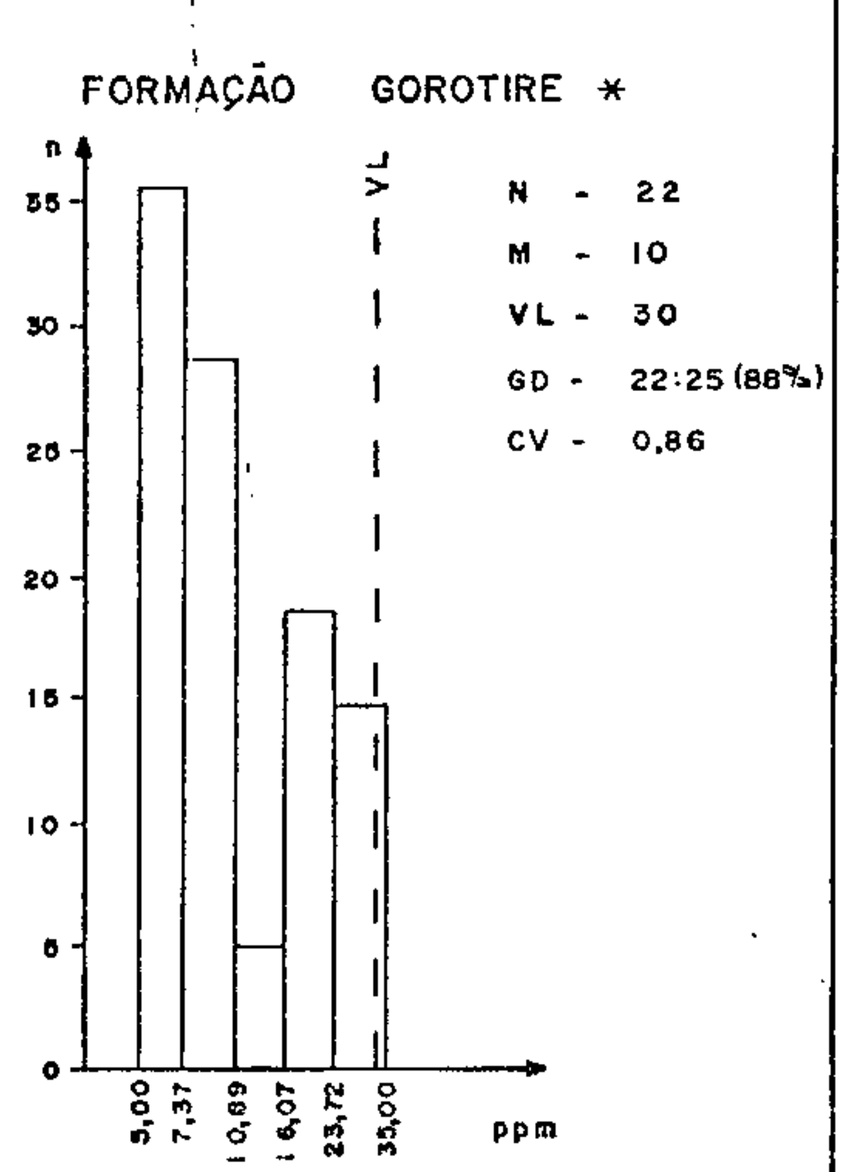
## HISTOGRAMAS

## ZINCO

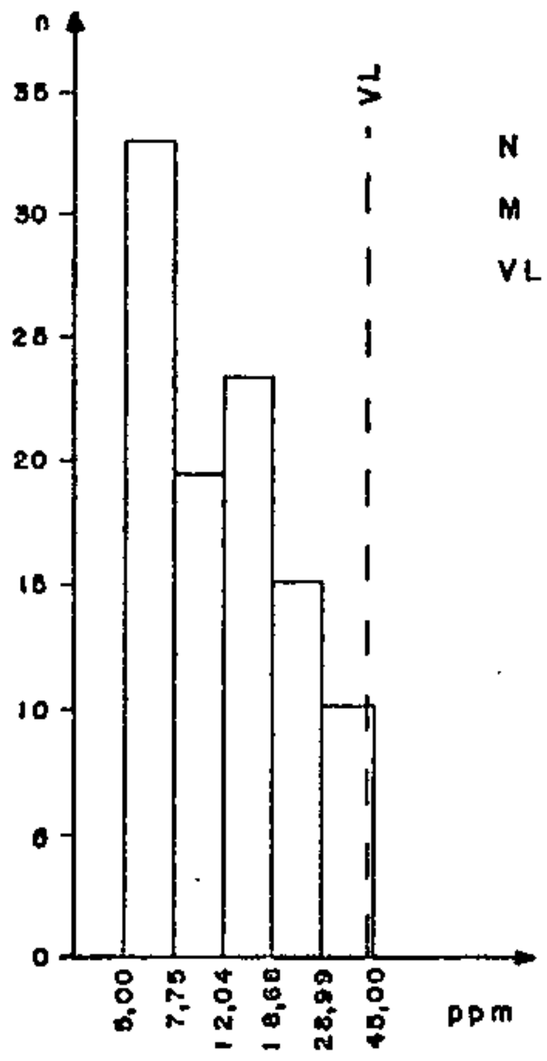
SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




FORMAÇÃO GOROTIRE *




FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 10d



Mod. 002

NE 7530-0210-0343

Destacam-se ainda para zinco as amostras EB-04 (200 ppm), RL-82 (130 ppm), RL-158 (110 ppm), RL-58, WP-367 (85 ppm), WP-297 e MP-050 (80 ppm).

As análises de concentrado de bateia revelaram a presença de gahnita, produto de alteração de minerais primários de Zn, em concentrado de bateia.

Este mineral só foi detectado na folha SB.21-X-C-IV no igarapé Bom Jardim, o qual drena as litologias do Grupo Cuiú-Cuiú, Granito Santa Helena e Formação Salustiano, tendo ainda sua presença assinalada nos igarapés Japecanga e Limite, em sítio sobre a Formação Gorotire, em material proveniente de rochas básicas arqueozóicas. Nesta região sobressaem valores elevados de Zn, Pb e Cu.

Destacam-se duas áreas cujos valores são distintos em gahnita e em zinco, dentro da área total. A primeira localiza-se a sudoeste da folha SB.21-X-C-IV, observando-se a presença de gahnita em aluviões pertinentes às litologias do Grupo Cuiú-Cuiú. Este fenômeno deve ser investigado com melhor detalhe pois outras áreas de embasamento mostraram presença deste mineral sem que fosse caracterizada nenhuma presença de mineralização. A outra área localiza-se na folha SB.21-X-C-VI ao sul do corpo do alaskito Porquinho, com um teor expressivo assinalado numa amostra relacionada à Formação Aruri apresentando 200 ppm de Zn, e valores destacados de Bi, Sb e Ag, merecendo igualmente ser investigado porque a associação elemental presente parece sugerir a presença de sulfetos.

## 7.5 - Cromo - Cromita

O cromo é um elemento fortemente litófilo na crosta da Terra. Concentra-se preferencialmente nas primeiras fases

de cristalização magmática apresentando abundância de 2.000 ppm nas rochas ultramáficas, passando para 40 ppm nas rochas ígneas félsicas (granitos). Está intimamente relacionado à serpentinização e calcificação dos corpos ultrabásicos. Os elementos Ni e Co são os principais indicadores de depósitos de cromo em solos e sedimentos. Devido à sua grande resistência ao intemperismo, a cromita, principal mineral de cromo, torna-se pouco móvel no ambiente secundário.

Os histogramas das figuras 11A, 11B, 11C e 11D caracterizam a distribuição do cromo nas diversas populações-alvo existentes na área do Projeto. A pequena variância combinada campo-analítica (10%) revela a credibilidade dos valores obtidos. O tipo de distribuição bimodal obtida no histograma construído a partir de amostras do Grupo Cuiú-Cuiú (fig. 11A), parece indicar que a população de valores mais elevados, representa a componente básica (anfibolitos), constituinte desta unidade de predominância ácida.

Considerando a população total amostrada verifica-se que o "range" das concentrações variou de 10 a 1.500 ppm, com média geométrica e valor limiar regional respectivamente de 26 ppm e 261 ppm, grau de detecção de 72% (628 : 867), e 18 valores acima do limiar. O coeficiente de variação de 1,29 ressalta a boa dispersão relativa do elemento.

A distribuição do cromo não é homogênea, apresentando o maior valor (1.500 ppm) na Formação Aruri (piroclásticas) do Sub-Grupo Iriri, Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim.

A amostragem por concentrados de bateia indicou presença de cromita, exibindo distribuição similar à do cromo em sedimentos de corrente. No entanto, algumas ocorrências de cromita na folha SB.21-X-C-III, a nordeste da área, a princí

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

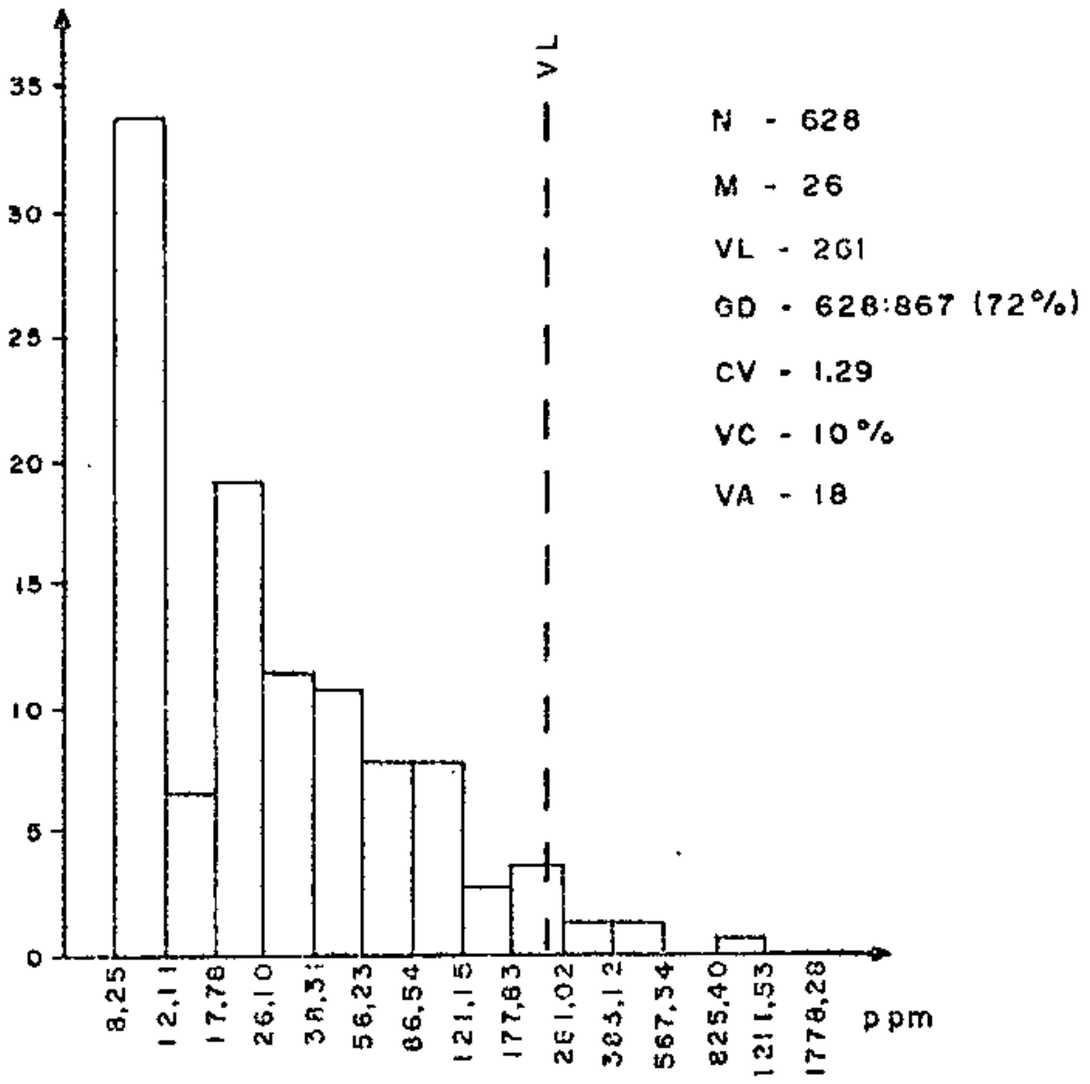
CPRM

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

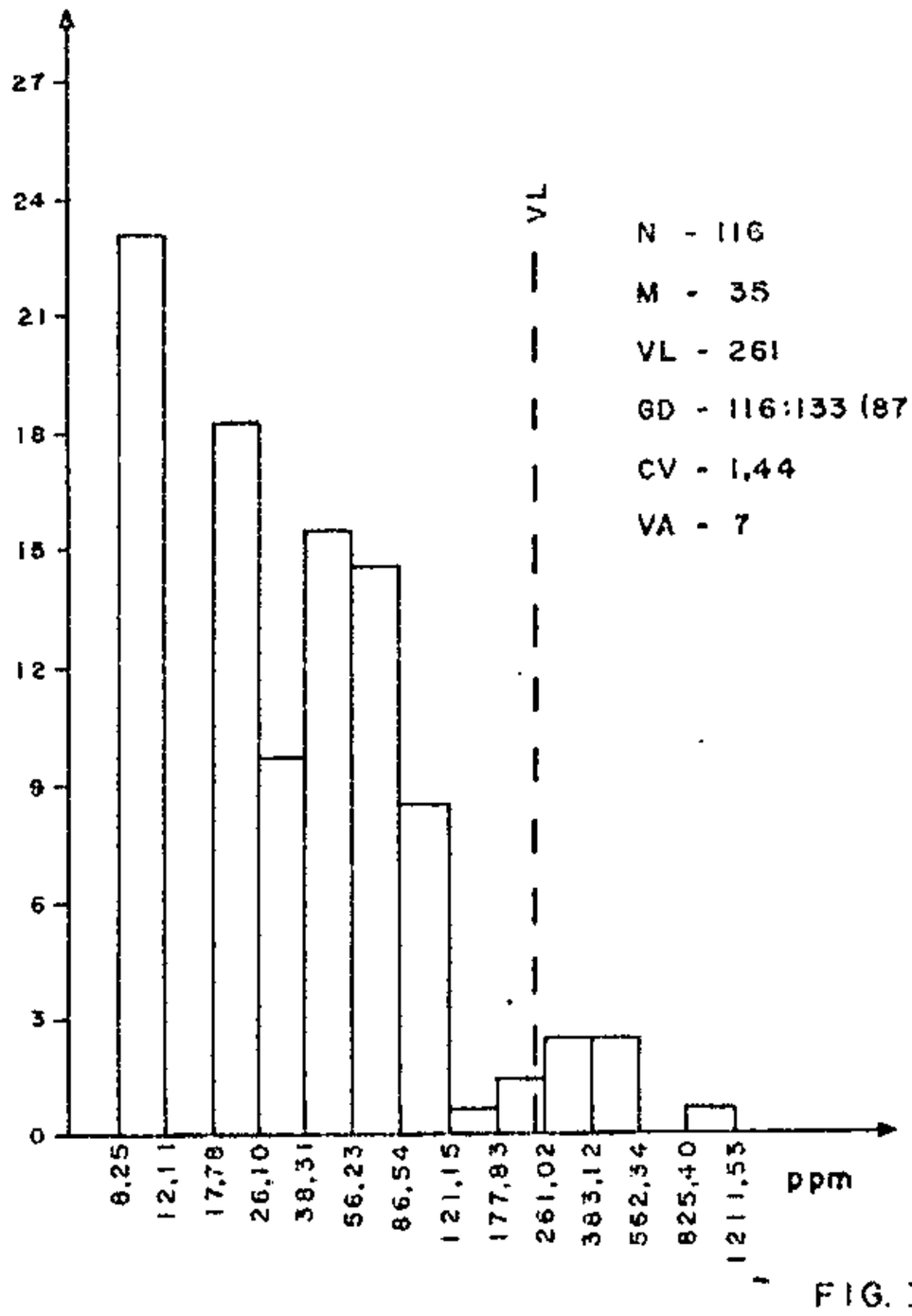
HISTOGRAMAS.

CROMO

ÁREA TOTAL




GRUPO CUIÚ-CUIÚ




N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção.

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

VC - Variância combinada

FIG. 11a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

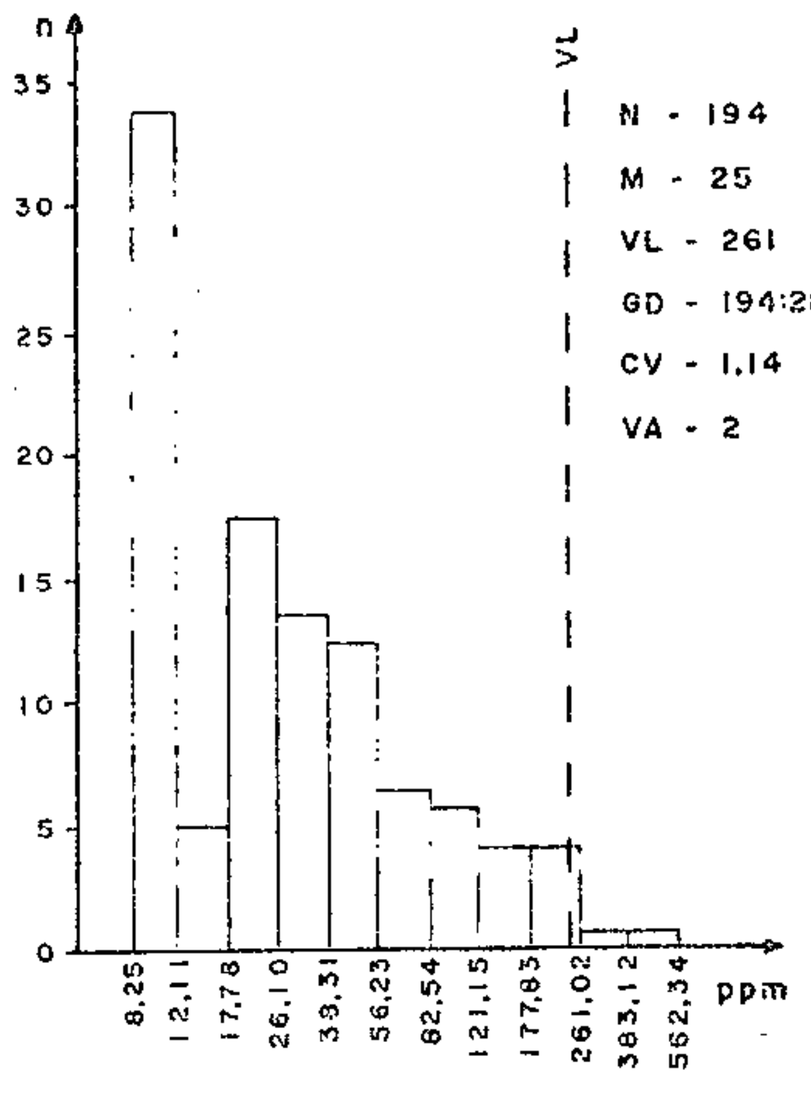
CPRM

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

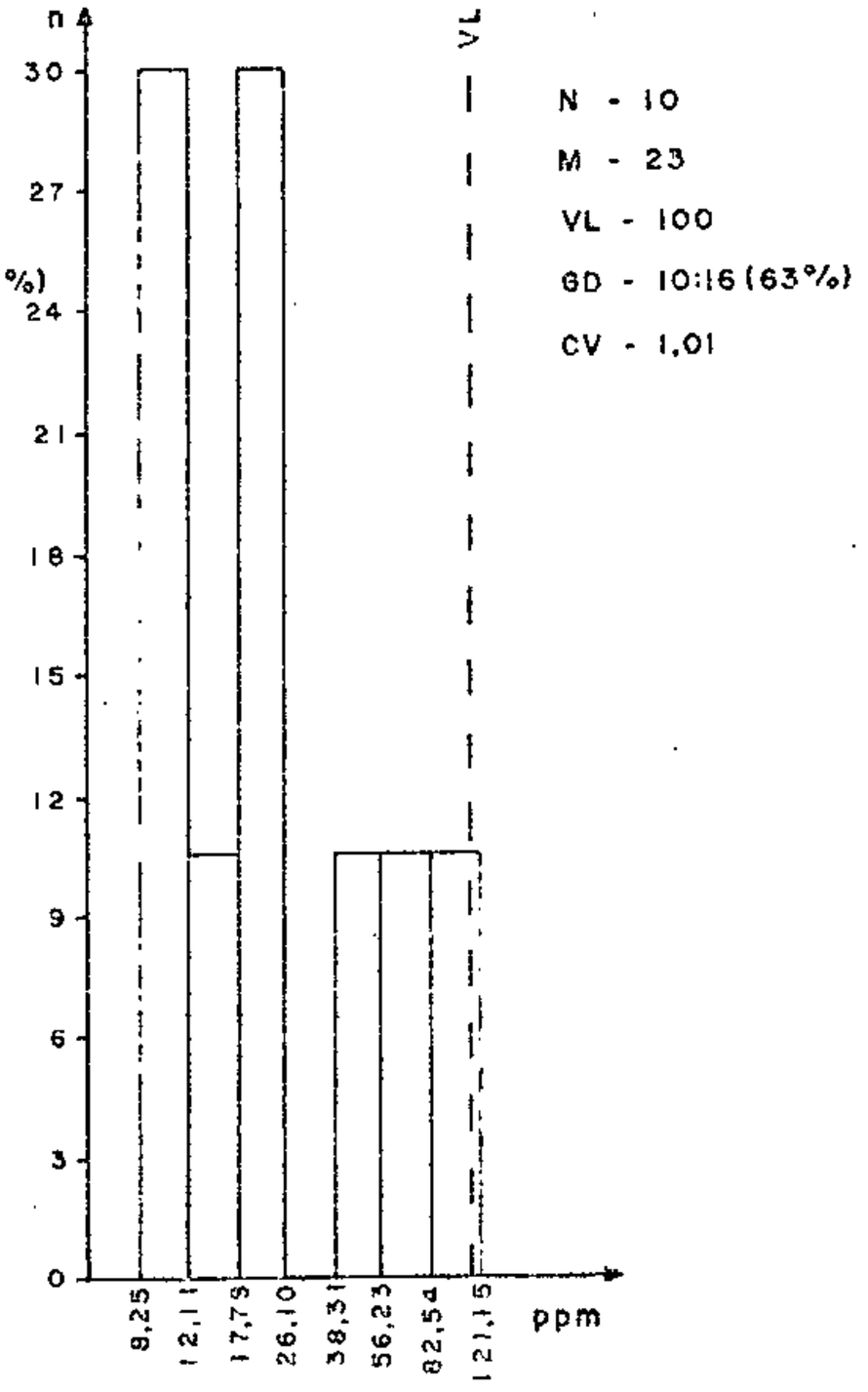
HISTOGRAMAS

CROMO

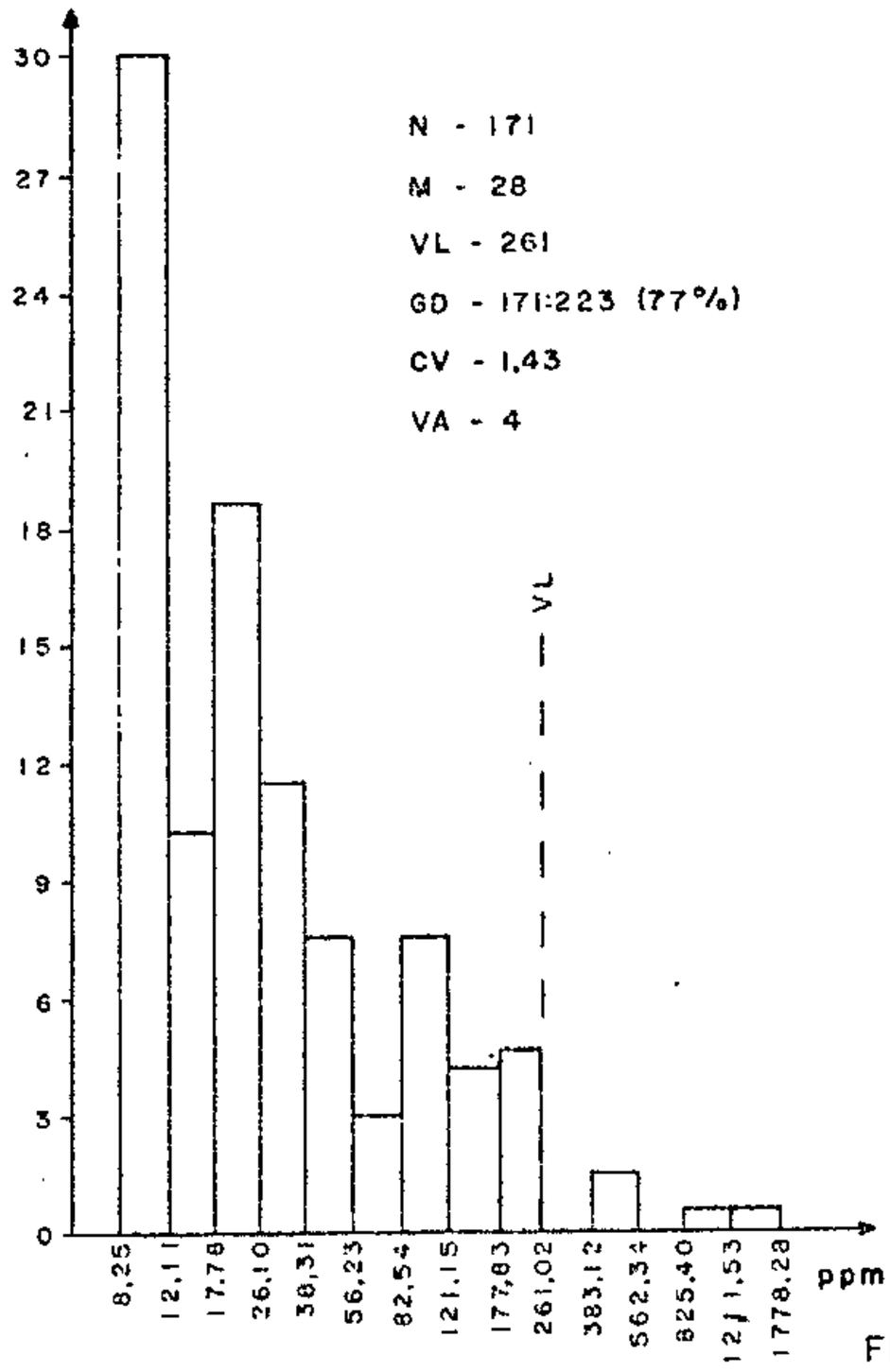
GRANODIORITO JAMANXIM




GRANITO MANGABAL *




SUB-GRUPO IRIRI TOTAL




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 11 b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

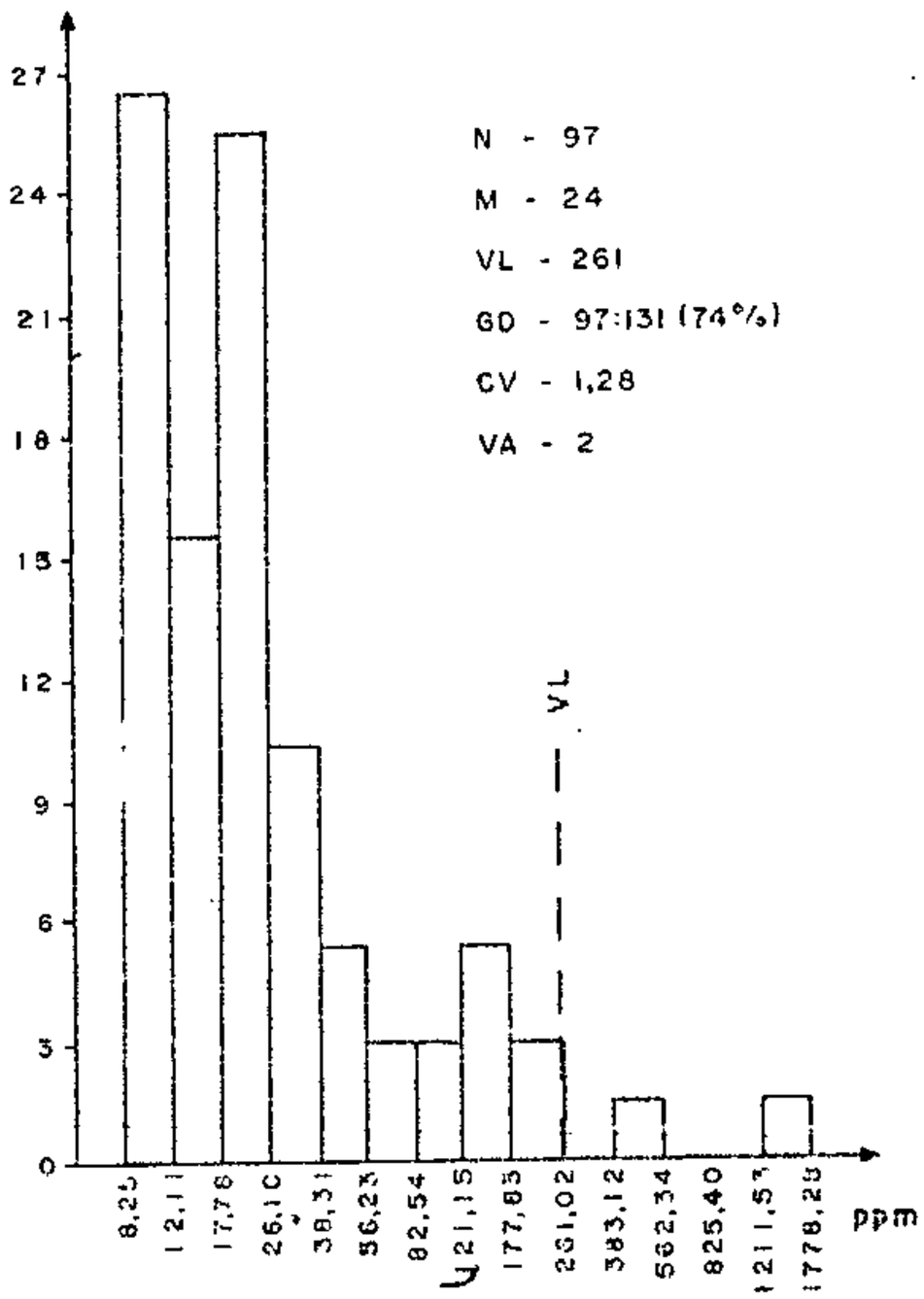
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

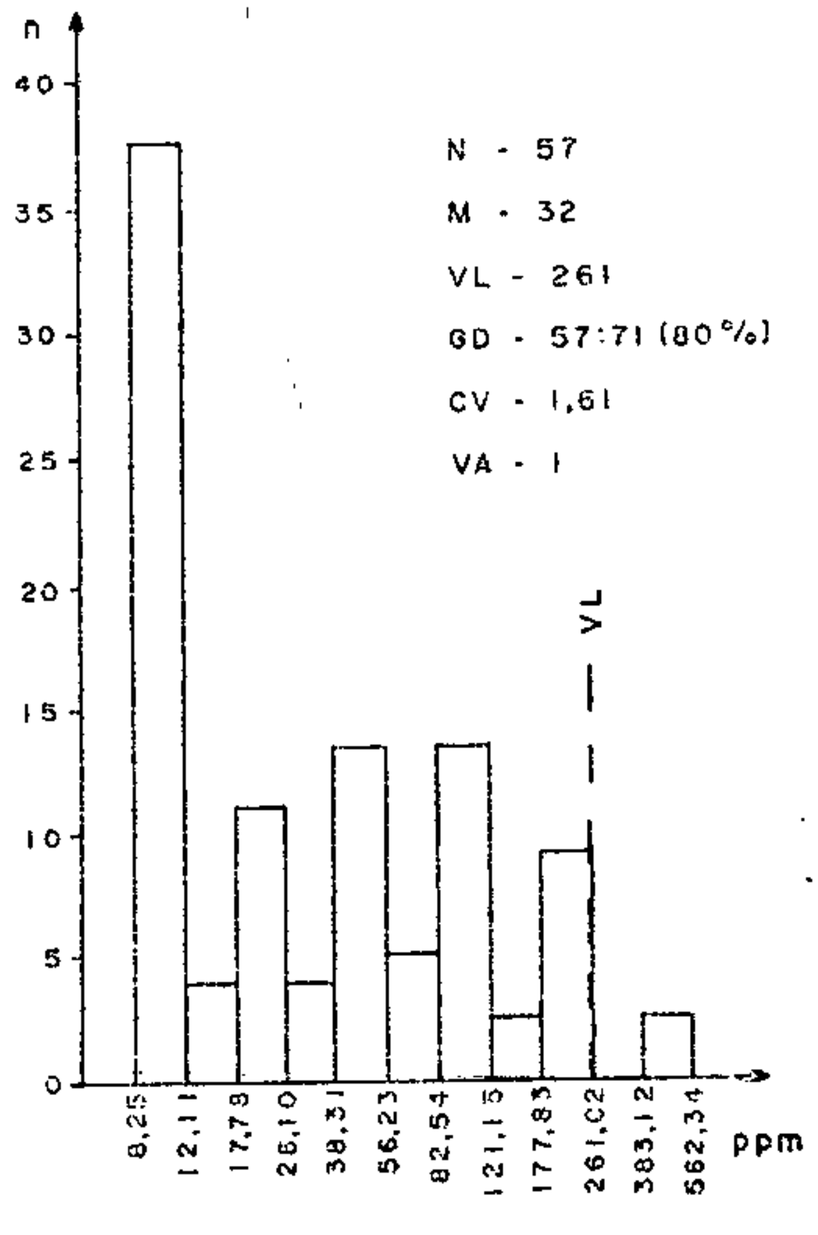
HISTOGRAMAS

CROMO

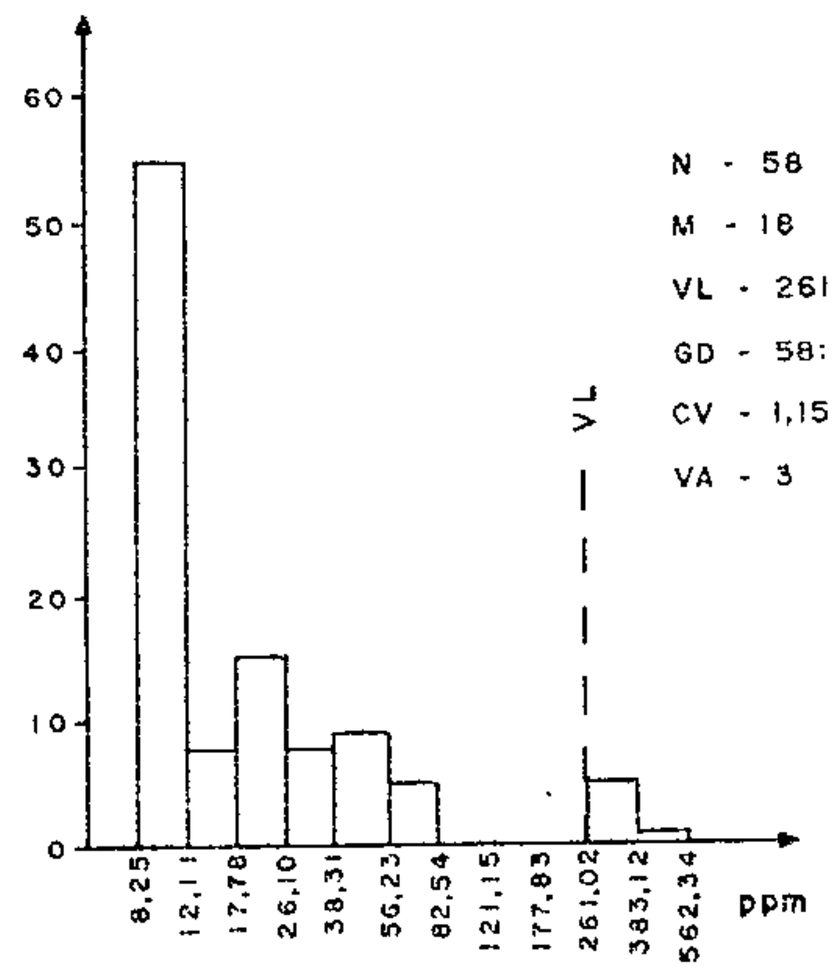
SUB-GRUPO IRIRI — FORM. ARURI




SUB-GRUPO IRIRI — FORM. SALUSTIANO




SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL




n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 11 c

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

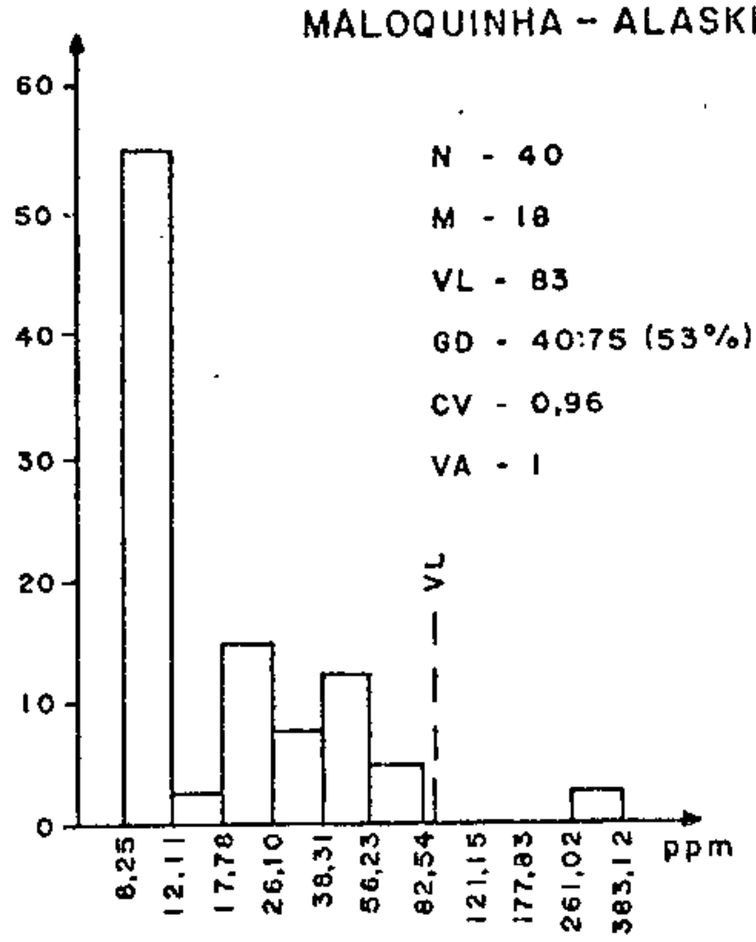
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

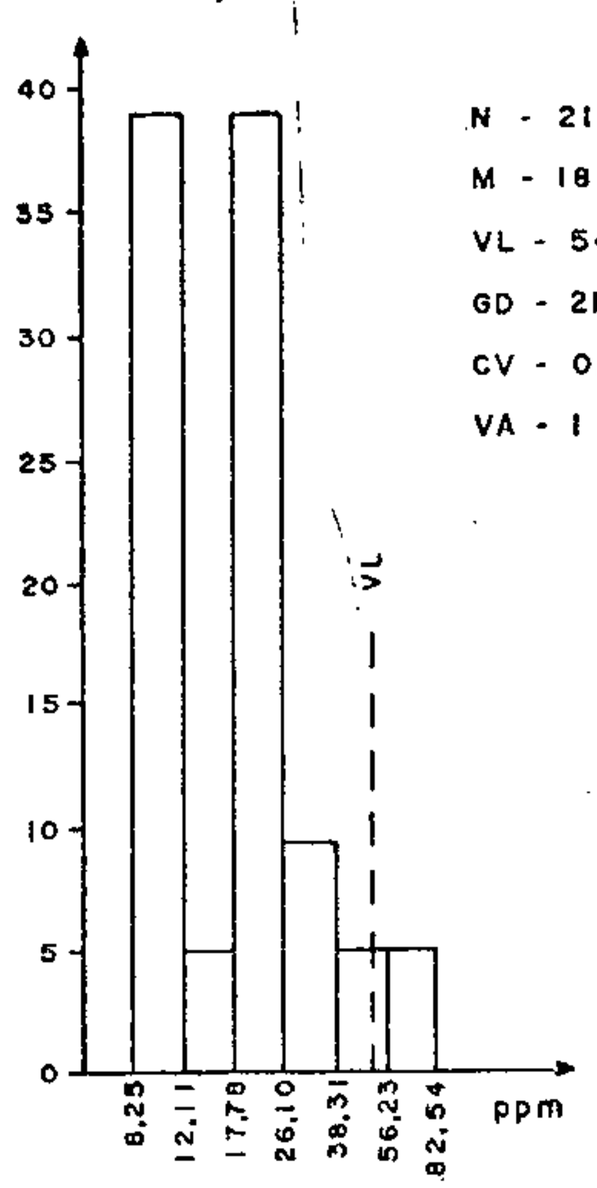
### HISTOGRAMAS

### CROMO

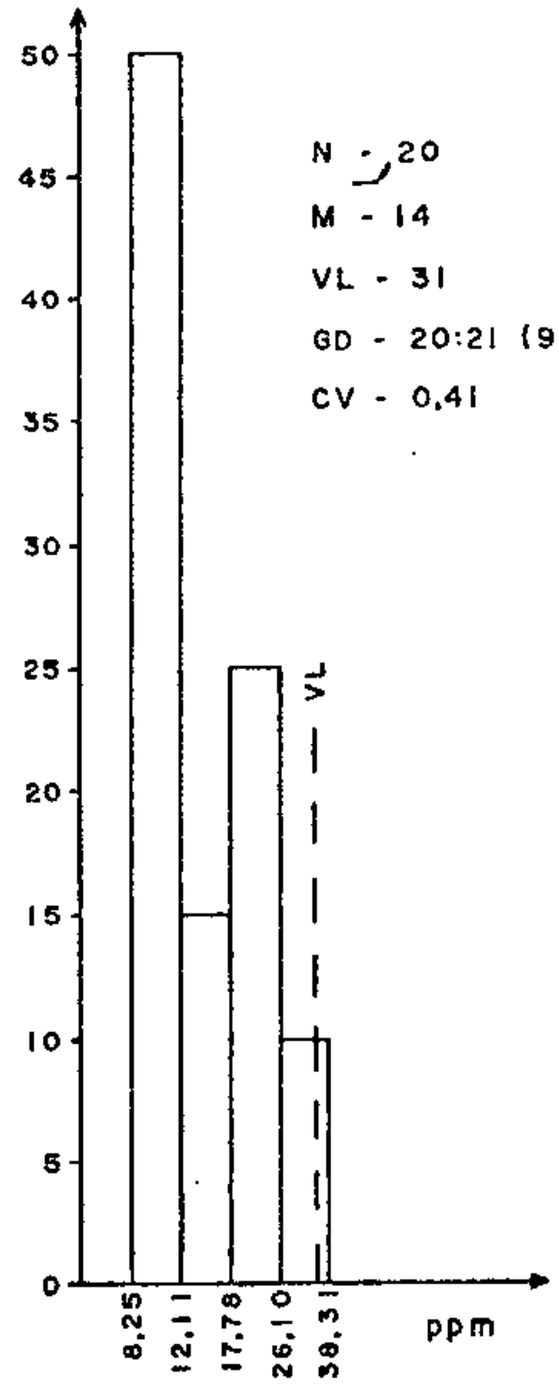
SUB-GRUPO CARAPUÇA-FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO




FORMAÇÃO GOROTIRE *




FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM *




* - Hipótese log-normal aceita

N - Número de amostras

M - Média geométrico (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 11 d



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

pio, são incompatíveis com a geologia local. As rochas afloran tes compõem-se do Granodiorito Jamanxim e de vulcânicas ácidas da Formação Salustiano, pertencentes ao Sub-Grupo Iriri. Uma expli cação plausível para o fenômeno seria a presença de pequenos corpos intrusivos ultrabásicos, não mapeáveis na escala do tra balho.

A rigor, destacaram-se poucas amostras de cromo em sedimentos e cromita em concentrados de bateia, podendo-se citar JN-S-15 (1.500 ppm) no igarapé Envira, afluente da margem esquerda do Jamanxim, JV-S-258 (1.000 ppm) no igarapé Martinho, AS-S-43 no igarapé Ratinho, afluente da margem esquerda do iga rapé Rato, amostras estas pertencentes respectivamente às fo lhas SB.21-X-C-III, IV e VI, e as amostras JN-B-049, 053 e 059 com teores de 5 a 50% de cromita, localizadas a nordeste da fo lha SB.21-X-C-III.

De modo geral, o cromo e o seu mineral cromita, não revelaram um padrão de distribuição que permitisse fazer inferências em termos de mineralizações, somando-se ao fato de que o comportamento metalogenético da região não favorece, a priori, conter mineralizações de metais de filiação ultrabásica.

## 7.6 - Ferro-Manganês

Esse par de elementos maiores é de grande impor tância nos levantamentos geoquímicos por formarem óxidos e hi dróxidos comumente precipitados em ambiente de intemperismo. Du rante a precipitação podem se incorporar por coprecipitação ou tros elementos que não seriam normalmente afetados pela mudança de pH e Eh. Uma vez formados, estes óxidos e hidróxidos têm a tendência de adsorver elementos que com eles vêm em contato.

As figuras 12A, 12B e 12C demonstram o comporta

mento do Fe dentro da área do Projeto. Variaram os valores de 0.05 a 15%, com uma média geométrica de 0.98%, coeficiente de variação de 1,047, sendo o grau de detecção de 96% (833 : 867). A variância de campo e laboratório foi da ordem de 17%.

O Fe apresentou uma distribuição homogênea dentro da área do Projeto com os teores mais destacados correspondendo ao Granodiorito Jamanxim. A matriz de correlação, referente à área total, mostrou que o ferro se correlacionou principalmente com V, Mn, Ni e Sc, e mais discretamente com Pb, Cu e Zn.

Os valores definidos de manganês (figuras 12D, 12E, 12F e 12G) variaram de 10 a 5.000 ppm, com uma média geométrica de 35 ppm, coeficiente de variação de 1,244 e grau de detecção de 96% (833 : 867). A variância introduzida devido a amostragem e análise foi de 34%.

Do mesmo modo que o ferro, o manganês mostrou-se distribuído regularmente por toda a área, com os litótipos do Grupo Cuiú-Cuiú, Granodiorito Jamanxim e Sub-Grupo Carapuça apresentando os valores mais significativos. O ferro foi o elemento que melhor se correlacionou com o manganês (r = 0.686), exibindo ainda boa correlação com o Pb (r = 0.508) e Co (r = 0.519).

Aparentemente estes dois elementos não teriam influenciado fortemente a variação de valores dos demais elementos. Supostamente, seria de se esperar que as populações-alvo conspicuamente enriquecidas desses elementos exibissem uma significativa correlação dos mesmos com os metais mais diretamente influenciados por processos de coprecipitação, adsorção e "scavenging", em cujo grupo estariam incluídos os elementos Cu, Ni, Co, Zn, etc. A observação das matrizes de correlação deixa transparecer uma influência pouco notável do ferro e do manganês como condicionadores da repartição areal de outros metais, no ambiente de dispersão secundária.

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

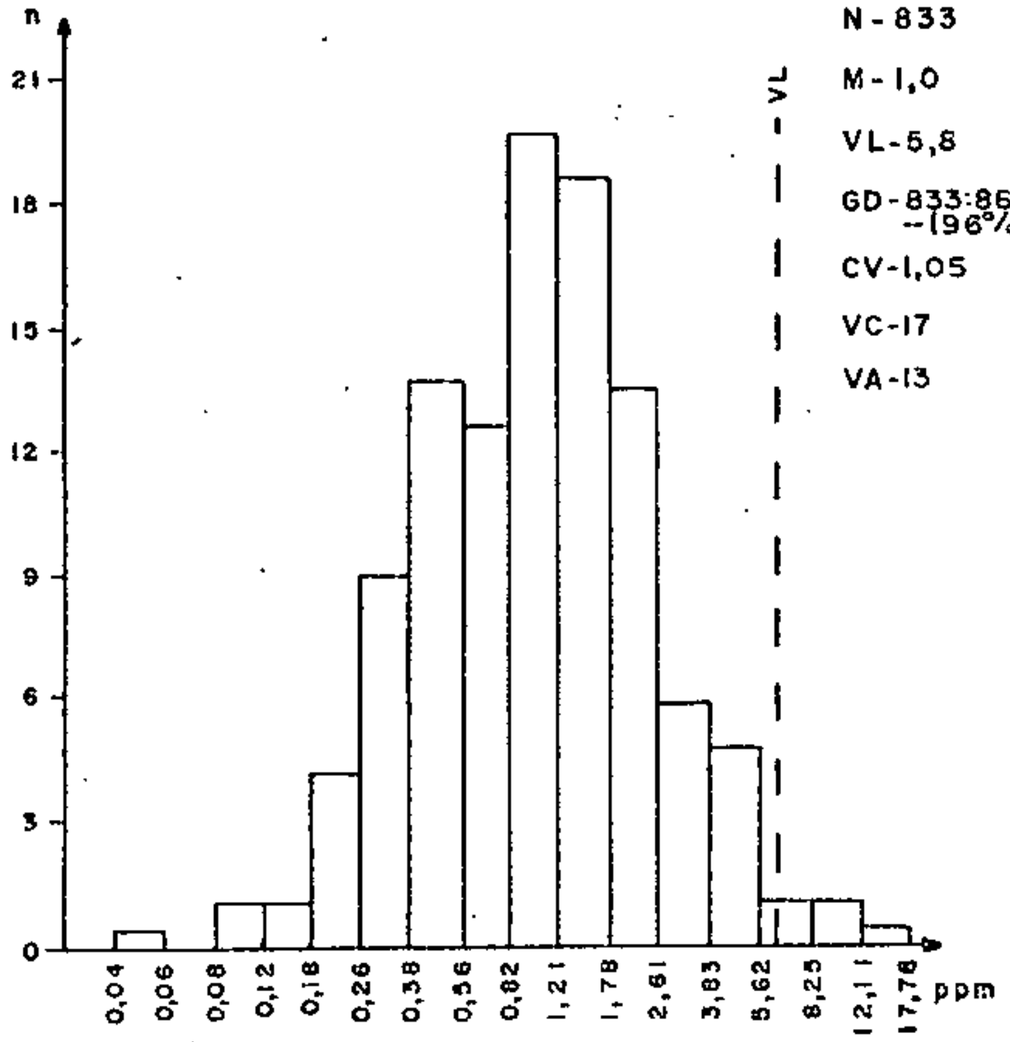
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

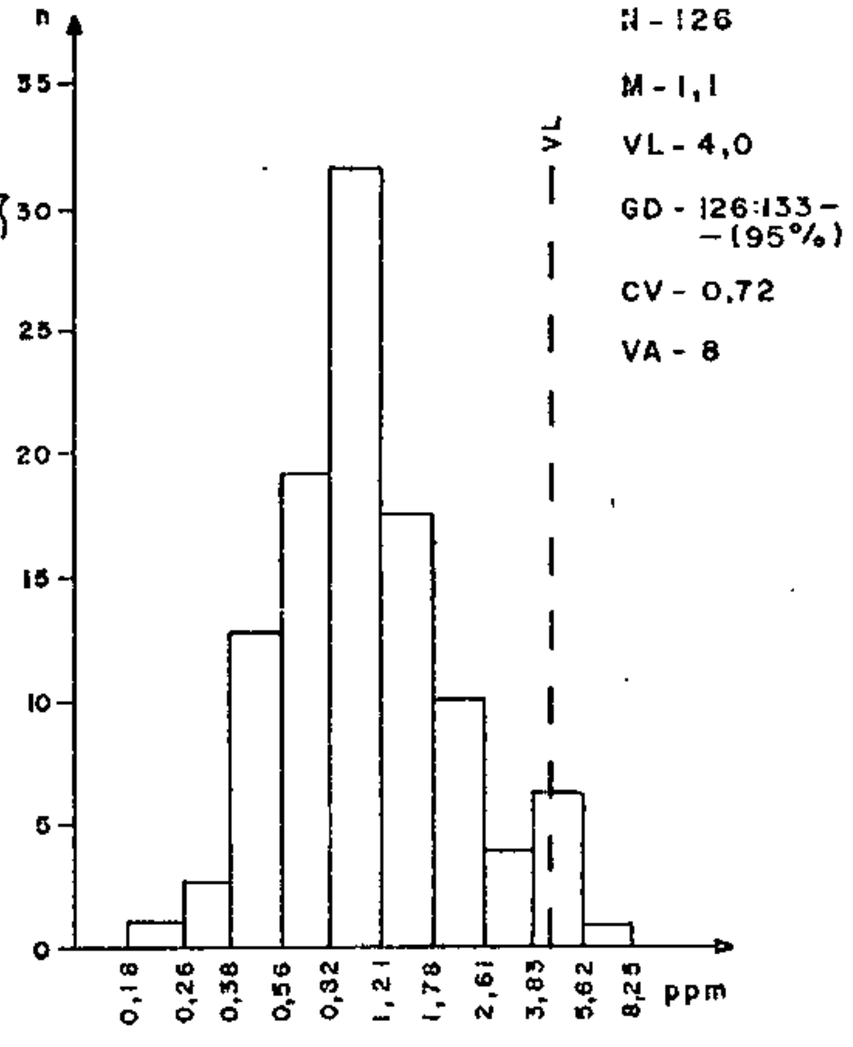
### HISTOGRAMAS

### FERRO

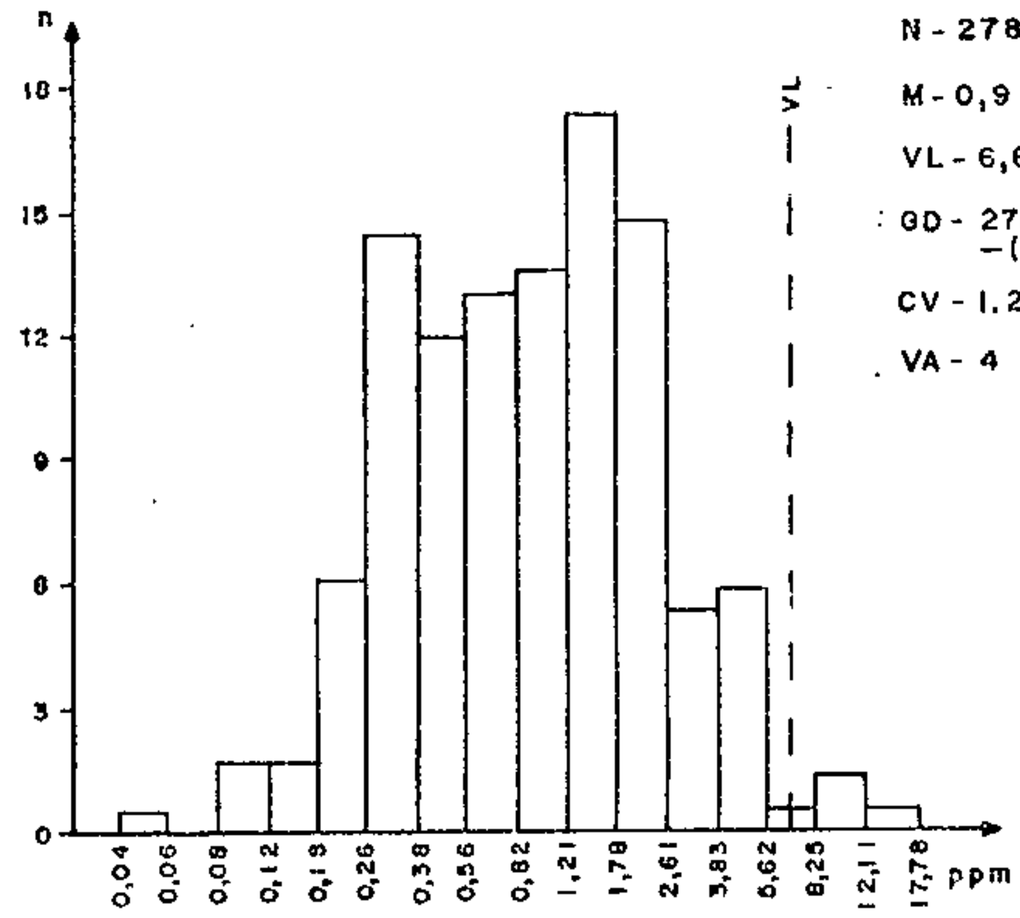
ÁREA TOTAL *



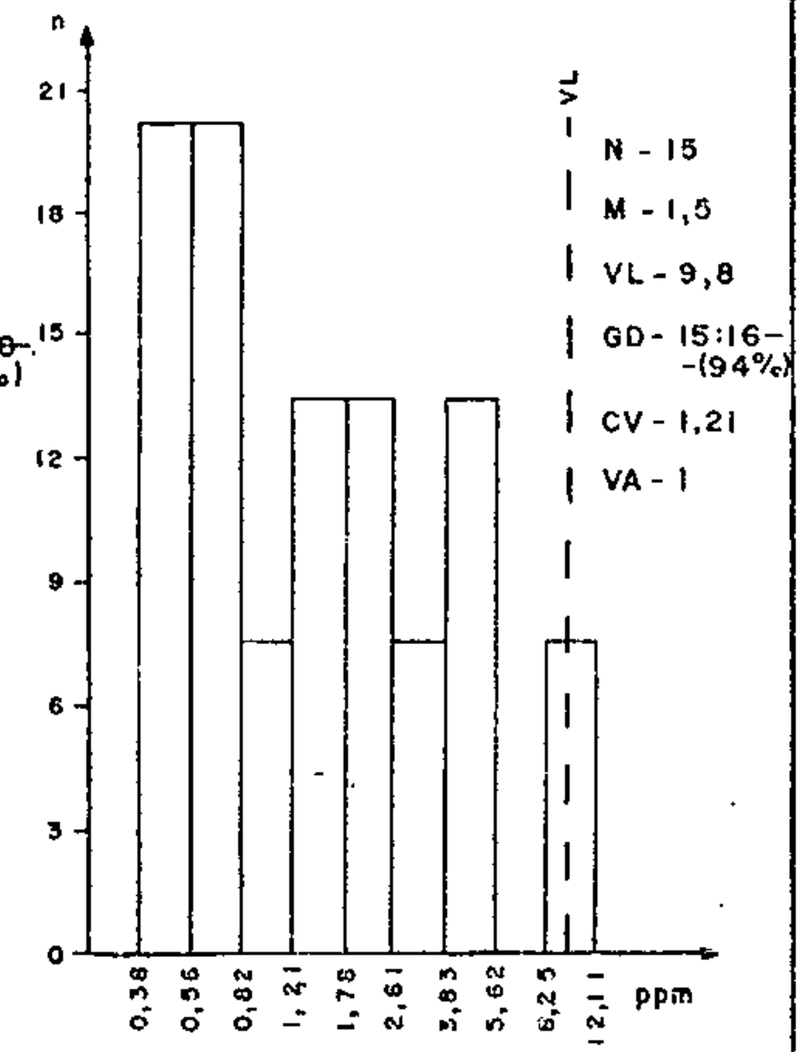

GRUPO CUIÚ-CUIÚ *




GRANODIORITO JAMANXIM *




GRANITO MANGABAL *




* - Hipótese log-normal aceita
n - Frequência (%)
N - Número de amostras
M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)
GD - Grau de detecção
CV - Coeficiente de variação
VC - Variância combinada
VA - Valores anomalos

FIG. 12 a

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

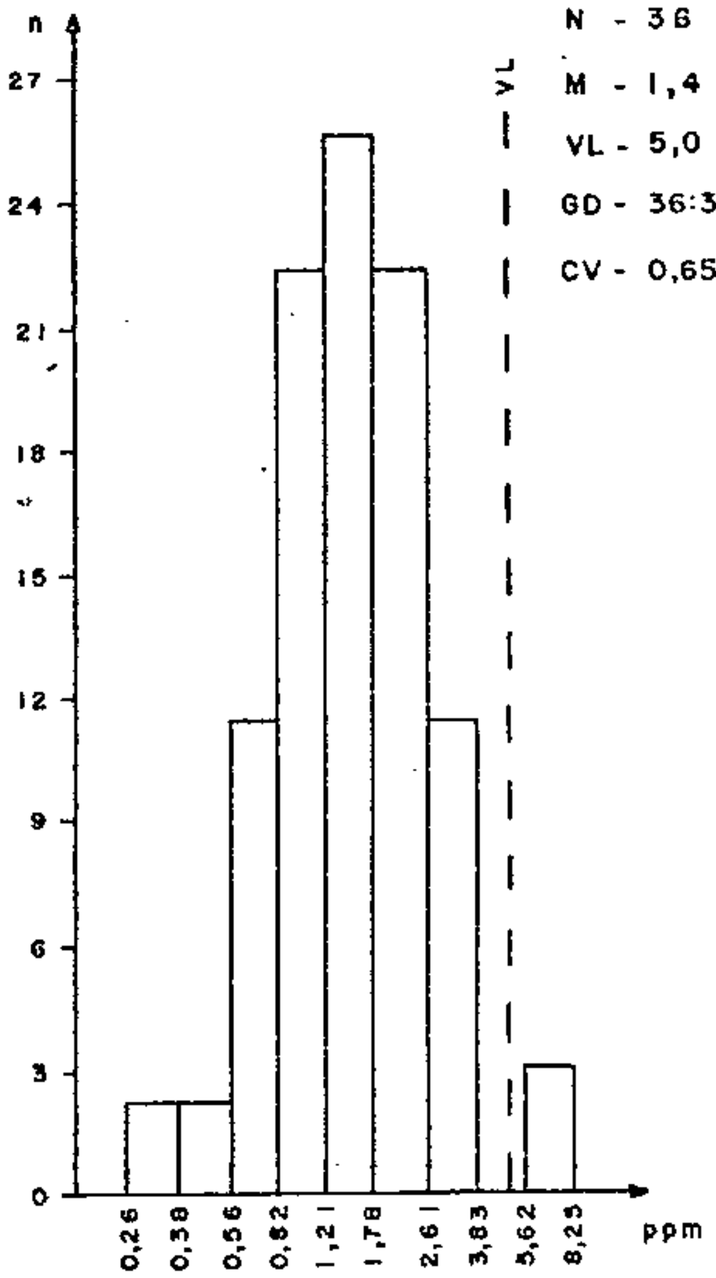
## GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

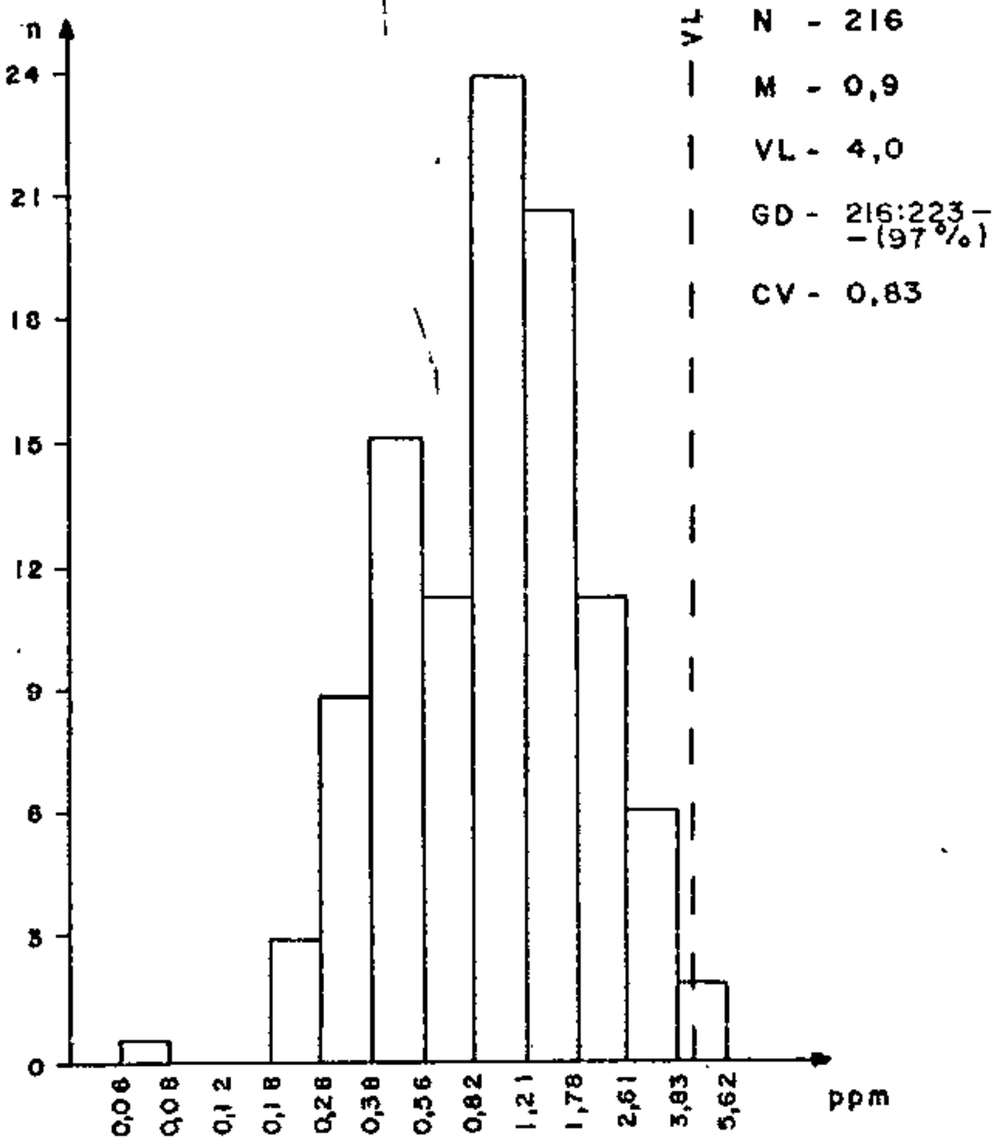
### HISTOGRAMAS

### FERRO

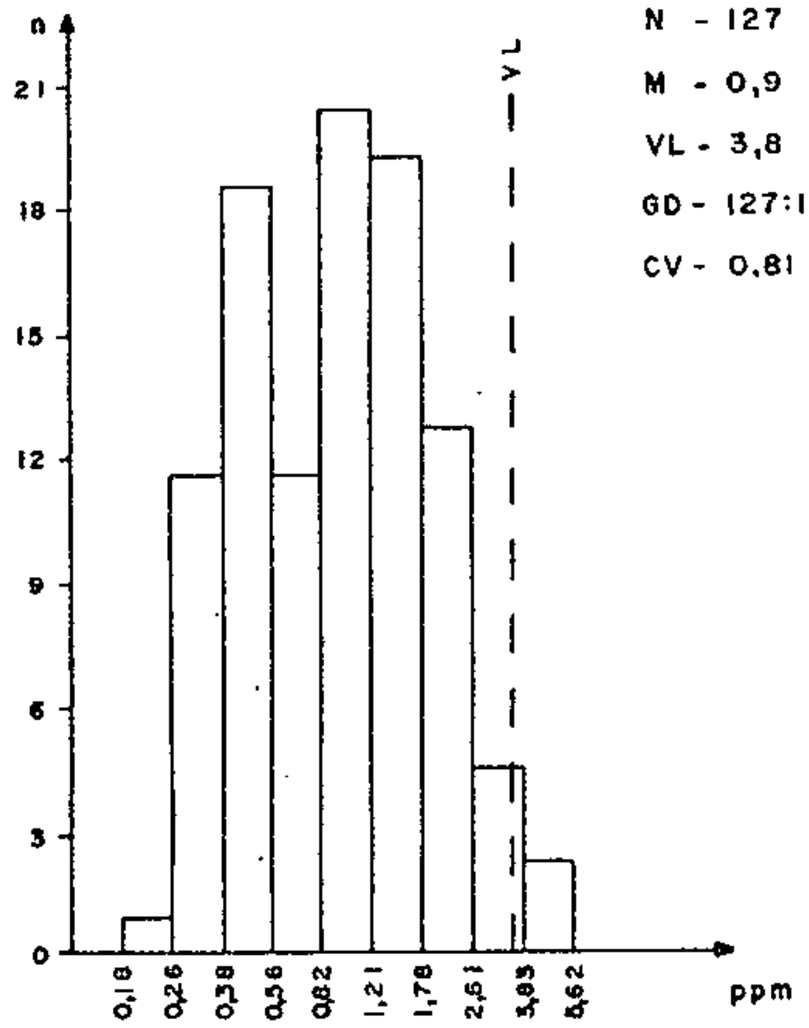
QUARTZO MONZONITO STA. HELENA *




SUB-GRUPO IRIRI TOTAL *




SUB-GRUPO IRIRI – FORMAÇÃO ARURI *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 12 b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

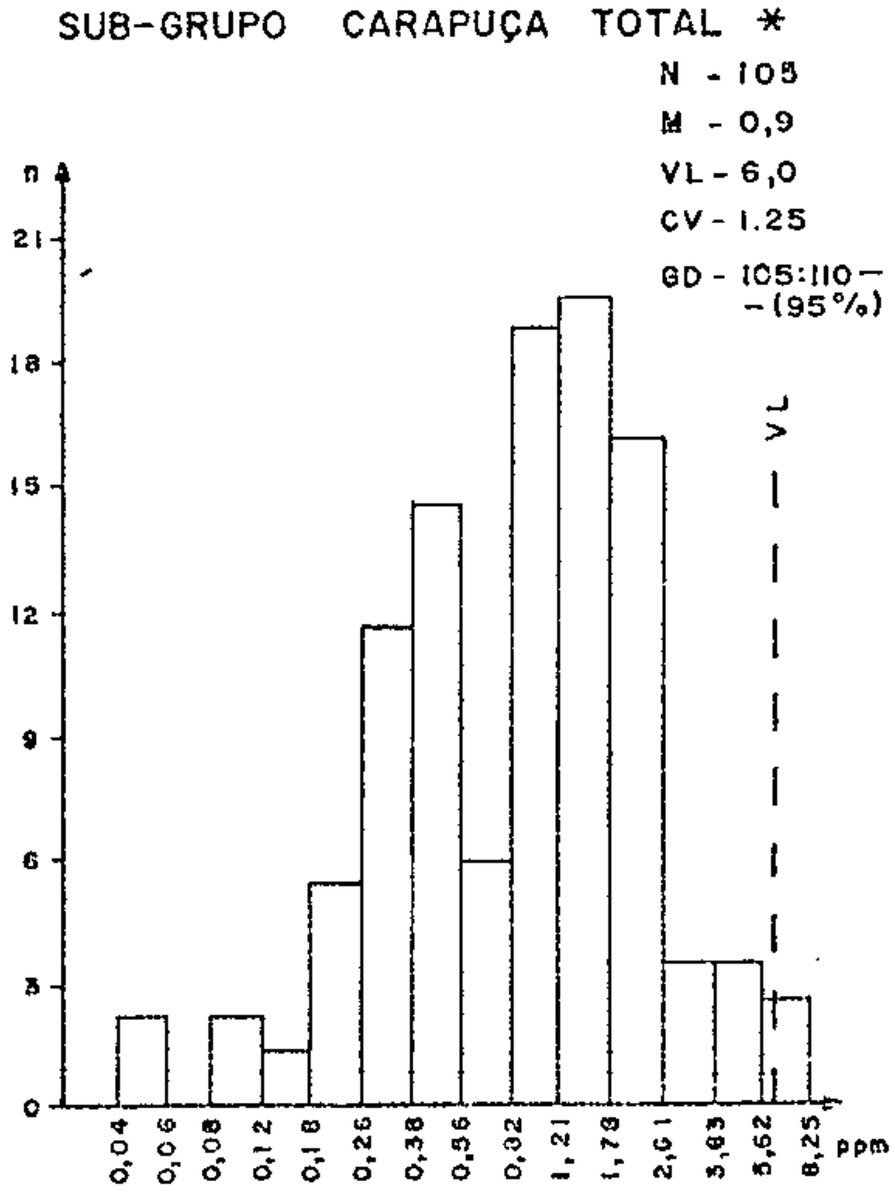
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

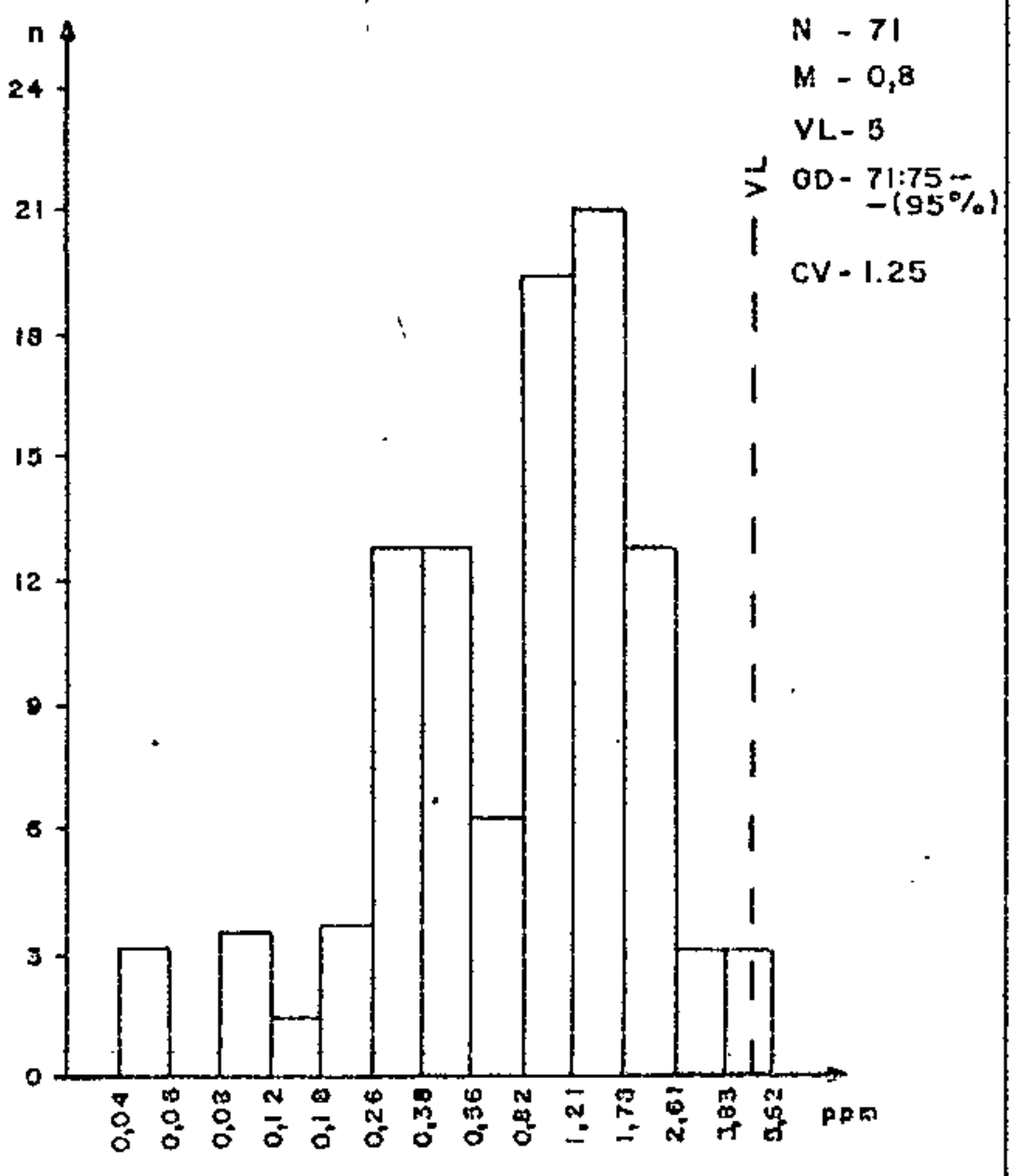
HISTOGRAMAS

FERRO

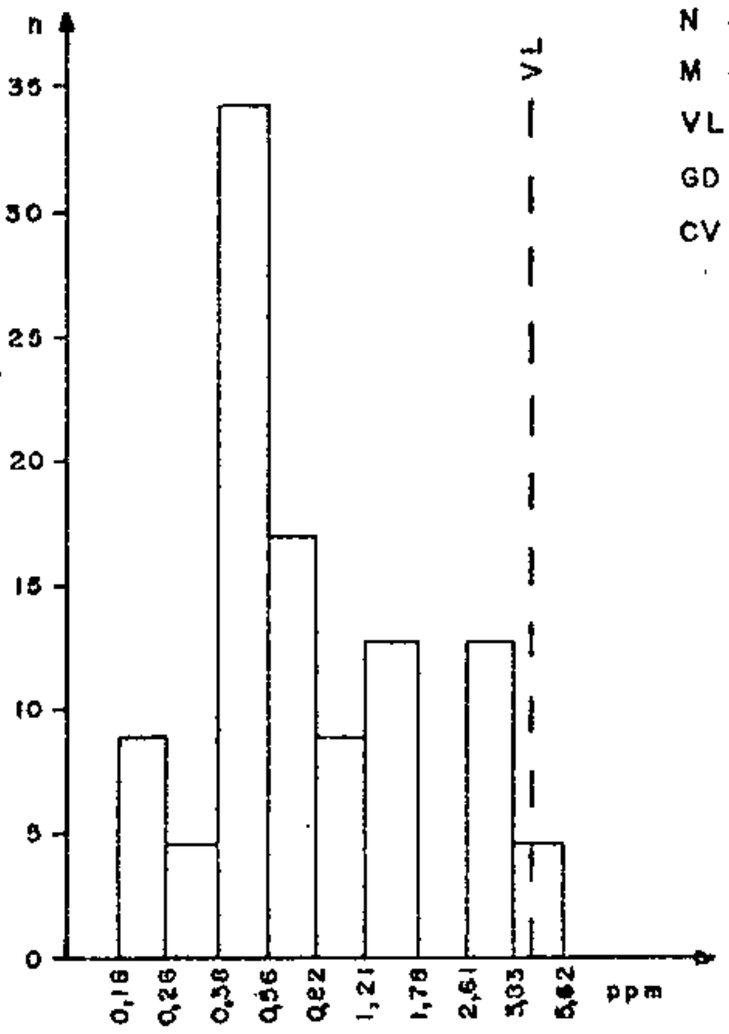
SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL *




SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




FORMAÇÃO GOROTIRE *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 12 c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

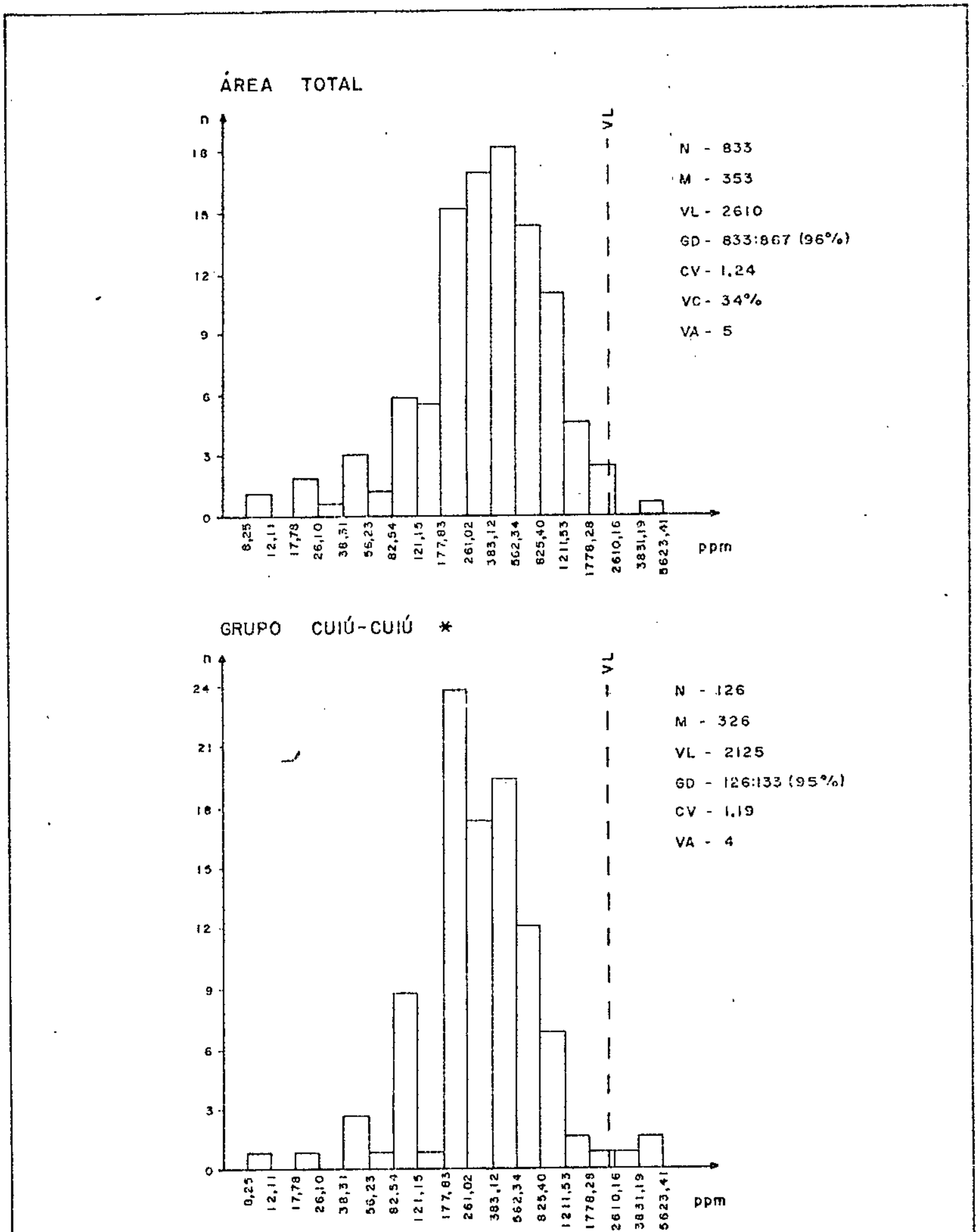
# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

### HISTOGRAMAS

### MANGANÊS




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VC - Variância combinada

VA - Valores anômalos

FIG. 12 d



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

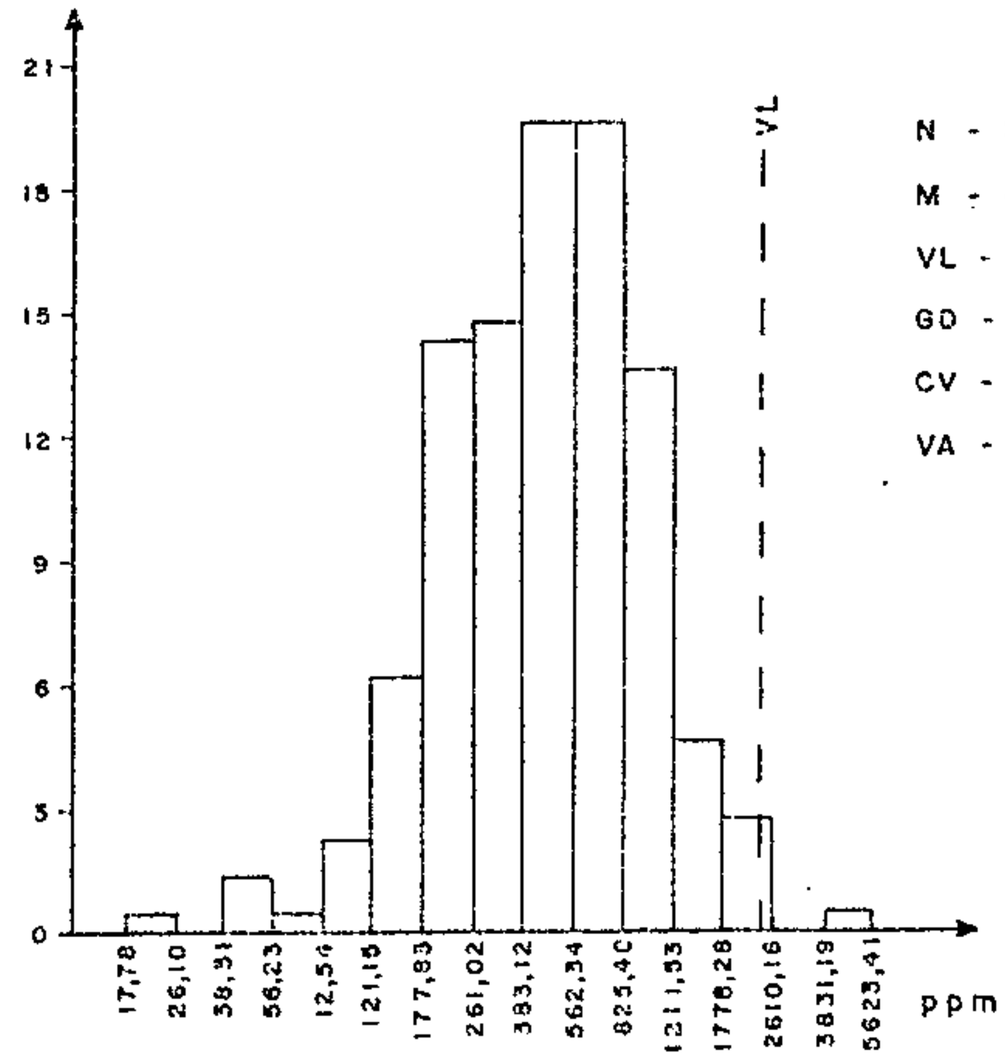
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

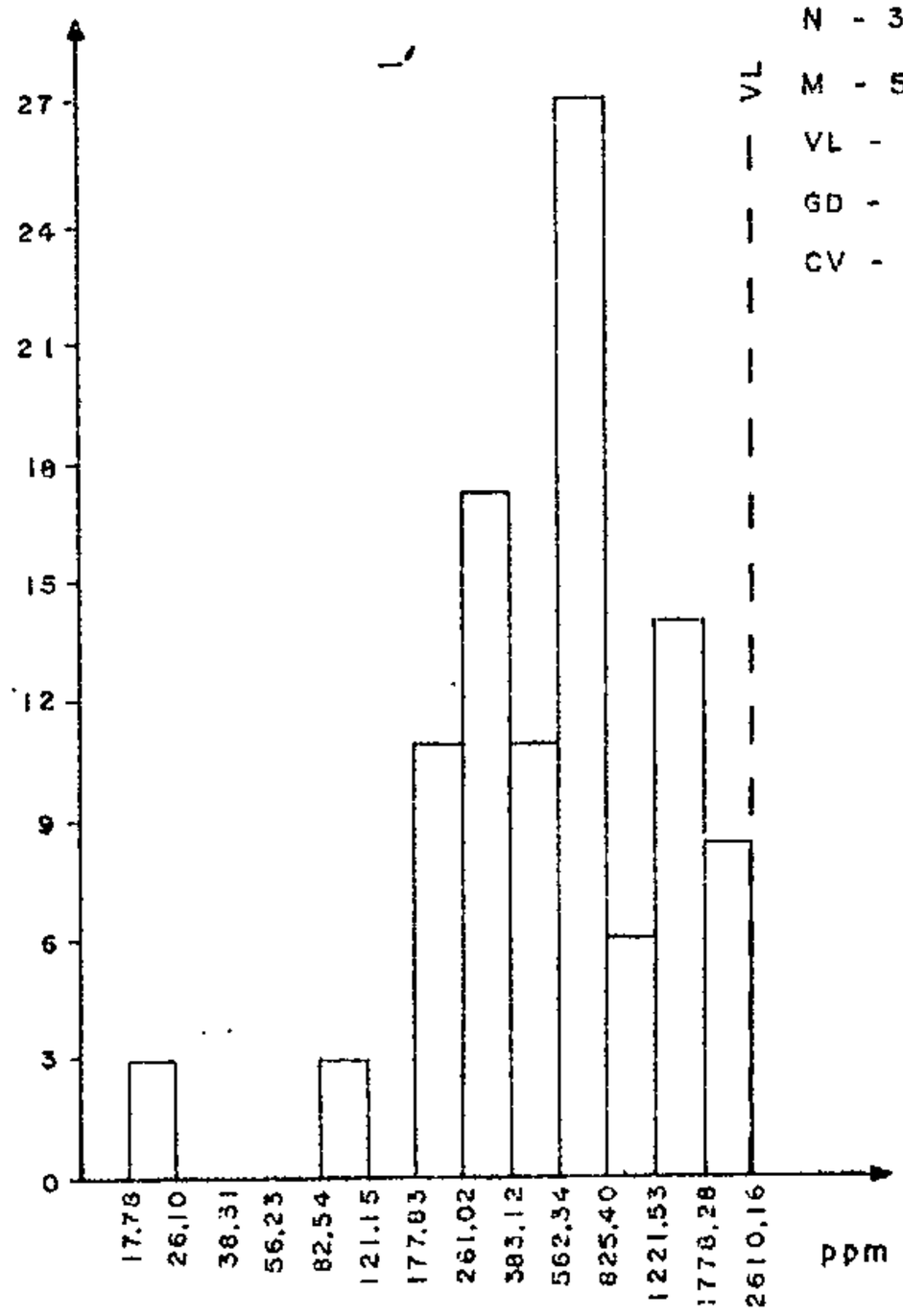
HISTOGRAMAS

MANGANÊS

GRANODIORITO JAMANXIM *




QUARTZO MONZONITO STA. HELENA *




* - Hipótese log-normal aceita

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 12 e

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

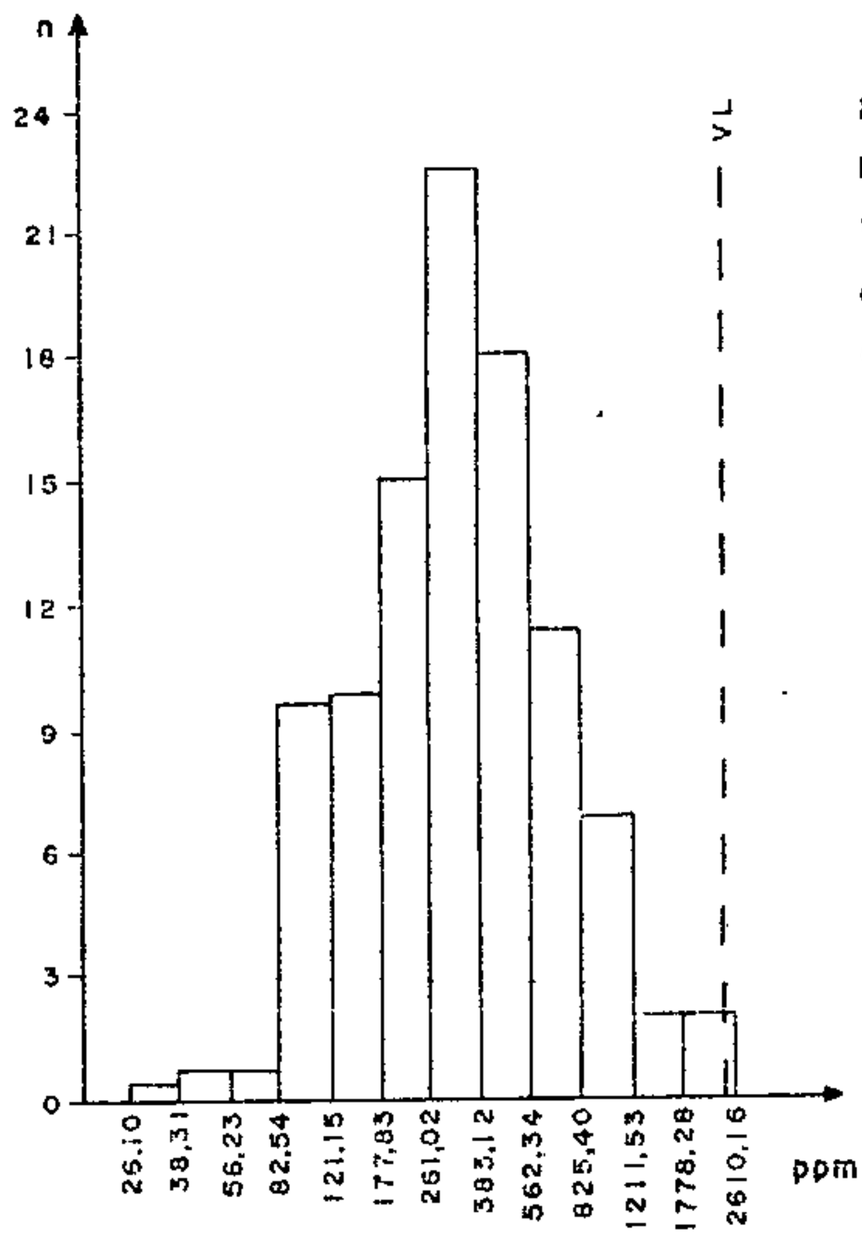
CPRM

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

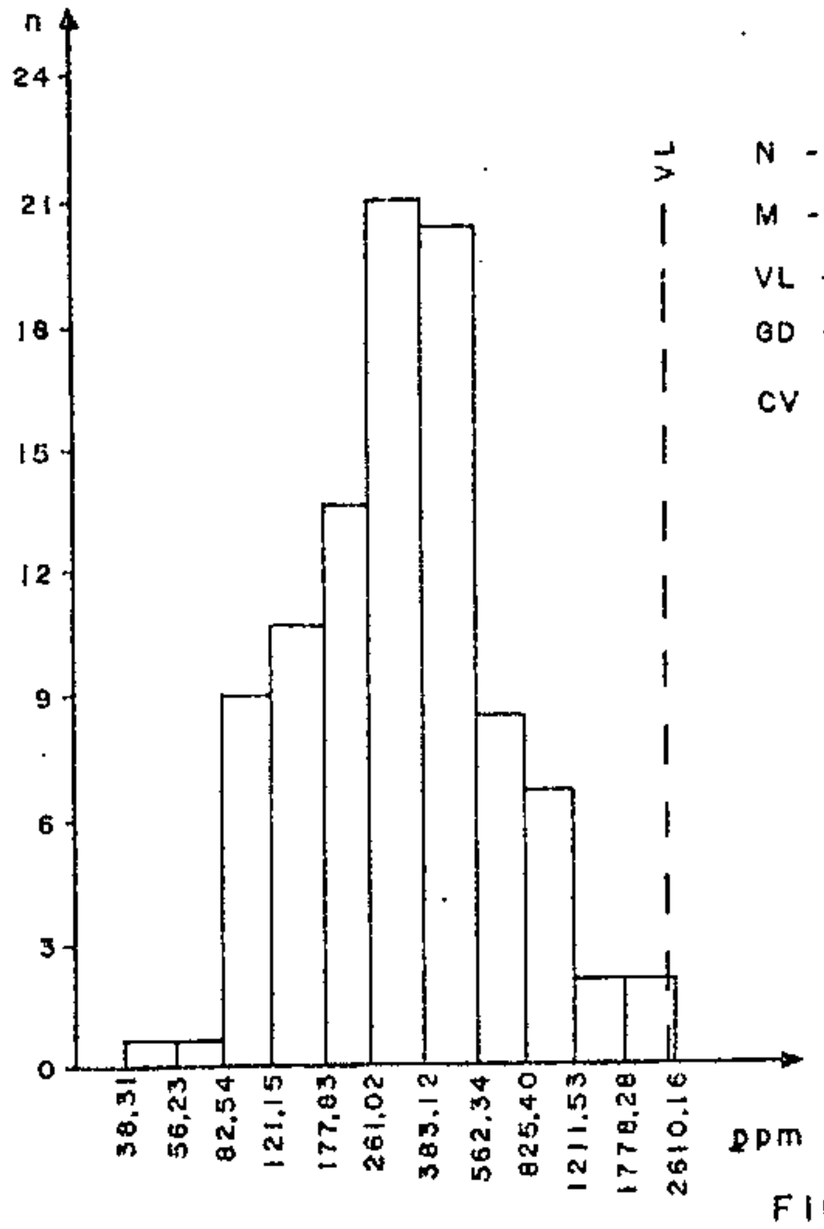
HISTOGRAMAS

MANGANÊS

SUB-GRUPO IRIRI TOTAL *




SUB-GRUPO IRIRI — FORMAÇÃO ARURI *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 12 f

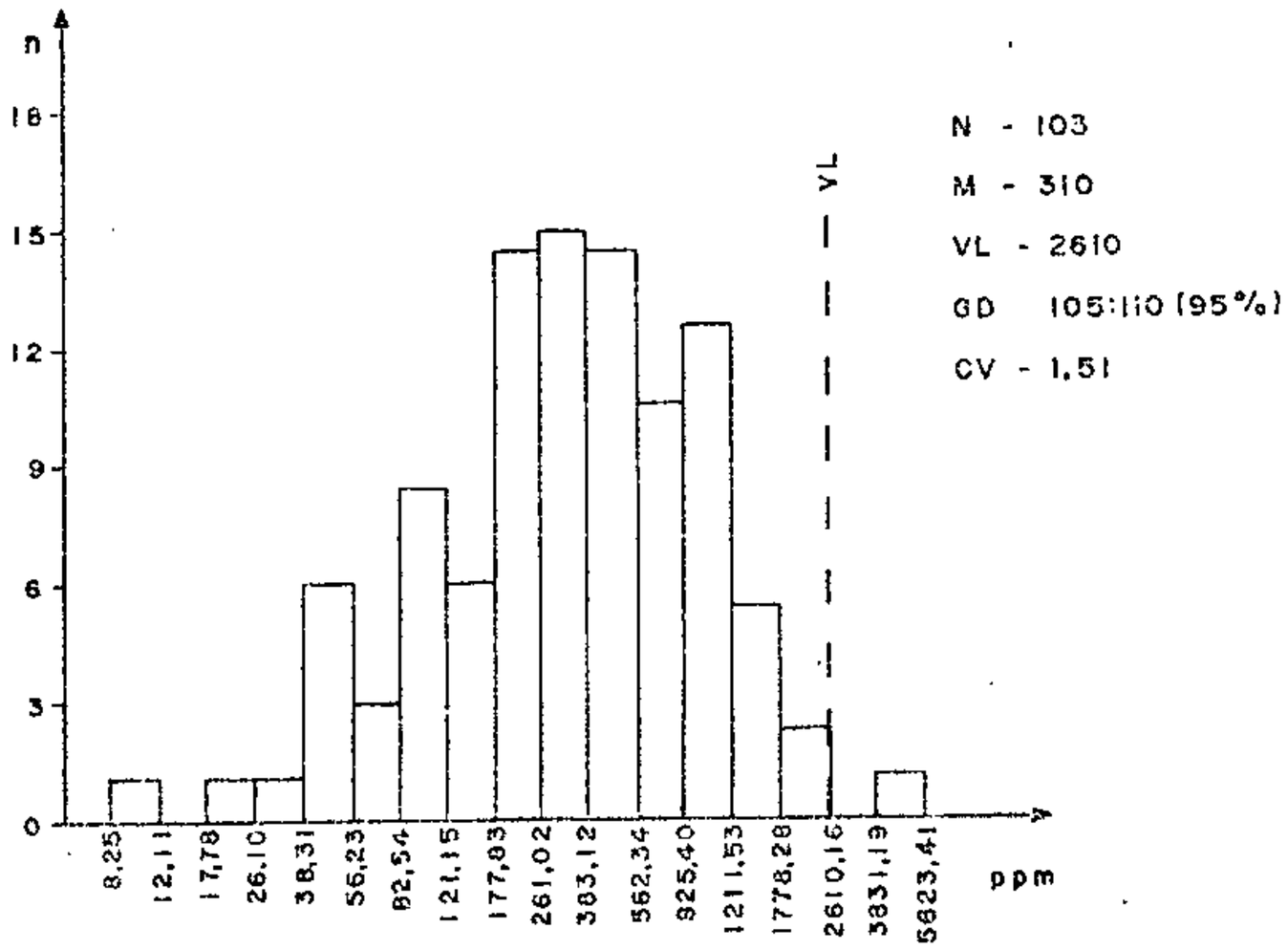
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

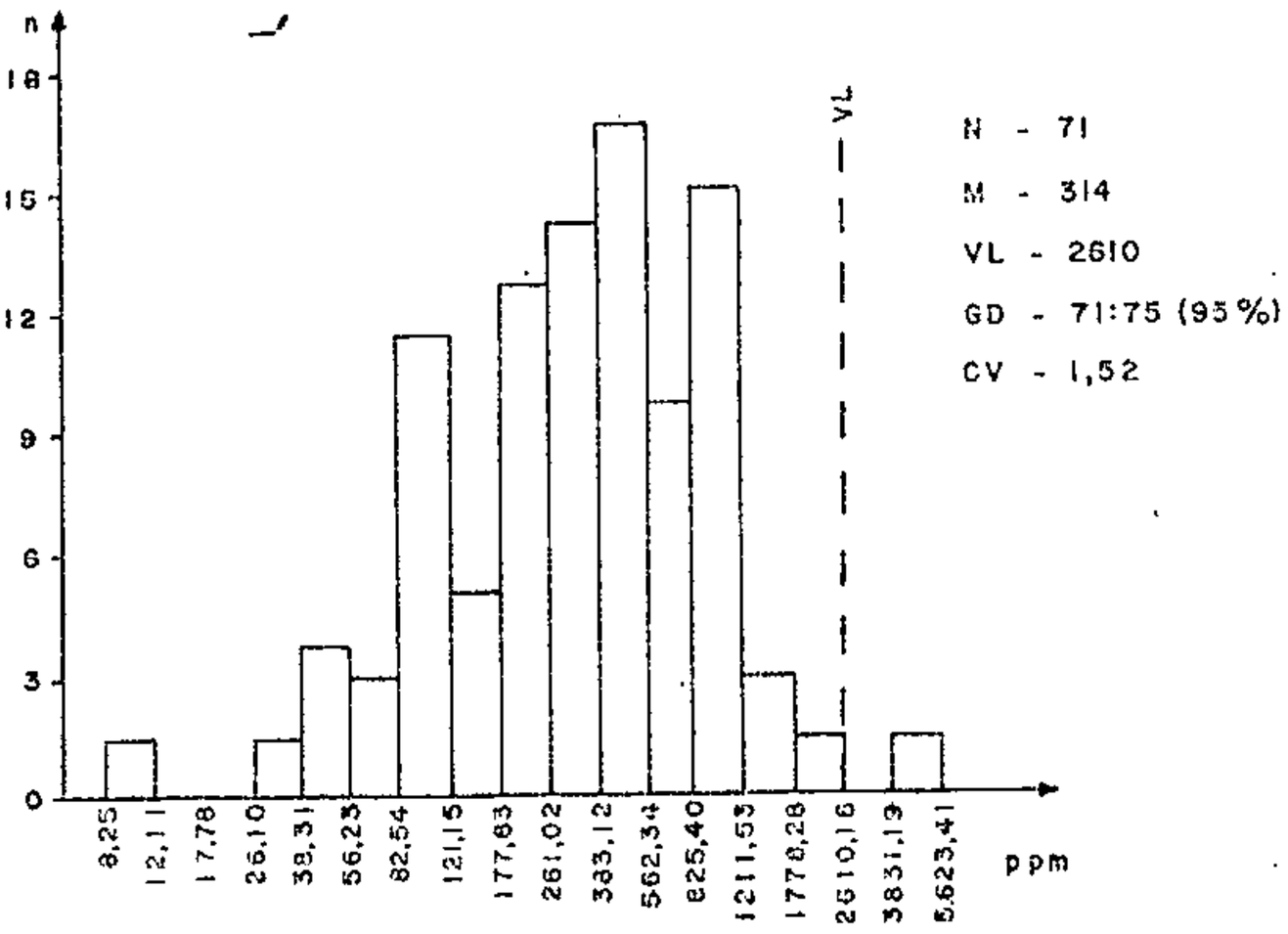
HISTOGRAMAS

MANGANÊS

SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL *




SUB-GRUPO CARAPUÇA-FORMAÇÃO MALOQUINHA--ALASKITO *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 12 g



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

## 7.7 - Bário

Sabe-se que o bário encontra-se largamente distribuído nas rochas ígneas, particularmente nas variedades mais ácidas como os granitos e sienitos. A média citada pela literatura geoquímica para o bário, nas rochas graníticas é de 600 ppm, sendo de 2 ppm em rochas ultramáficas. Na maioria dos depósitos, o bário aparece associado com Ca, Cr, Mg, Fe, Pb, Mn, Zn, Cd, etc. Convém notar que a barita é um mineral de ganga comum em muitos tipos de depósitos minerais.

Em condições tropicais o elemento apresenta baixa mobilidade no ambiente secundário. A repartição geoquímica do elemento é razoavelmente homogênea em toda a área do Projeto. Os histogramas das populações-alvo estão representados nas figuras 13A, 13B, 13C, 13D e 13E.

A média regional para o elemento é de 289 ppm, com grau de detecção de 96% (831 : 867), coeficiente de variação de 1,03, sendo o "threshold" regional de 1.210 ppm, totalizando 16 valores acima deste limiar.

A variância combinada (campo + laboratório) foi da ordem de 43%, estando, portanto dentro dos limites de confiabilidade estabelecido por EBENS (1975).

A população-alvo pertinente ao Grupo Cuiú-Cuiú mostrou a maior amplitude regional de valores (70 - 3000), com três valores acima do limiar (1.603 ppm) calculado para esse grupo litológico.

A amostra RO-S-107 apresentou 3.000 ppm de bário em sedimentos relacionados à litologia do Grupo Cuiú-Cuiú. No entanto, a mesma amostra revelou também 5% de Fe. Merecem destaque as seguintes amostras com teores registrados de 2.000 ppm de bário: RO-S-149, RO-S-159, pertencentes a aluvião provenien

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

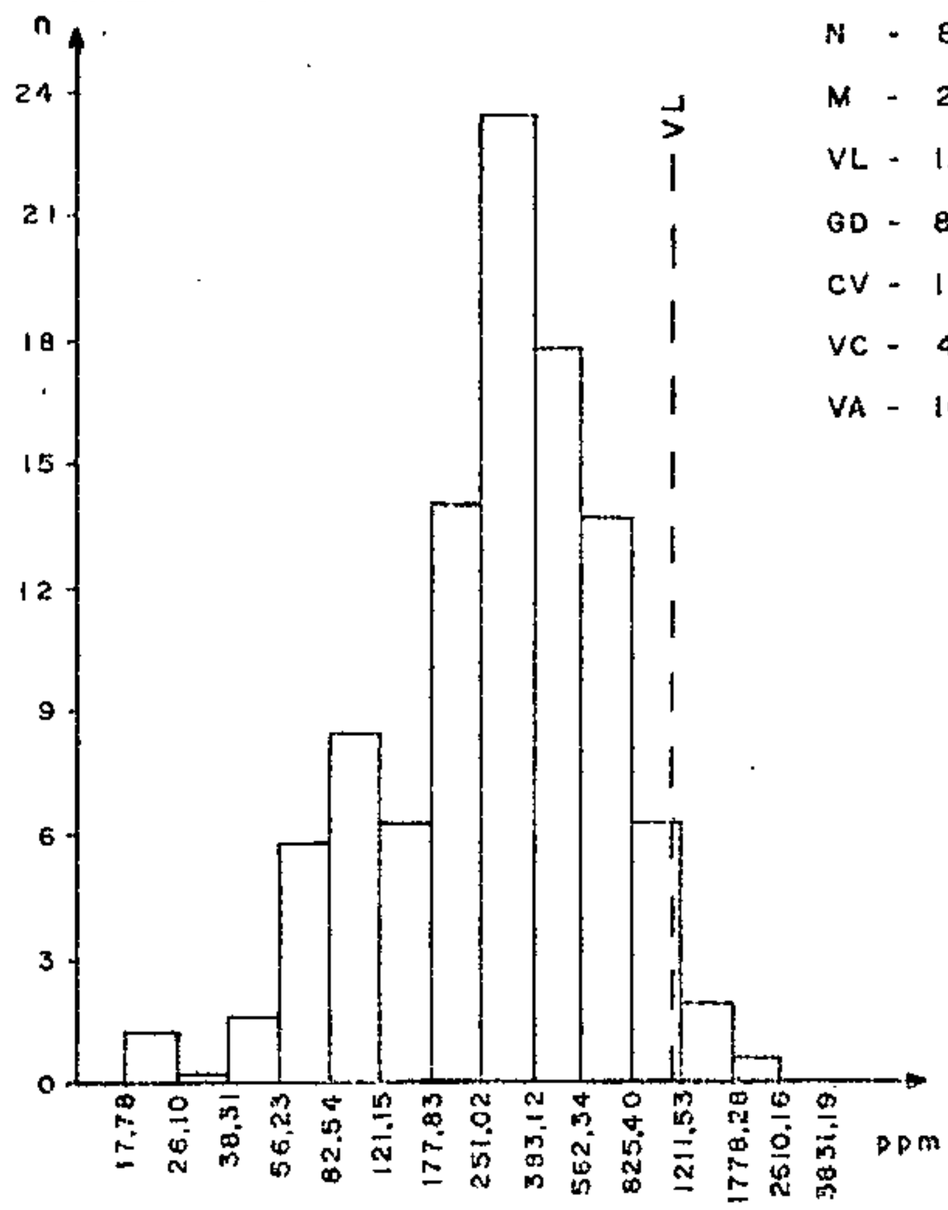
CPRM

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

### HISTOGRAMAS

### BÁRIO

ÁREA TOTAL *




N - 831

M - 289

VL - 1.211

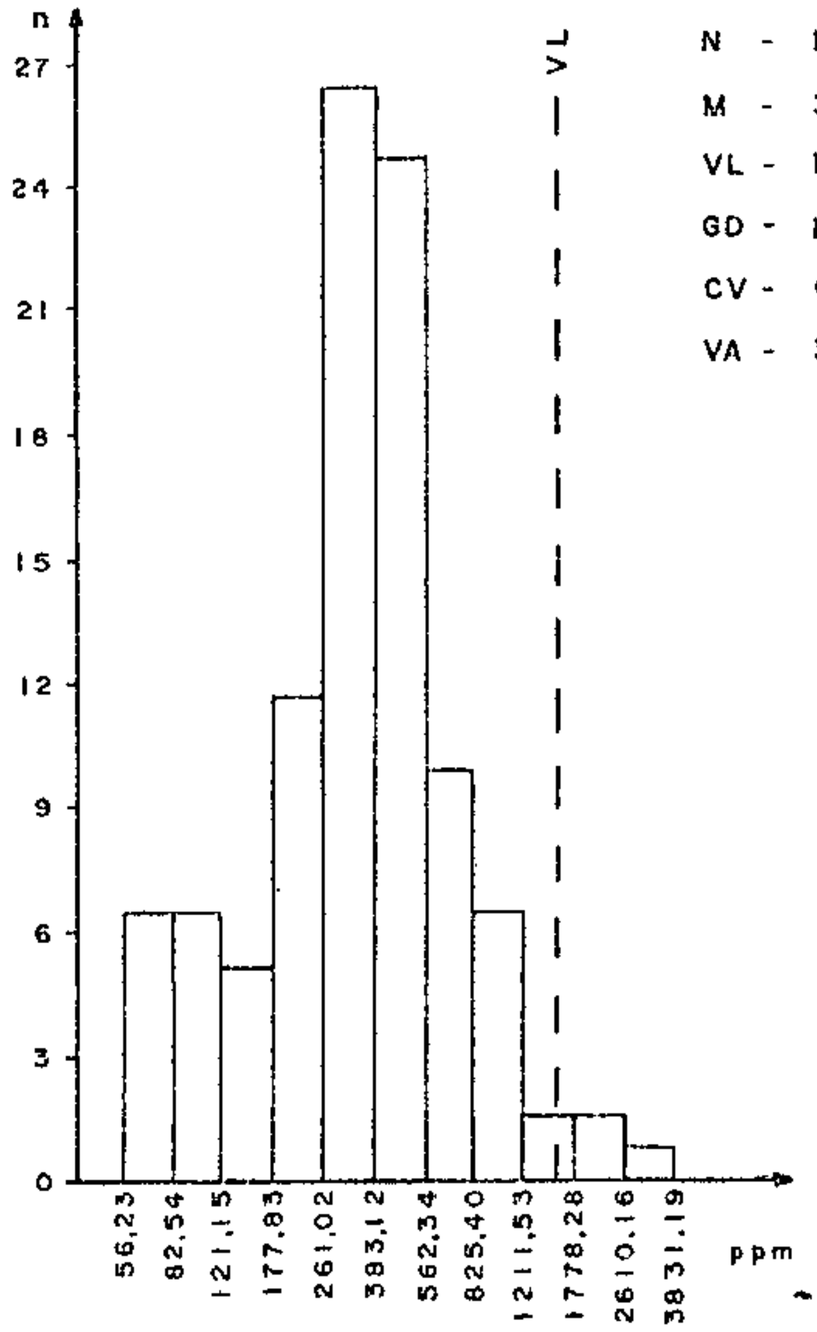
GD - 831:867 (96%)

CV - 1,03

VC - 43%

VA - 16

GRUPO CUIÚ-CUIÚ *




N - 126

M - 336

VL - 1603

GD - 126:133 (95%)

CV - 0,91

VA - 3

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geometrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VC - Variância combinada

VA - Valores anômalos

FIG. 13a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

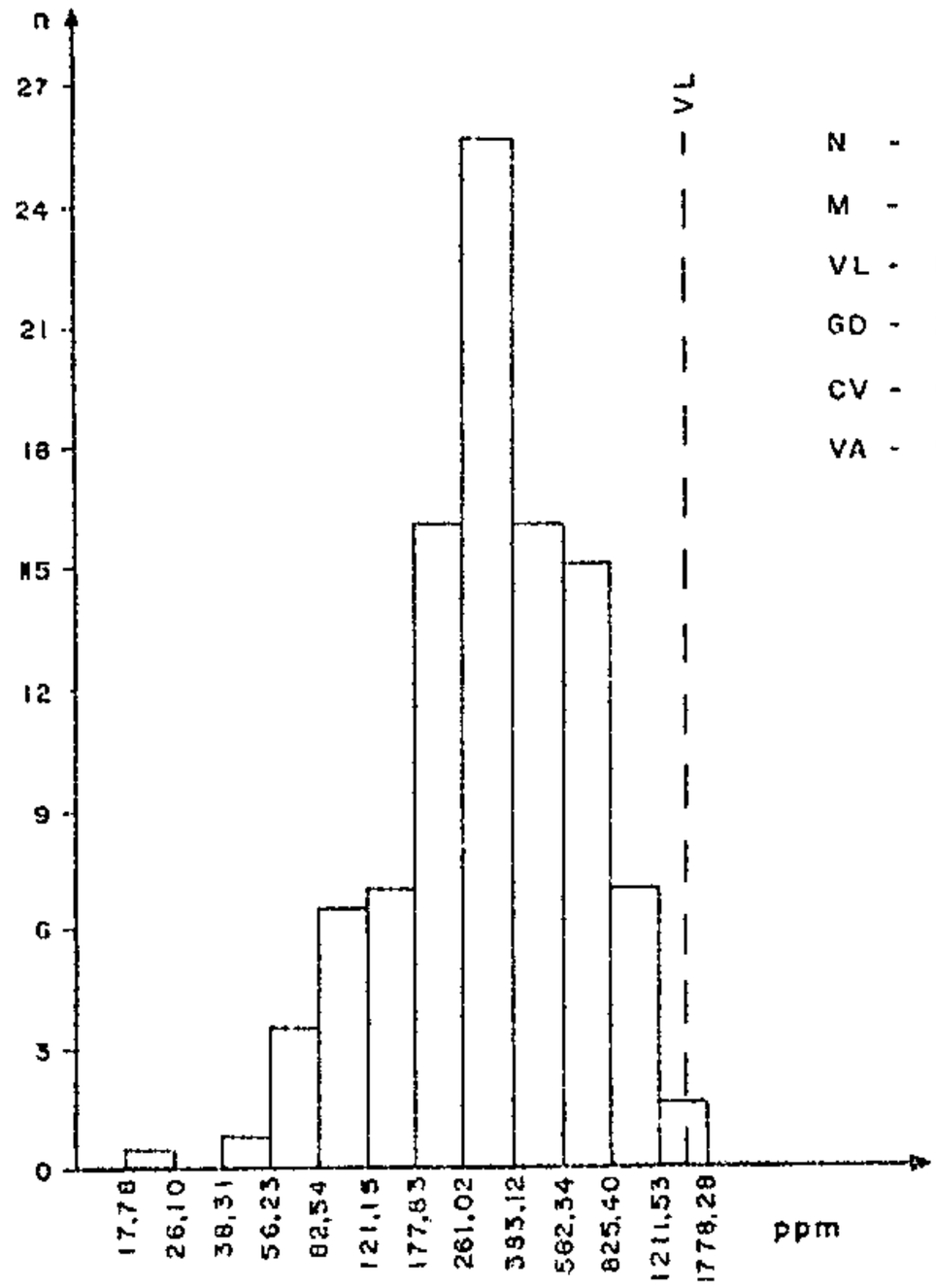
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

### HISTOGRAMAS

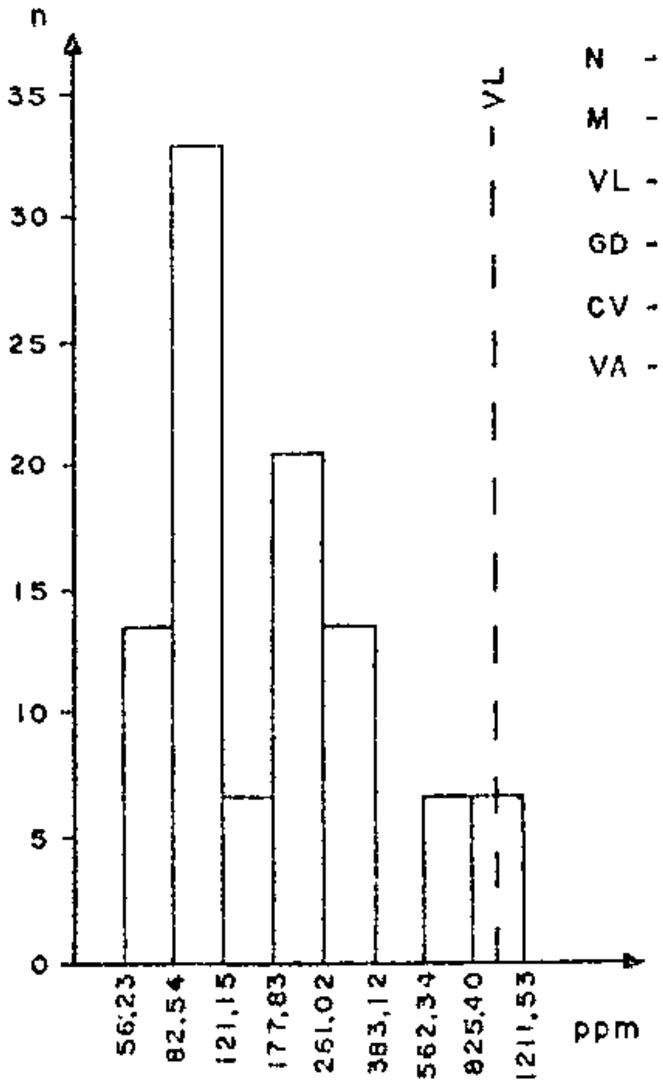
### BÁRIO

GRANODIORITO JAMANXIM *




N - 278
M - 320
VL - 1.427
GD - 278:288 (96%)
CV - 0,86
VA - 5

GRANITO MANGABAL *




N - 15
M - 173
VL - 849
GD - 15:16 (94%)
CV - 0,94
VA - 1

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 13 b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

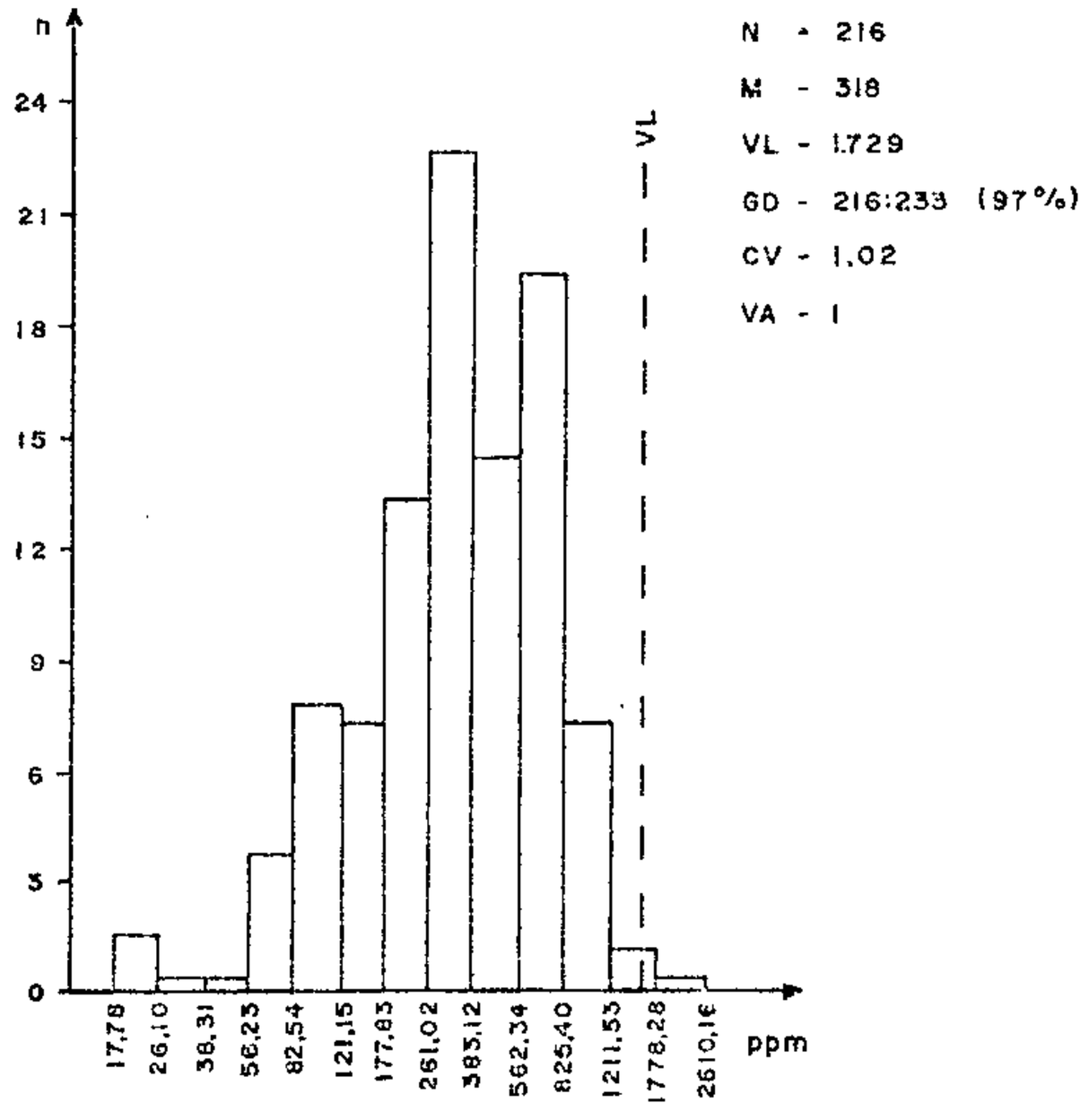
CPRM

# GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

## HISTOGRAMAS

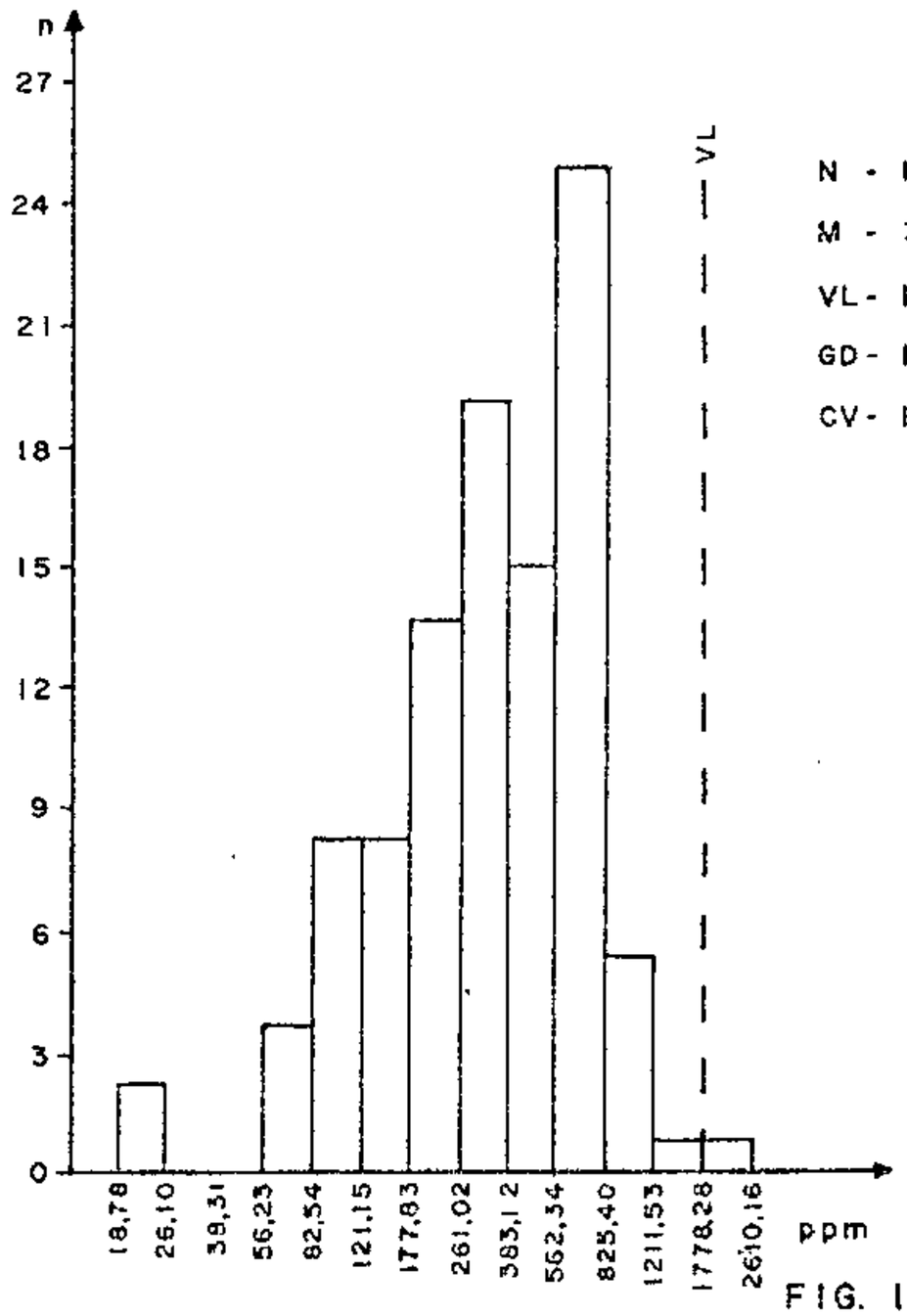
### BÁRIO

SUB-GRUPO IRIRI TOTAL *




N - 216
M - 318
VL - 1.729
GD - 216:233 (97%)
CV - 1,02
VA - 1

SUB-GRUPO IRIRI - FORMAÇÃO ARURI *




N - 127
M - 316
VL - 1.776
GD - 127:131 (97%)
CV - 1,05

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 13 c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

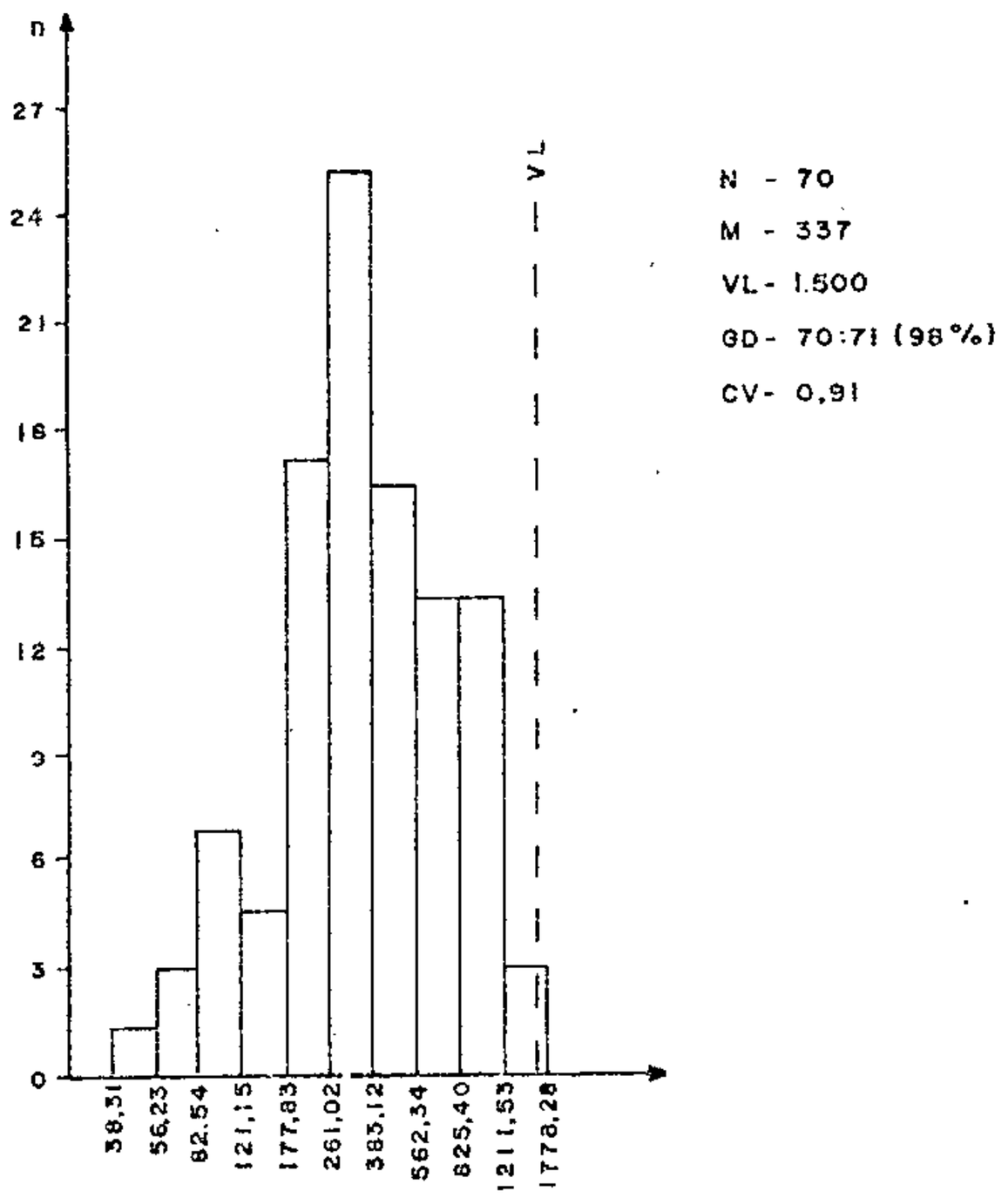
CPRM

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

BÁRIO

SUB-GRUPO IRIRI - FORMAÇÃO SALUSTIANO *




N - 70

M - 337

VL - 1.500

GD - 70:71 (98%)

CV - 0,91

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 13 d



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

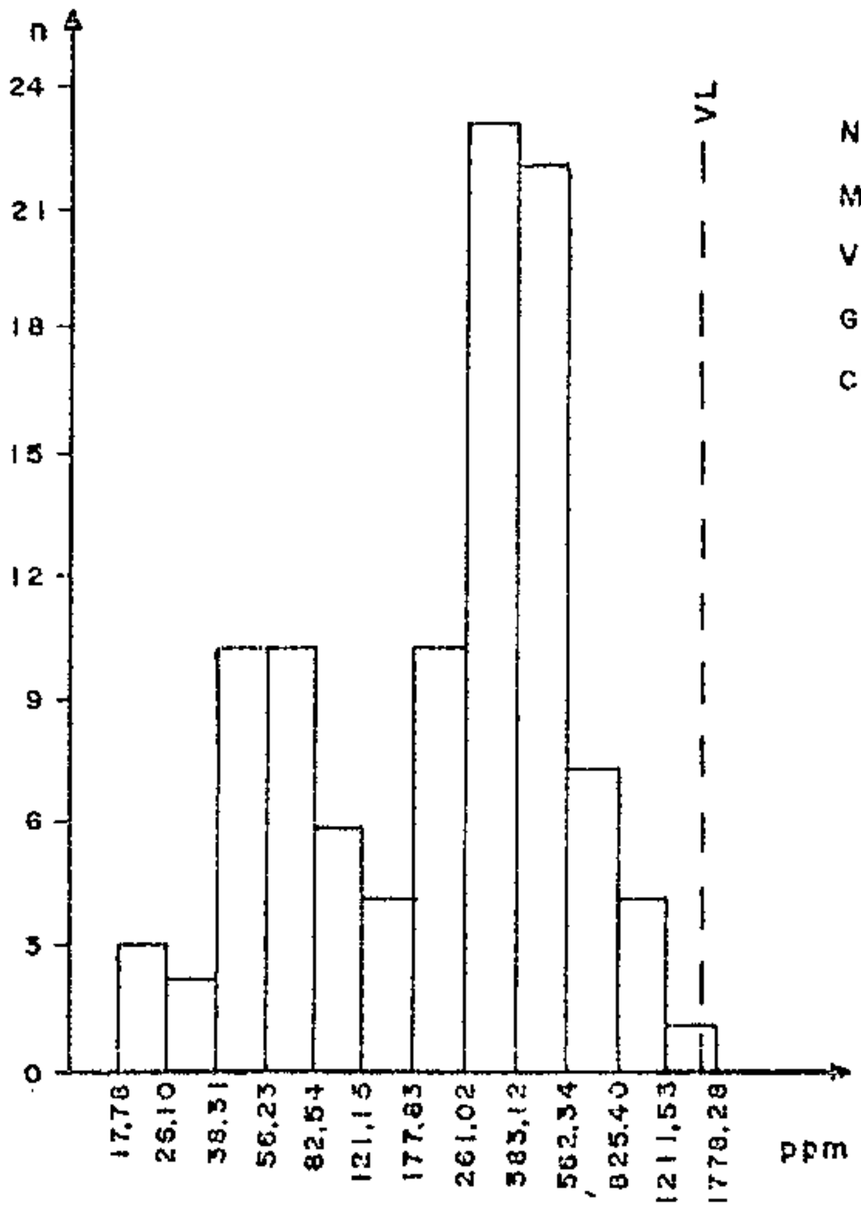
CPRM

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

BÁRIO

SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL *




N - 102

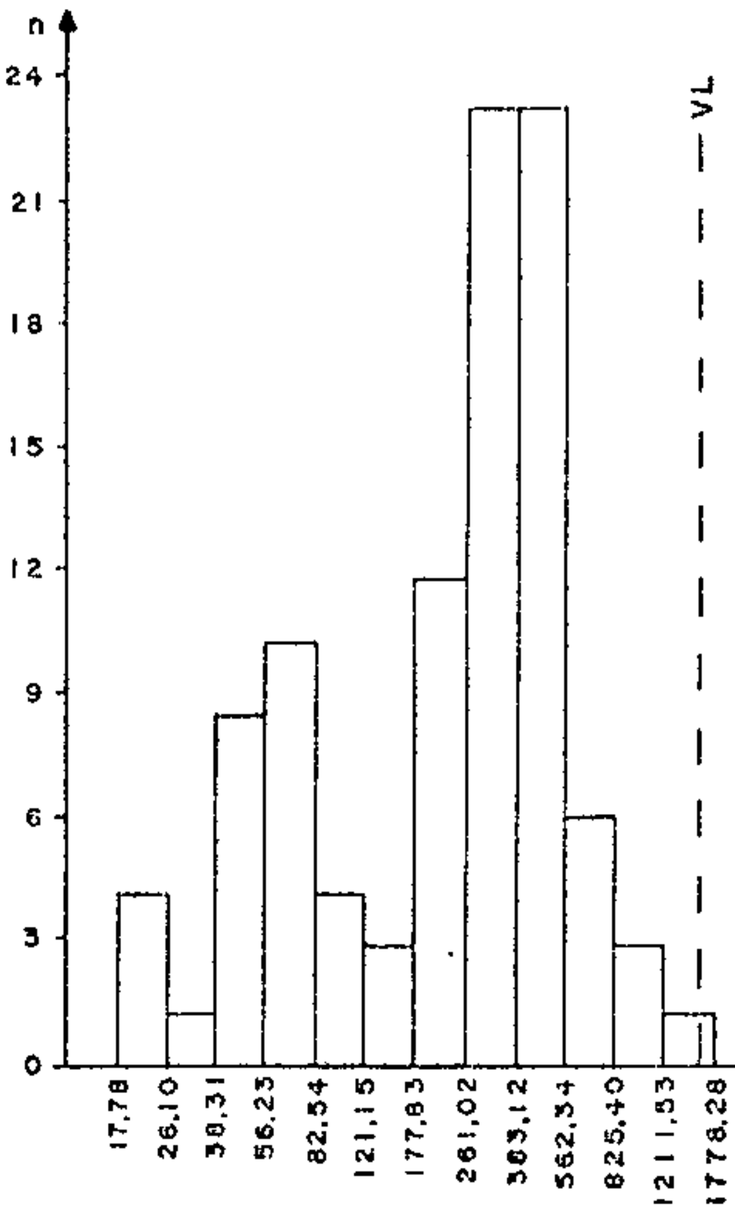
M - 214

VL - 1.500

GD - 103:160 (94%)

CV - 1,33

SUB-GRUPO CARAPUÇA – FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




N - 69

M - 213

VL - 1.500

GD - 69:75 (92%)

CV - 1,37

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 13e

te de rochas do Grupo Cuiú-Cuiú; JV-S-163, Formação Aruri e WP-S-198 no Quartzo Monzonito Santa Helena.

7.8 - Níquel

Elemento de caráter siderófilo, apresenta abundância média de 5 ppm nas rochas ígneas félsicas, concentrando-se particularmente nas rochas ultrabásicas (2.000 ppm).

Levando-se em consideração as condições ácido-oxidante da região amazônica, o níquel deve apresentar mobilidade relativa de média a alta no ambiente geoclimático da área do Projeto.

A variância de 33% introduzida pela amostragem e pela análise de laboratório encontra-se dentro dos limites de confiabilidade adotado por EBENS et alii (1974).

Nas figuras 14A, 14B, 14C e 14D estão representados os histogramas de distribuição do níquel nas principais populações-alvo consideradas.

Considerando-se a área total amostrada, o níquel variou de 5 a 100 ppm com média geométrica de 10 ppm, grau de detecção (50%) (430 : 867) e coeficiente de variação de 0,75, revelando uma discreta dispersão relativa.

Os teores mais elevados de níquel em sedimento de corrente apresentaram-se nas amostras MP-S-027 e MP-S-086, ambas com 100 ppm. Todavia, são valores que não devem ser considerados anômalos, visto pertencerem respectivamente ao Troctolito Cachoeira Seca e Grupo Cuiú-Cuiú. Tais unidades geológicas, uma gabróide e a outra de natureza preteritamente básica descartam definitivamente a possibilidade (em observância aos resultados) de mineralização niquelífera.

Quanto à Formação Aruri (Sub-Grupo Iriri), cujo

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

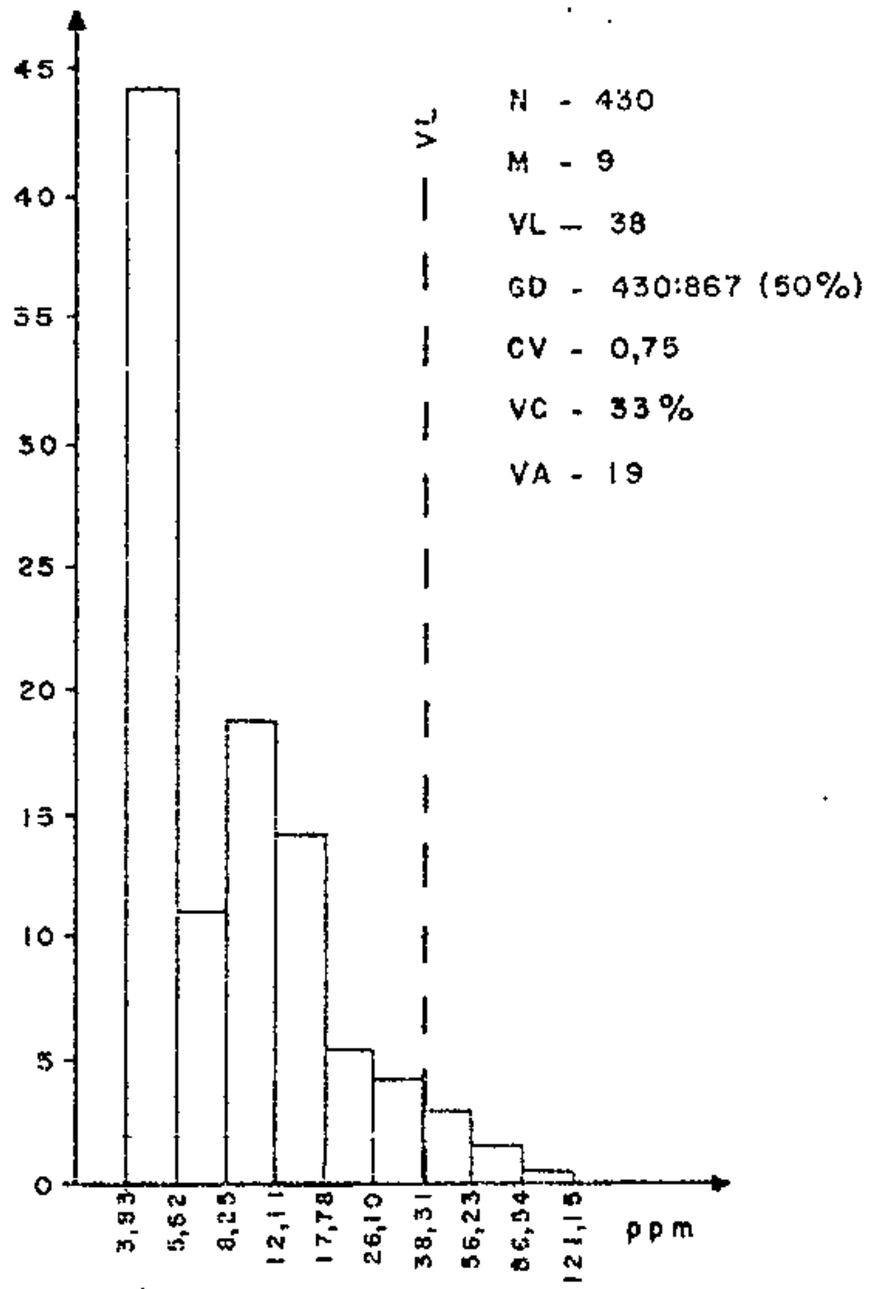
CPRM

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

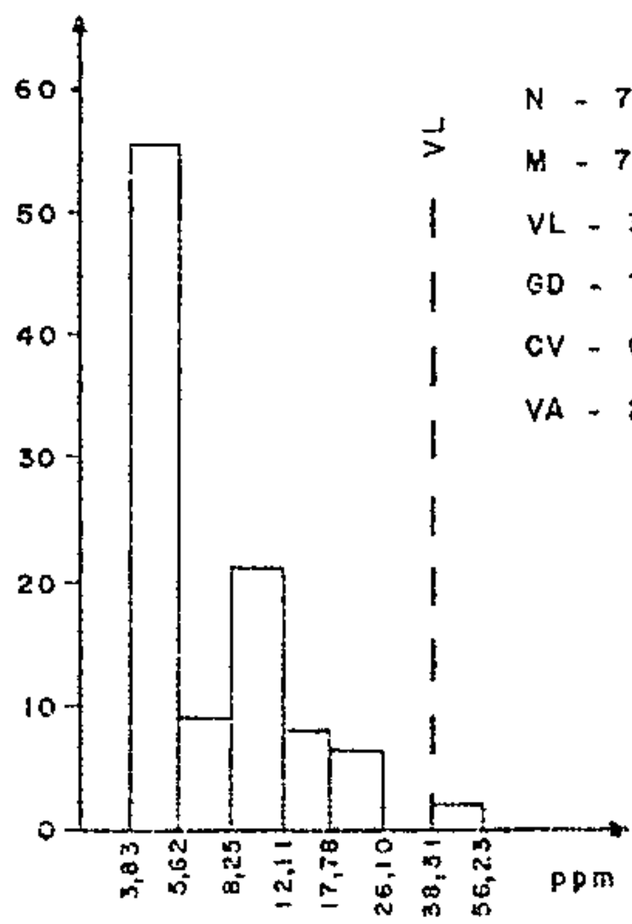
NÍQUEL

ÁREA TOTAL



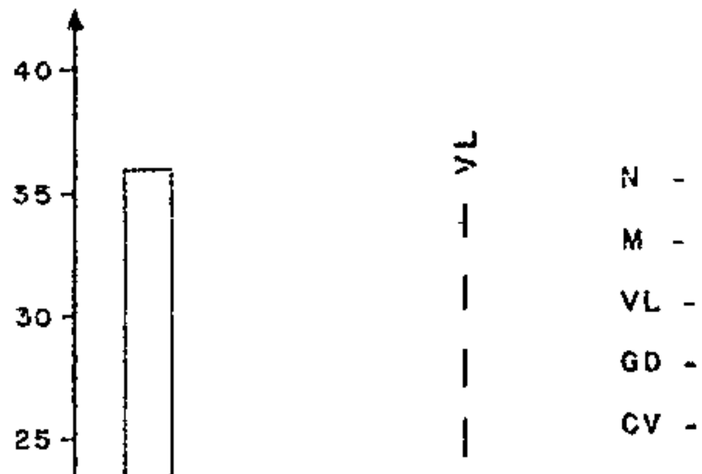

N - 430
M - 9
VL - 38
GD - 430:867 (50%)
CV - 0,75
VC - 33%
VA - 19

GRUPO CUIÚ-CUIÚ




N - 72
M - 7
VL - 38
GD - 72:133 (54%)
CV - 0,59
VA - 2

GRANODIORITO - JAMANXIM




N - 148
M - 10
VL - 56
GD - 148:288 (51%)
CV - 0,79

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VC - Variância combinada

VA - Valores anômalos

FIG. 14



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

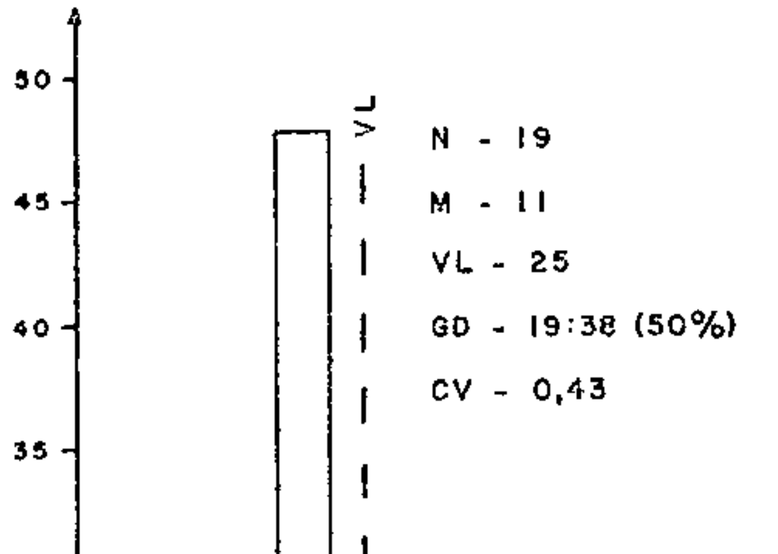
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

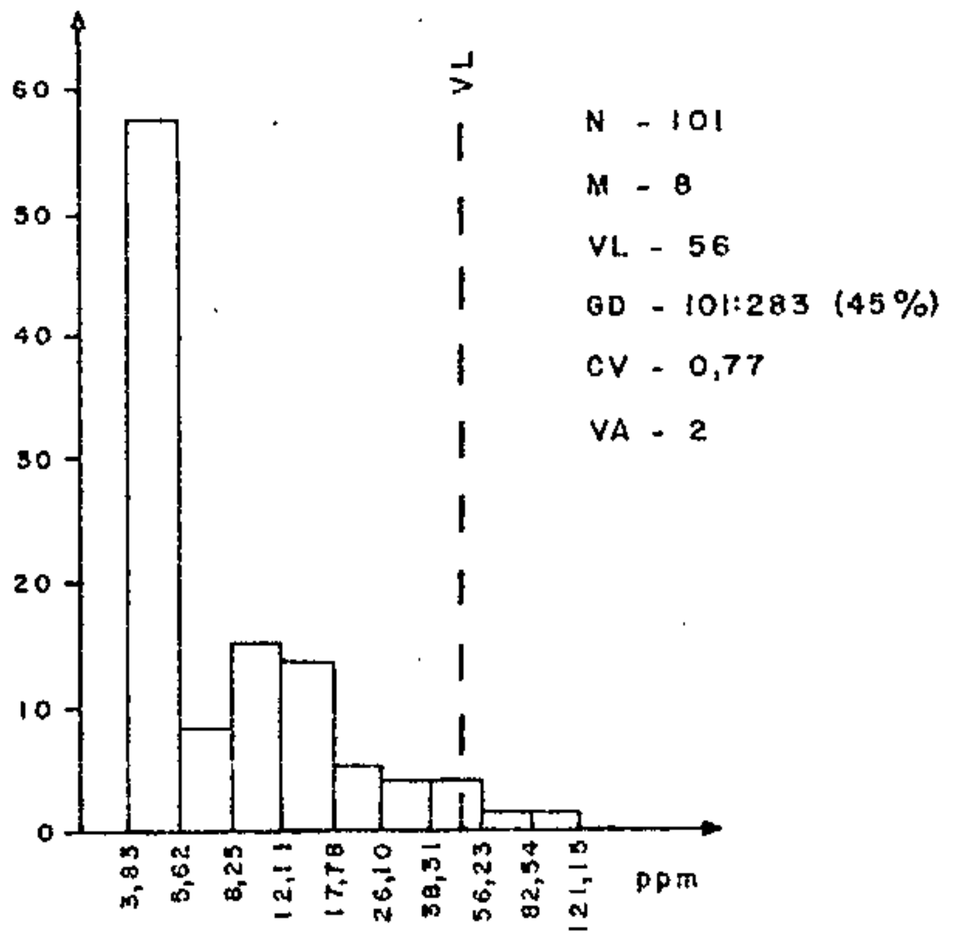
HISTOGRAMAS

NÍQUEL

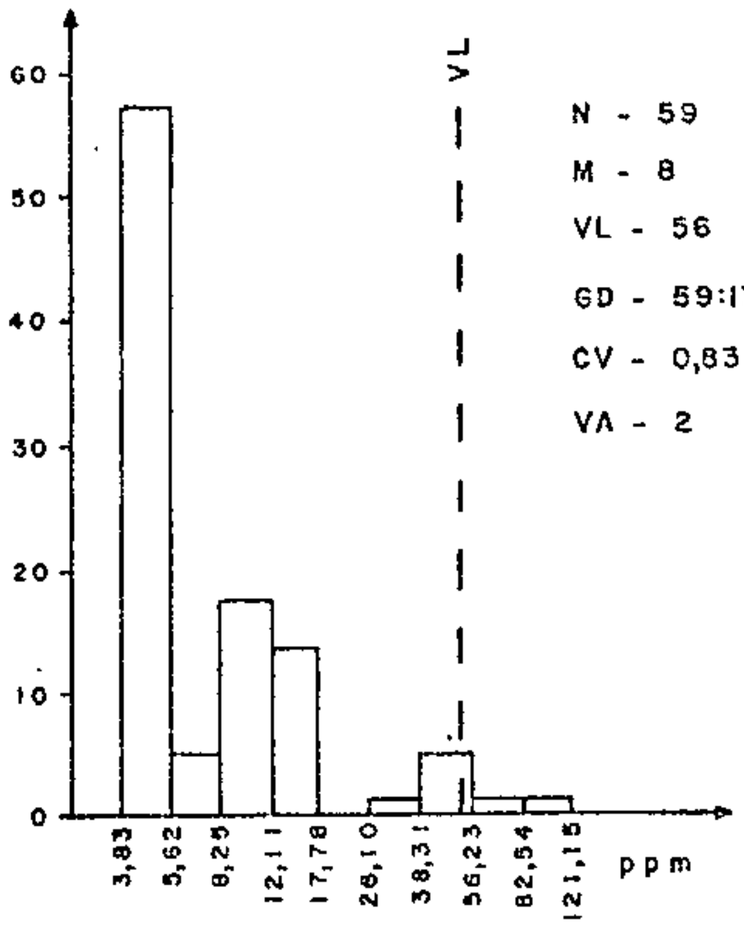
QUARTZO Sta. HELENA *




SUB-GRUPO IRIRI TOTAL




SUB-GRUPO IRIRI — FORMAÇÃO ARURI




* - Hipótese log-normal aceita

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 14b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

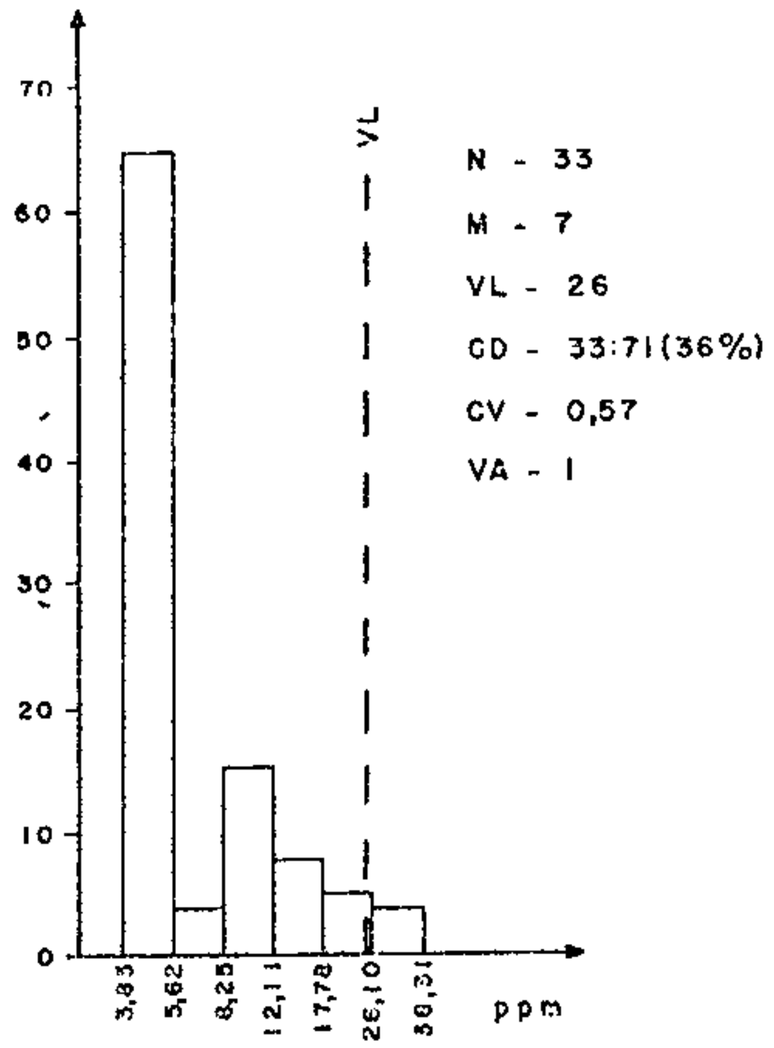
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

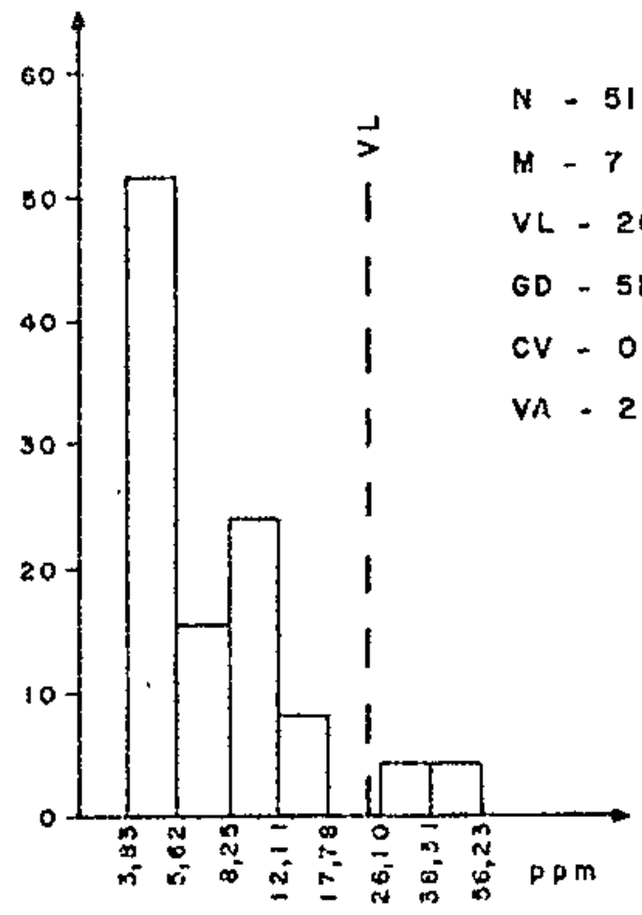
NÍQUEL

SUB-GRUPO IRIRI — FORM. SALUSTIANO



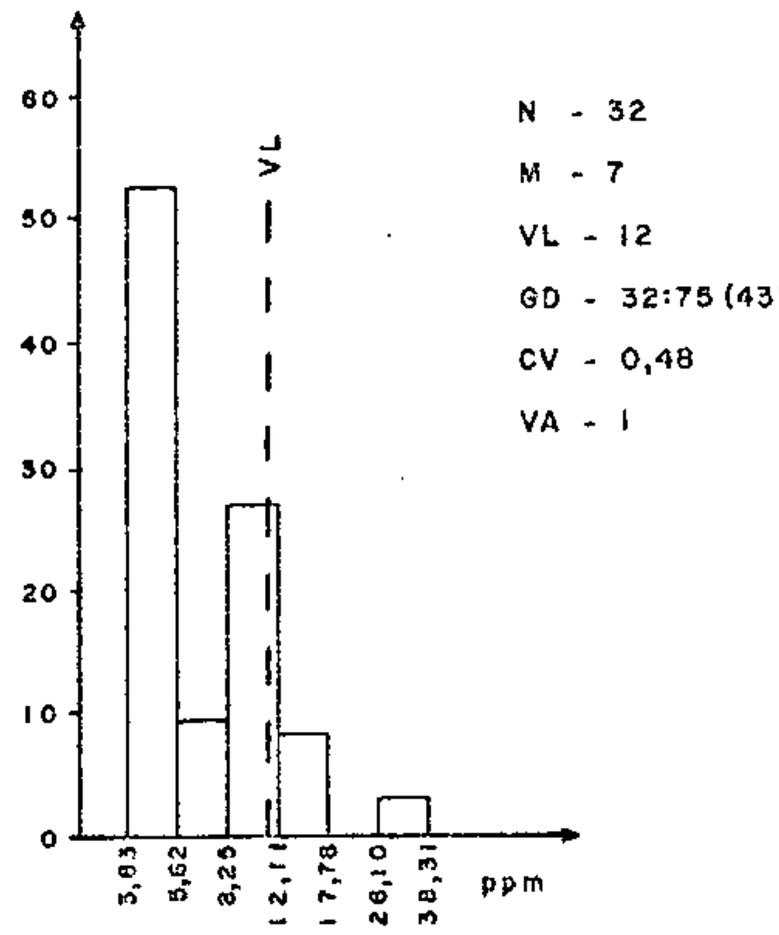

N - 33
M - 7
VL - 26
GD - 33:71(36%)
CV - 0,57
VA - 1

SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL




N - 51
M - 7
VL - 26
GD - 51:110 (46%)
CV - 0,54
VA - 2

SUB-GRUPO CARAPUÇA — FORMAÇAO MALOQUINHA — ALASKITO




N - 32
M - 7
VL - 12
GD - 32:75 (43%)
CV - 0,48
VA - 1

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 14c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

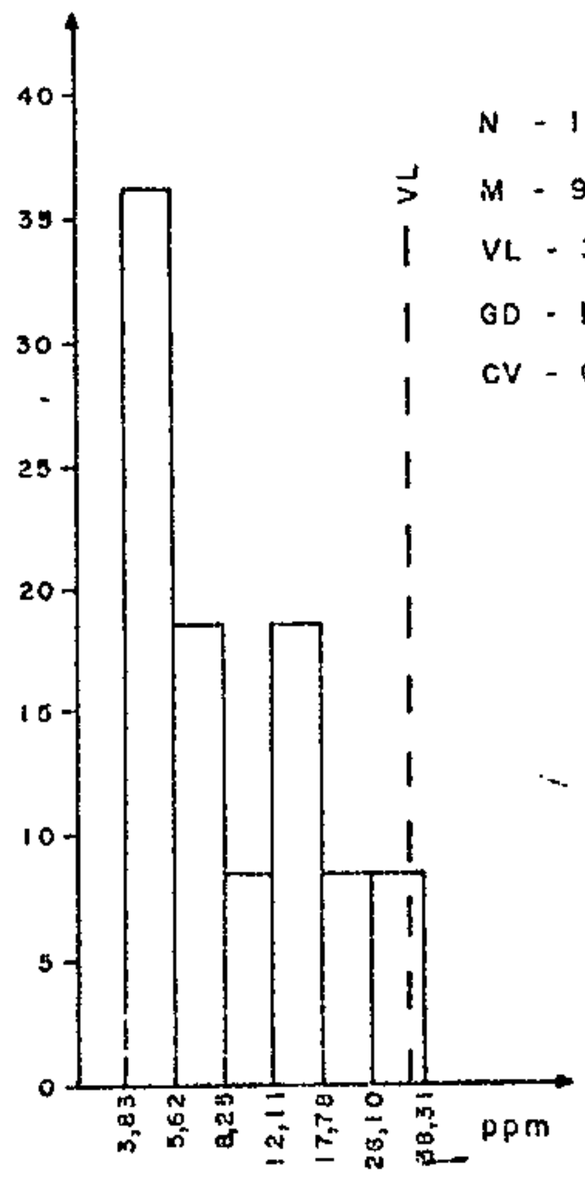
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

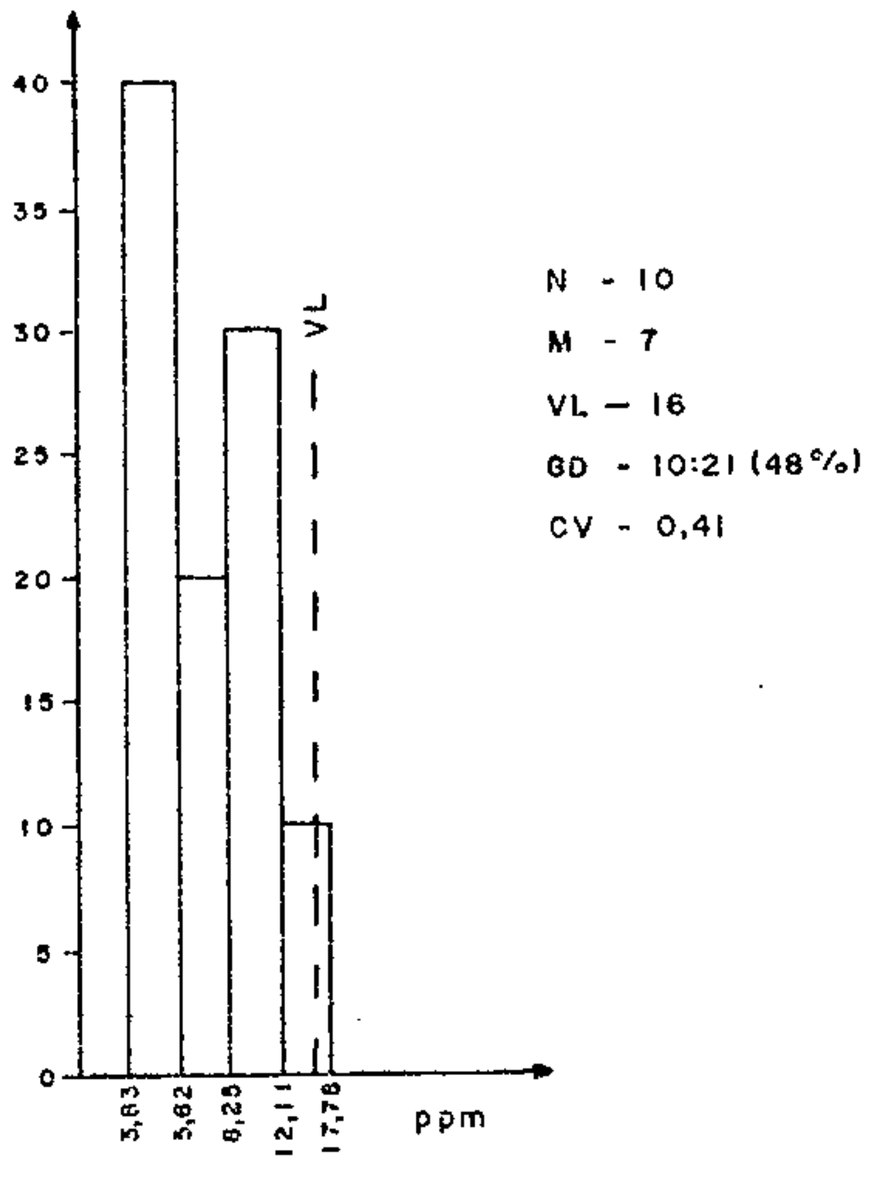
HISTOGRAMAS

NÍQUEL

FORMAÇÃO GOROTIRE *




FORMAÇÃO CUBENCRANQUÉM *




* - Hipótese log-normal aceita

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 14 d



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

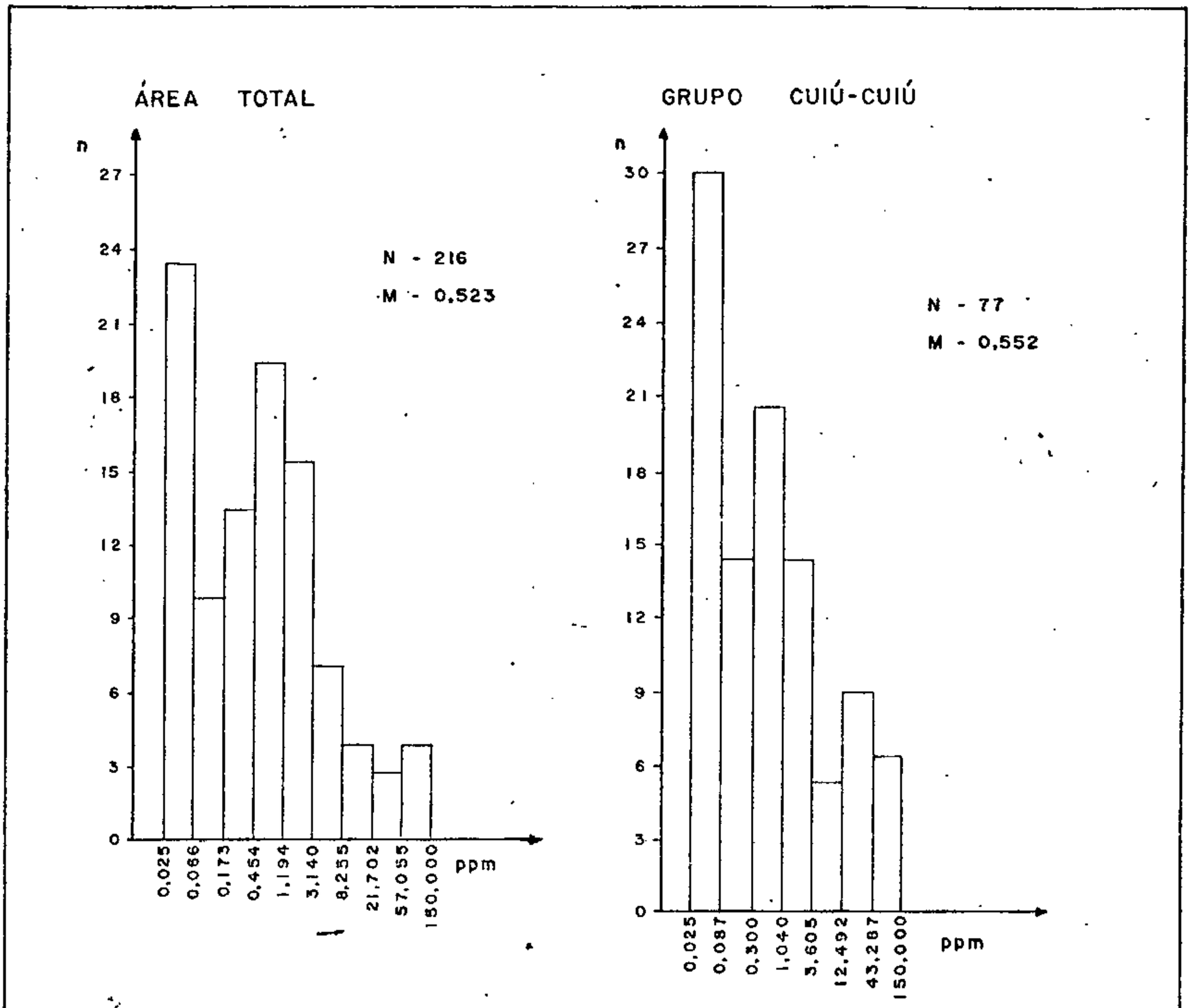
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

HISTOGRAMAS

OURO




n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

FIG. 15a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

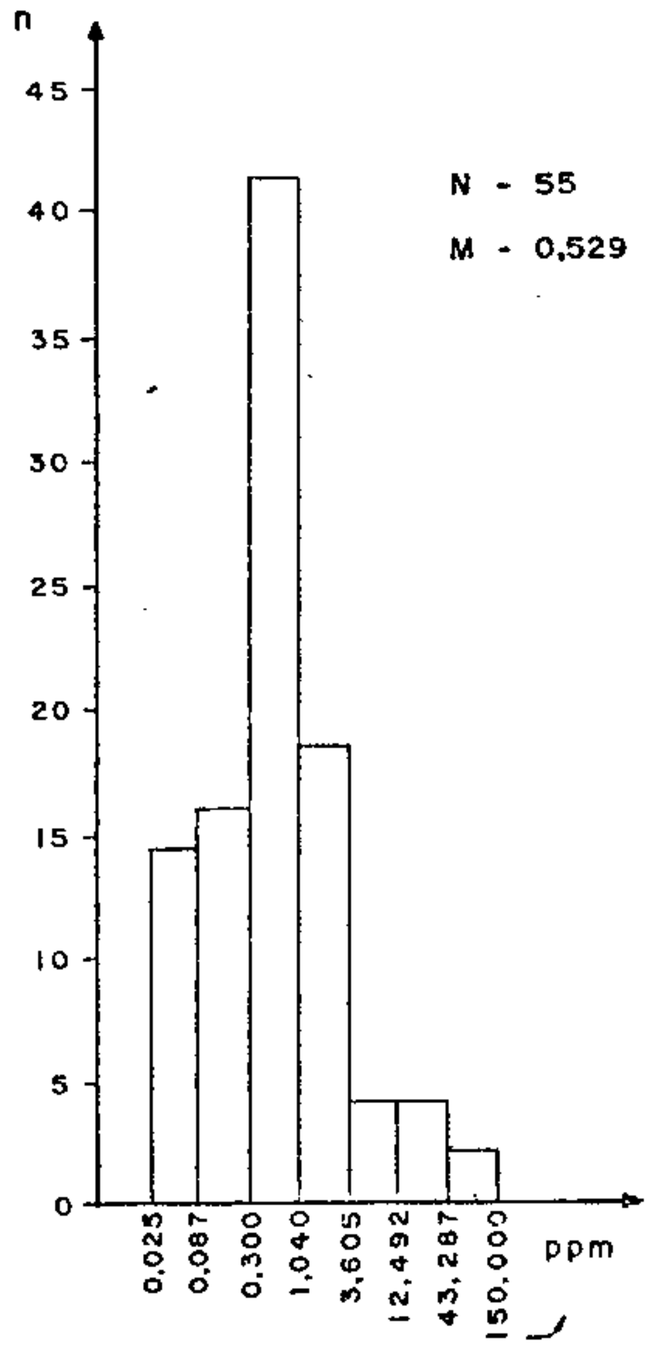
# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

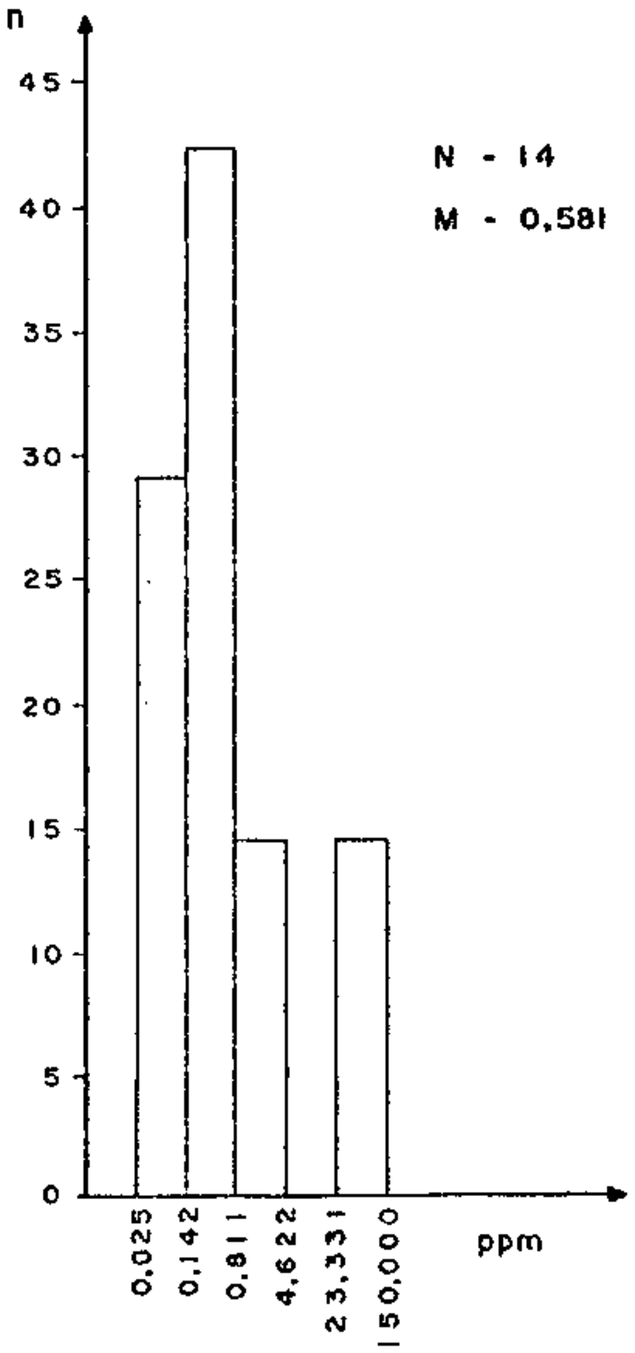
### HISTOGRAMAS

### OURO

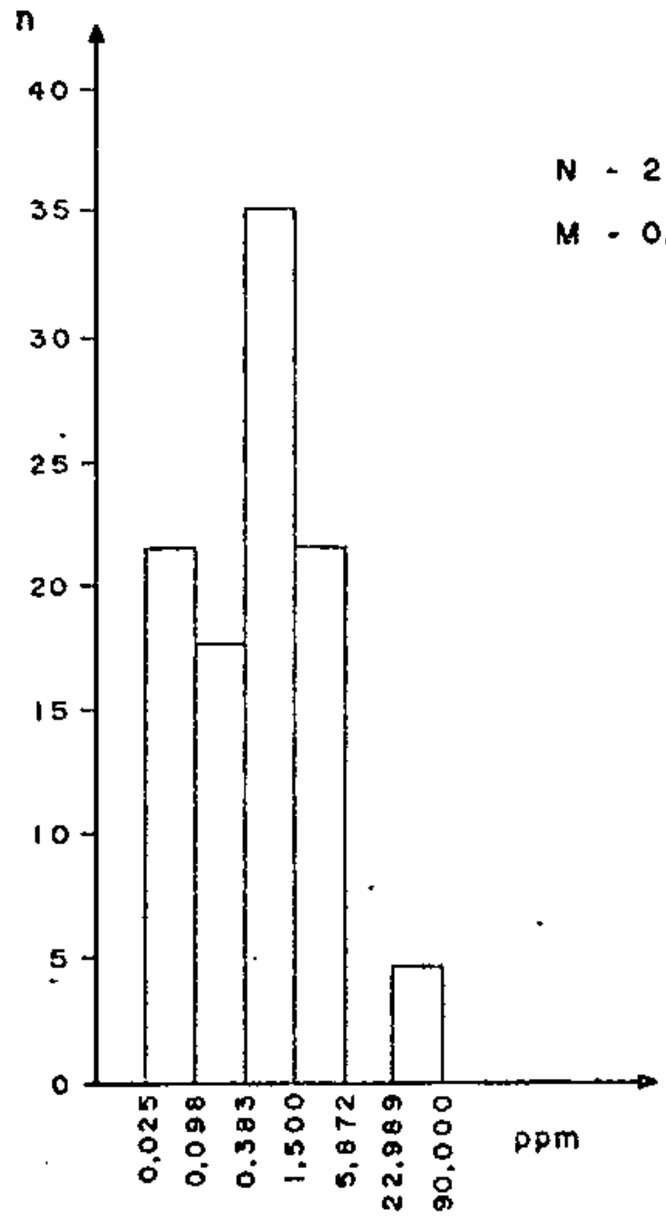
GRANODIORITO JAMANXIM




QUARTZO SANTA HELENA




SUB-GRUPO IRIRI — FORM. ARURI




n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

FIG. 15 b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

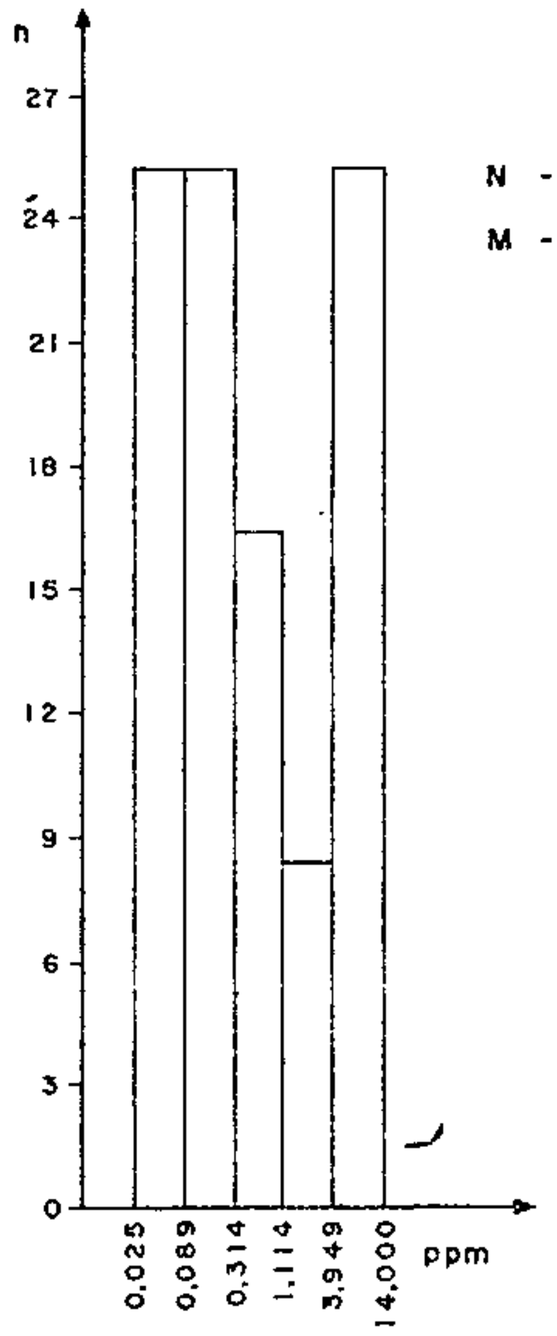
PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

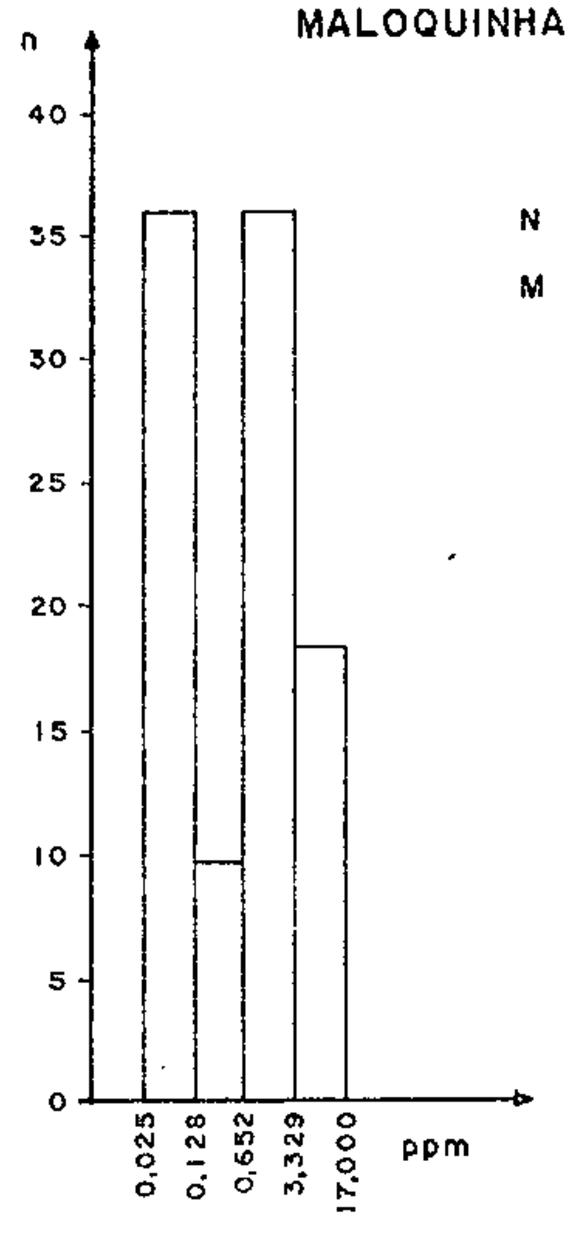
HISTOGRAMAS

OURO

SUB-GRUPO IRIRI - FORM. SALUSTIANO




SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO




n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

FIG. 15 c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

histograma de frequência exibe duas populações distintamente individualizadas, mostrando uma distribuição bimodal, parece apresentar-se em certos locais como encaixante de pequenos corpos básicos, não mapeáveis na escala de trabalho. Tal consideração baseia-se na observação gráfica, que independente de outros dados, poderia indicar indícios de mineralizações niquelíferas.

## 7.9 - Ouro-Arsênio-Pirita

O ouro é um metal de caráter siderófilo, que se apresenta nas jazidas primárias quase sempre relacionado a filões de quartzo e, menos comumente, a rochas básicas, encontrando-se geralmente associado com pirita, minérios sulfetados, arseniatos e antimoniatos. Pode ser encontrado em diversos tipos de depósitos originados por intrusões magmáticas, metassomatismo de contato e deposição de soluções hidrotermais em vapores mineralizados.

As jazidas de ouro são encontradas em rochas de diversas idades, desde o Pré-Cambriano até o Cenozóico. Nas jazidas primárias encontra-se ou no estado livre ou ligado a outros minerais, principalmente a pirita, pirrotita, esfalerita, galena, calcopirita, vindo frequentemente acompanhado pela prata. O As é um elemento farejador típico dessas associações. Nas jazidas secundárias, acham-se os produtos de desagregação de rochas que o continham constituindo os depósitos de placeres nos vales dos rios, nas "grupiaras" das encostas de morros e terraços fluviais.

Por causa da natureza do ouro, sua alta densidade, seu brilho e sua cor, tem sido o bateamento a técnica mais utilizada para a prospecção do ouro, uma vez que ele pode ser reconhecido imediatamente se estiver em partículas suficientemente grandes. O bateamento, no entanto, não é confiável na de

tecção de telurêtos de ouro ou grãos extremamente finos tal qual se caracterizam os depósitos tipo Carlim. Nesse caso, sua análise em sedimentos de corrente por absorção atômica tem sido utilizada com relativo sucesso na seleção de áreas potencialmente anômalas.

Nas regiões de garimpo da área do Projeto, o ouro tem sido encontrado na forma de grãos de tamanho variado, predominando o ouro fino, embora também seja comum encontrar-se em granulação mais grossa, incrustado em clásticos angulosos, dando idéia de veios auríferos que foram destruídos e que não devem ter sido levados a grandes distâncias de sua fonte original. O intemperismo físico-químico atua sobre os filões de quartzo ou outros jazimentos primários, através da desagregação mecânica e da oxidação de supostos sulfetos associados (pirita, pirrotita e arseno-pirita) liberando o ouro o qual é transportado pela erosão e depositado nos leitos dos igarapés e rios.

ALMARAZ et alii (1976) verificaram através de análises de amostras de minério de ouro proveniente de garimpos, que os elementos de importância em associação com o ouro são a prata e o paládio, podendo este indicar a relação de origem de ouro com as rochas básicas.

Devido ao seu padrão predominantemente clástico, o Au só foi detectado em concentrados de bateia, sendo revelada a sua presença na análise mineralógica e nos resultados obtidos por absorção atômica.

No âmbito geral do Projeto os garimpos mais comuns e de maior importância provavelmente tiveram origem de intrusões de rochas máficas (gabro-diorito) e principalmente de núcleos de orto-anfibolitos e orto-gnaisses que constituem as rochas-trama do Grupo Cuiú-Cuiú.

Das setecentas amostras analisadas mineralogica

mente, foram detectadas 29 amostras contendo ouro. Os resultados de análise mineralógica e sua situação na área do Projeto, demonstram que estão relacionados principalmente às rochas pertencentes ao Grupo Cuiú-Cuiú.

As análises por absorção atômica de concentrado de bateia, invariavelmente forneceram melhores resultados que a sua análise mineralógica. O ouro dosado por este método em concentrado de bateia apresentou variação de NO, 05 a valores > 100 ppm com sete amostras estando situadas acima do limite superior de detecção e 164 valores definidos (figuras 15A, 15B e 15C).

Neste Grupo Cuiú-Cuiú, foram detectadas 77 amostras com ouro analisado por absorção atômica em concentrado de bateia. Os valores variaram de 0,05 ppm a valores superiores a 100 ppm, ficando sua média em torno de 0,55 ppm. Em número bem mais inferior, são verificadas concentrações anômalas no Granodiorito Jamanxim onde foram identificadas 55 estações com ouro e média de 0,53 ppm. As maiores concentrações de ouro detectado a partir de análises por absorção atômica e análise mineralógica de concentrado de bateia, estão localizadas principalmente a oeste da área do Projeto em afluentes do rio Tapajós (rios Rato, Crepori e Bom Jardim e igarapés Farmácia e Botica) além dos rios Carapuça e Aruri. Na população-alvo Sub-Grupo Iriri - Formação Aruri, foi detectado ouro em 23 amostras com variação de 0,025 ppm a 90 ppm apresentando média geométrica de 0,43 ppm, enquanto que no Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha-Alaskito o ouro foi detectado em 11 amostras cujos valores variaram de 0,025 a 17 ppm, apresentando média de 0,55 ppm.

Na bacia do rio Rato, várias amostras significativamente anômalas para Au foram detectadas: As estações AA-133, AA-134, AA-135 coletadas em afluentes do igarapé Isaac e a amostra GB-002 (afluente do igarapé Lontra) e a amostra AA-151 (sub

-afluente do rio Rato) revelaram valores acima de 100 ppm de Au. Enquanto que outras, de teores menos elevados, merecem ser citadas:

GB-004 (30 ppm) - Igarapé Santa Maria
GB-007 (14 ppm) - Igarapé Lontra
GB-008 (14 ppm) - Igarapé Lontra
GB-013 (16 ppm) - Sub-afluente do Igarapé Filhote.

Já na bacia do rio Jamanxim, devem ser destacados os resultados das seguintes estações:

JV-230 ( 40 ppm) - Igarapé Pavão
WP-244 (100 ppm) - Afluente do igarapé Umbuquara
WP-249 ( 14 ppm) - Igarapé Macaca
WP-273 ( 20 ppm) - Igarapé Aqui

Na bacia do rio Tocantins as estações RO-067 (coletada em afluente do igarapé Zezé), RO-086 e RO-087 (afluente do igarapé Surubim) RO-005 (afluente do igarapé Maene Farias) apresentaram valores superiores a 2 ppm.

Em área de influência do igarapé Bom Jardim, várias amostras apresentaram resultados anômalos, destacando-se WP-351 (igarapé Bonito - com 14 ppm) e WP-339 (igarapé Banana com 63 ppm).

No que se refere à distribuição de arsênio e pirita, ora se encontram associados entre si, ora com o Au (ao sul do Granito Porquinho), ou distribuídos caoticamente na parte norte ou nordeste do Projeto. Ressaltam-se alguns resultados que se apresentam associados ao Sn, Be e Nb como é o caso da área a noroeste da serra Porquinho. São interpretados como provenientes de janelas do Granodiorito Jamanxim (contendo núcleos básicos mais antigos), os quais se misturaram com elementos da paragênese estanífera ligadas ao referido corpo intrusivo.

Concluindo, a maior parte das anomalias diagnosticadas, encontram-se ligadas ao Grupo Cuiú-Cuiú, constituindo este Grupo, o mais prioritário dentro da área do Projeto e merecedor de pesquisas adicionais de maior detalhe.

Secundariamente, têm-se regiões onde o ouro se relaciona às rochas ácidas como os granitos alaskíticos, às rochas do Quartzo-Monzonito Santa Helena e Granito Mangabal, os quais podem ser consideradas como alvos de relativo potencial aurífero.

No mapa integrado do Au (Anexo VIII), com suas anomalias Au/As/pirita, são mostrados altos geoquímicos-mineralógicos que definem as áreas potencialmente favoráveis a mineralizações auríferas.

## 7.10 - Estanho - Cassiterita

O estanho é um elemento de caráter siderófilo que se concentra preferencialmente nas rochas ígneas ácidas, apresentando teor médio de 2 ppm. Localiza-se normalmente nas partes apicais e nos contatos dos corpos graníticos.

Os principais depósitos de Sn conhecidos são em forma de "lodes" relacionados a pegmatitos, hidrotermal- pneumatolíticos em "greisens", "stockworks", disseminados, bordejando granitos sub-vulcânicos em depósitos polimetálicos e em metamorfismo de contato. Devido a alta densidade da cassiterita (7.0) e a marcante resistência ao intemperismo químico, o mineral resiste a diversos tipos de ambiente, levando à formação de importantes depósitos de "placers" a partir de qualquer depósito acima relacionado.

Estudo geoquímicos e geo-tectônicos são sumamente importantes para localização de grandes regiões favoráveis a mi

neralização estanífera. Fraturas de extensão local e regional, posterior ao "emplacement" de corpos graníticos, são importantes para localizar depósitos de estanho. Os bordos graníticos, principalmente aqueles onde a drenagem acompanha por grandes distâncias, são sobremaneira propícios a esses depósitos.

Os elementos W, Li, B, Be, Nb, Ta, P e F são os melhores indicadores dos depósitos de estanho.

Na área do Projeto Jamanxim o estanho é encontrado principalmente nos aluviões sobre os corpos graníticos intrusivos do Grupo Uatumã (Formação Maloquinha). Por outro lado, a ausência de cassiterita como acessório das rochas de unidades sedimentares (Formação Gorotire e Formação Cubencranquém) possibilita afirmar que não houve ou foi pequena a contribuição das intrusivas do Grupo Uatumã nestas deposições. Mesmo assim, toda a cassiterita presente nos concentrados de bateia coletados sobre essas rochas, é admitida como proveniente de "plugs" e "apófises" das intrusões da Formação Maloquinha que são cortados por essa drenagem.

No capítulo Geologia Econômica (Volume I-C) deste relatório, PESSOA et alii (1977) observaram que as rochas condicionadoras de cassiterita da área do Projeto Jamanxim diferem das rochas da Província Estanífera de Rondônia. Estas relacionam-se a greisens e "stockworks" de rochas graníticas do Proterozóico Superior (± 980 m. a.), enquanto que os granitos intrusivos do Grupo Uatumã referem-se ao Proterozóico Médio (± 1.780 m.a.). Ressalte-se que seria de grande valia um relacionamento entre estas e outras províncias estaníferas da Amazônia a fim de que fossem definidos seus parâmetros mineralizantes.

Alguns pesquisadores afirmam que através de resultados de análises de sedimentos de corrente é possível indicar áreas mineralizadas em estanho. Martins et alii (1973), em estu

do geoquímico realizado na parte noroeste de Rondônia, afirmam que teores de 100 a 200 ppm são considerados bons para indicação de depósitos estaníferos.

Durante a verificação dos resultados de amostras de sedimentos de corrente, observou-se que na parte oeste e sul da serra Porquinho os valores são interpretados como realmente favoráveis. Deve-se atentar que nos histogramas aqui apresentados os teores mais elevados estão no Sub-Grupo Iriri Total, mas que na verdade o material é oriundo das rochas intrusivas da Formação Maloquinha.

Os histogramas de sedimentos de corrente das principais litologias estão representados nas figuras 16A e 16B. Considerando-se a área total do Projeto, verifica-se que o elemento variou de N1O (não detectado) a 200 ppm, apresentando (para os valores definidos) "background" (média geométrica) de 18 ppm e coeficiente de variação de 0.951. O grau de detecção foi de 5% (44 : 867), apresentando 18 valores acima do "threshold" regional de 30 ppm (calculado apénas com os valores definidos). A rigor, devido a que somente 5% dos valores apresentaram-se acima do limite de detecção utilizado (10 ppm), todos os valores acima deste limite podem ser considerados como anômalos.

Nas populações-alvo destacam-se o Sub-Grupo Carapuça (Formação Maloquinha-Alaskito), Quartzo-Monzonito Santa Helena (sem histograma porque apresentou menos de 10 valores definidos) e o Sub-Grupo Iriri Total.

Os valores mais elevados (200 ppm) encontram-se na população-alvo Quartzo-Monzonito Santa Helena, embora o material apanhado nesta unidade litoestratigráfica tenha vindo através de drenagem de rochas intrusivas vizinhas. É exemplo dessa faixa de valores a amostra AA-S-004 (igarapé Ouro - folha SB.21-X-C-I). Há outro exemplo de 200 ppm, desta feita, perten

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

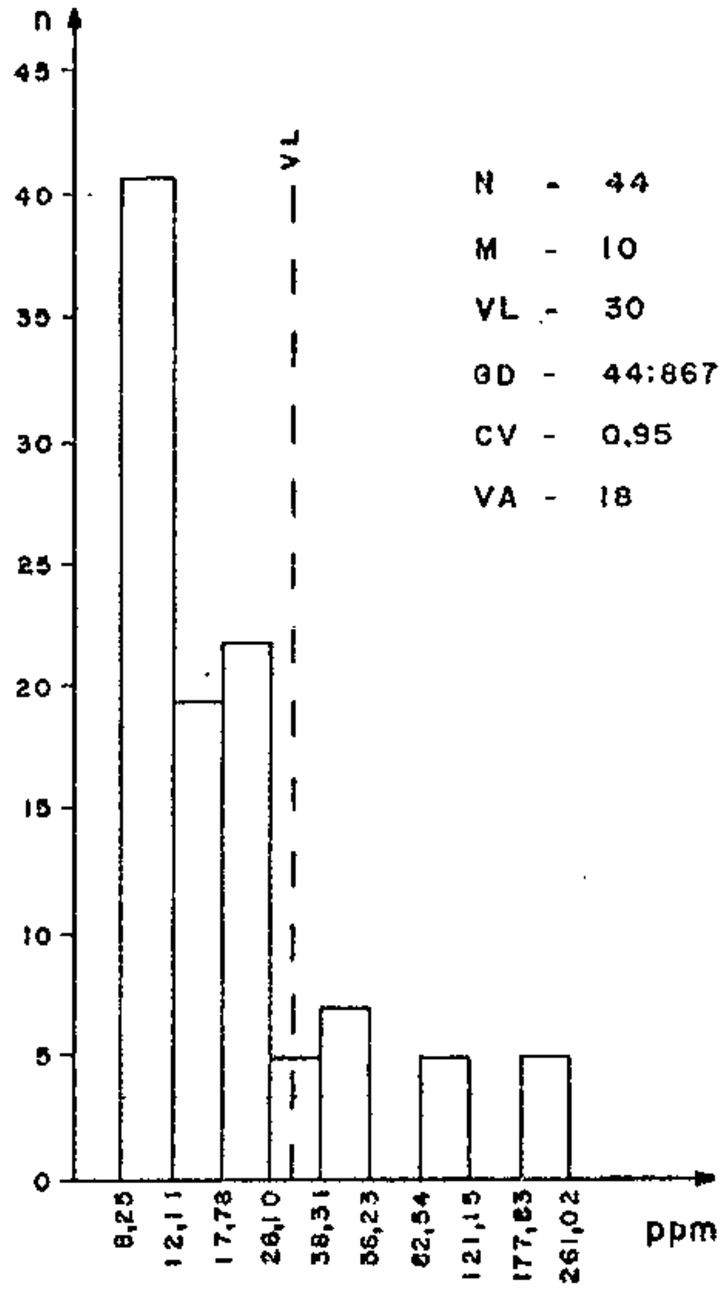
CPRM

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

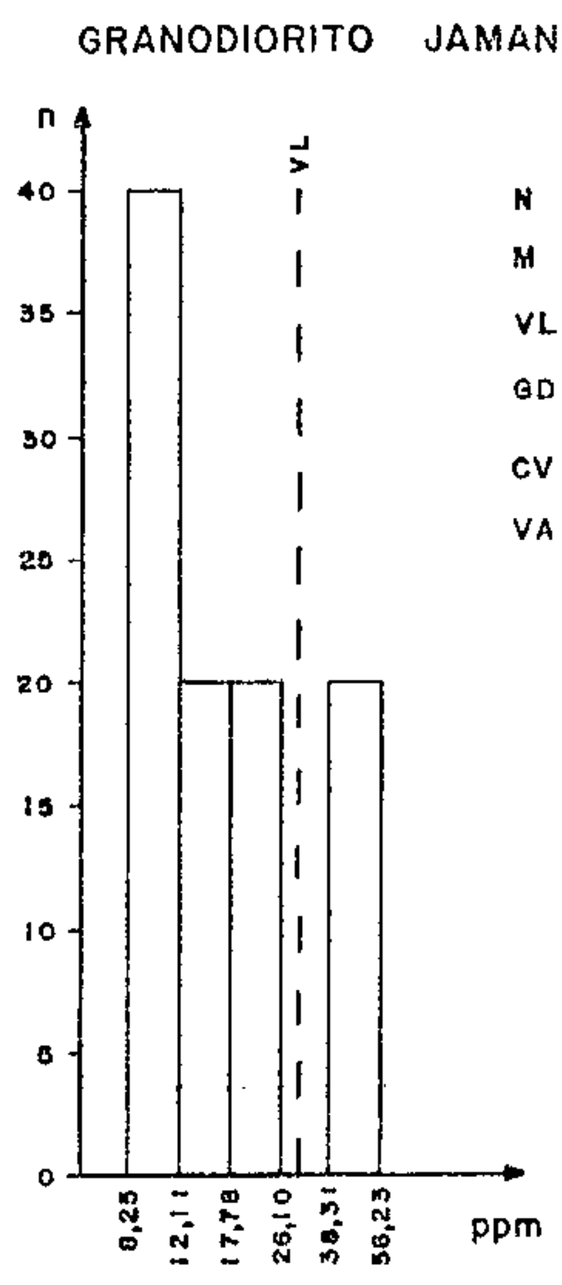
### HISTOGRAMAS

### ESTANHO

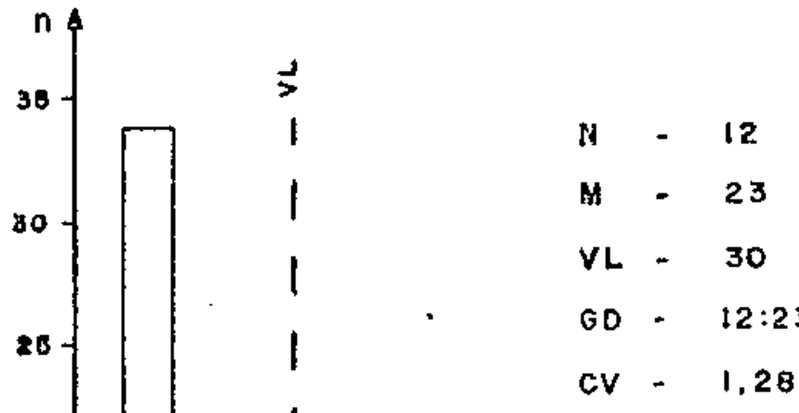
ÁREA TOTAL *




GRANODIORITO JAMANXIM *




SUB-GRUPO IRIRI TOTAL *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 16 a

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

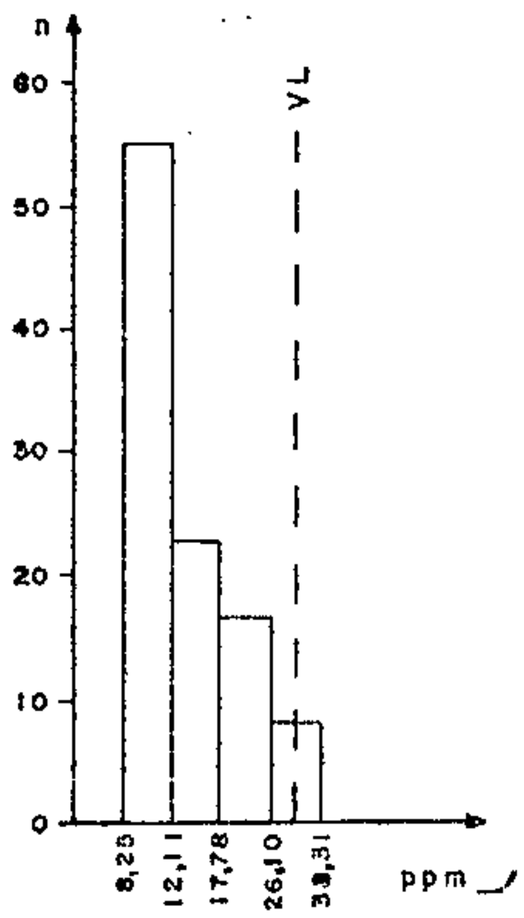
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

HISTOGRAMAS

ESTANHO

SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL *




N - 13

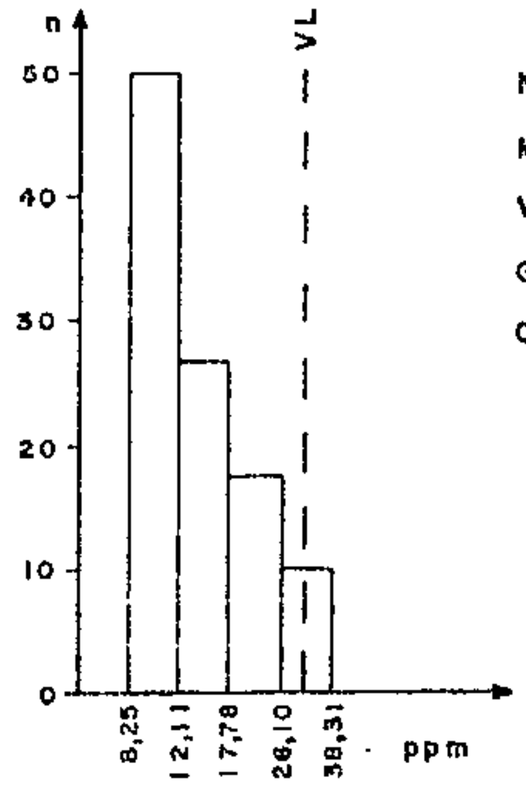
M - 13

VL - 30

GD - 13:110 (12%)

CV - 0,38

SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




N - 12

M - 14

VL - 30

GD - 12:75 (16%)

CV - 0,38

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 16b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

cente a população-alvo Sub-Grupo Iriri, referente à estação WP-S-234 (folha SB.21-X-C-II). Esta localiza-se próxima ao contato de uma intrusão Maloquinha com as efusivas do Iriri.

Merece também destaque as amostras JV-S-132 e JV-S-133 com 100 ppm, coletadas nas folhas SB.21-X-C-III, no âmbito das bacias dos igarapés Asa Branca e Socó, afluentes do rio Negro.

As análises mineralógicas de concentrado de bateia, de modo geral, forneceram melhores resultados do que as realizadas por emissão espectrográfica semi-quantitativa em sedimentos de corrente, delimitando de forma excelente áreas potencialmente mineralizadas. Na folha SB.21-X-C-I merecem distinção as amostras AA-B-082 (igarapé do Padeiro) e AA-B-58 (localizada no igarapé Botica), próxima a um garimpo inativo de estanho. O local concerne a um contato do Granodiorito Jamanxim com um granito intrusivo da Formação Maloquinha.

Os melhores resultados referentes a concentrados de bateia pertencem às estações WP-B-411a, WP-B-411b, WP-B-411c e WP-B-411d, oriundos da serra Boa Esperança, nascentes do igarapé Arroio Sujo (afluente esquerdo do rio Jamanxim) folha SB.21-X-C-II. Todas essas amostras alcançaram valores superiores a 60%, o que constitui a ocorrência mais importante do ponto de vista qualitativo.

Na folha SB.21-X-C-III, faz-se menção a amostra JV-B-85, destacando-se com 20% a 60% de cassiterita. Registrou-se, em igual quantidade, a presença de topázio e xenotímio. Às vizinhanças do local encontra-se o contato do granito Formação Maloquinha e rochas piroclásticas do Sub-Grupo Iriri.

A experiência tem demonstrado que nem sempre há registros de Sn em sedimentos de corrente e teor de cassiterita em concentrado de bateia na mesma estação amostrada. Esse fato

também foi verificado em Rondônia-Romanini et alii (1977).

A integração dos dados da associação Sn-Nb-Be-B-Y com cassiterita, topázio e columbita/tantalita, num mapa anexo, definiu áreas potencialmente favoráveis a mineralização estanífera, até o presente momento detectada apenas em terrenos aluvionares.

## 7.11 - Topázio e Turmalina

A associação dos elementos F, B e Sn está bem patenteada nas principais ocorrências mundiais de Sn. É comum o F apresentar-se concentrado em minerais pneumatolíticos do tipo dos minerais associados aos depósitos de cassiterita, acompanhando a migração de compostos voláteis.

O mineral de flúor usualmente encontrado nos depósitos aluvionares da Amazônia é o topázio, sendo a turmalina o mineral característico de boro. Esses dois minerais acham-se normalmente conectados com a cassiterita nos depósitos primários de estanho e aluviões.

Alguns autores admitem que granitos de áreas potencialmente estaníferas, portadoras de topázio e turmalina devem ser cuidadosamente investigadas.

O topázio é um mineral normalmente encontrado em "greisens" e pegmatitos, resultantes de ação pneumatolítica, podendo ser indicativo de mineralizações de cassiterita. Encontra-se distribuído a nordeste e a noroeste da área do Projeto, localizando-se principalmente próximo aos contatos de corpos intrusivos graníticos da Formação Maloquinha.

Na folha SB.21-X-C-I, aparece onde já existiu um garimpo de cassiterita, na foz do igarapé Botica, afluente direito do rio Tapajós. Na folha SB.21-X-C-III foi detectada pre

sença de topázio a sudeste e noroeste da periferia do Granito Porquinho, próximo a contatos da Formação Salustiano, em igarapés afluentes do rio Negro e rio Branco. Na folha SB.21-X-C-IV foi notada a presença do mineral nos afluentes dos igarapés Jacapenga, Gateiro e Mutum. E na folha SB.21-X-C-V, no alto curso do igarapé Maene Farias, Tronco e Salustiano.

A principal concentração de topázio em concentrados de bateia localiza-se na folha SB.21-X-C-VI em tributários do igarapé Zíngaro (afluente do rio Jamanxim). Apesar de não ter sido encontrada cassiterita em concentrado de bateia, a presença de topázio e associação dos elementos Be, Nb e Y em sedimentos de corrente sugere a existência de mineralizações de estanho na região. O condicionamento geológico é bem favorável devido a presença de um corpo granítico alaskítico bordejando a área anômala, bem como a existência de extensa zona de fraturas confirmando o curso do rio principal.

Na área do Projeto, foi verificado que topázio, cassiterita e turmalina estão intimamente relacionados com os granitos intrusivos, caso da Formação Maloquinha do Grupo Uatumã. Deve ser salientado que a presença deste mineral pode ser encarada como indício de atividade hidrotermal-pneumatolítica ligada às atividades ácidas, mostrando desse modo, certa afinidade com o material volátil que conteria estanho.

A distribuição da turmalina é similar à exibida pelo topázio, estando espacialmente mais distribuída que este, refletindo igualmente áreas potencialmente anômalas em cassiterita.

Entretanto, é interessante levar-se em conta a afirmação de BOYLE (op. cit.) onde diz que há dificuldade na interpretação do levantamento geoquímico baseado no boro e nos seus minerais como a turmalina, porque estes podem ser resultan

tes de metamorfismo ou migmatização.

Foi encontrada grande concentração de turmalina nos concentrados de bateia sobre rochas migmatíticas do embasamento cristalino, não havendo presença correspondente de topázio, cassiterita ou elementos usualmente associados com o Nb, Be e Y, que poderiam indicar a existência de depósitos de estanho . Estas concentrações parecem indicar atuação resultante de processos de metamorfismo e migmatização das rochas do Grupo Cuiú-Cuiú, não constituindo portanto, reflexos de mineralizações.

## 7.12 - Berílio

O Berílio é um metal relativamente raro, sendo sua abundância na crosta terrestre inferior a 6 ppm; é normalmente encontrado em rochas alcalinas pobres em sílica e nos produtos residuais de magmas graníticos. Em suas jazidas típicas o berílio está geralmente associado à columbita, tantalita, cassiterita, etc. As ocorrências mais conhecidas no mundo são oriundas de pegmatitos graníticos heterogêneos, onde o mineral ocorre em zonas de enriquecimento, preenchendo fraturas.

Na área total do Projeto, apresentou uma variação Nl (não detectado) a 50 ppm com média geométrica dos valores definidos de 1,6 ppm, sendo assinalados 20 valores possivelmente anômalos.

Das populações-alvo consideradas, o berílio se destacou no Granodiorito Jamanxim, no Sub-Grupo Iriri e no Sub-Grupo Carapuça. No Granodiorito Jamanxim, os valores definidos variaram de 1 ppm a 50 ppm, apresentando "background" de 1,6 ppm e valor limiar de 5,6 ppm, sendo assinalados nove valores possivelmente anômalos. O histograma de frequência correspondente (figuras 17A, 17B e 17C) exibe notadamente uma distribuição bimodal, refletindo a existência de duas populações, uma anômala e outra

# PROJETO JAMANXIM 'SUREG-MA

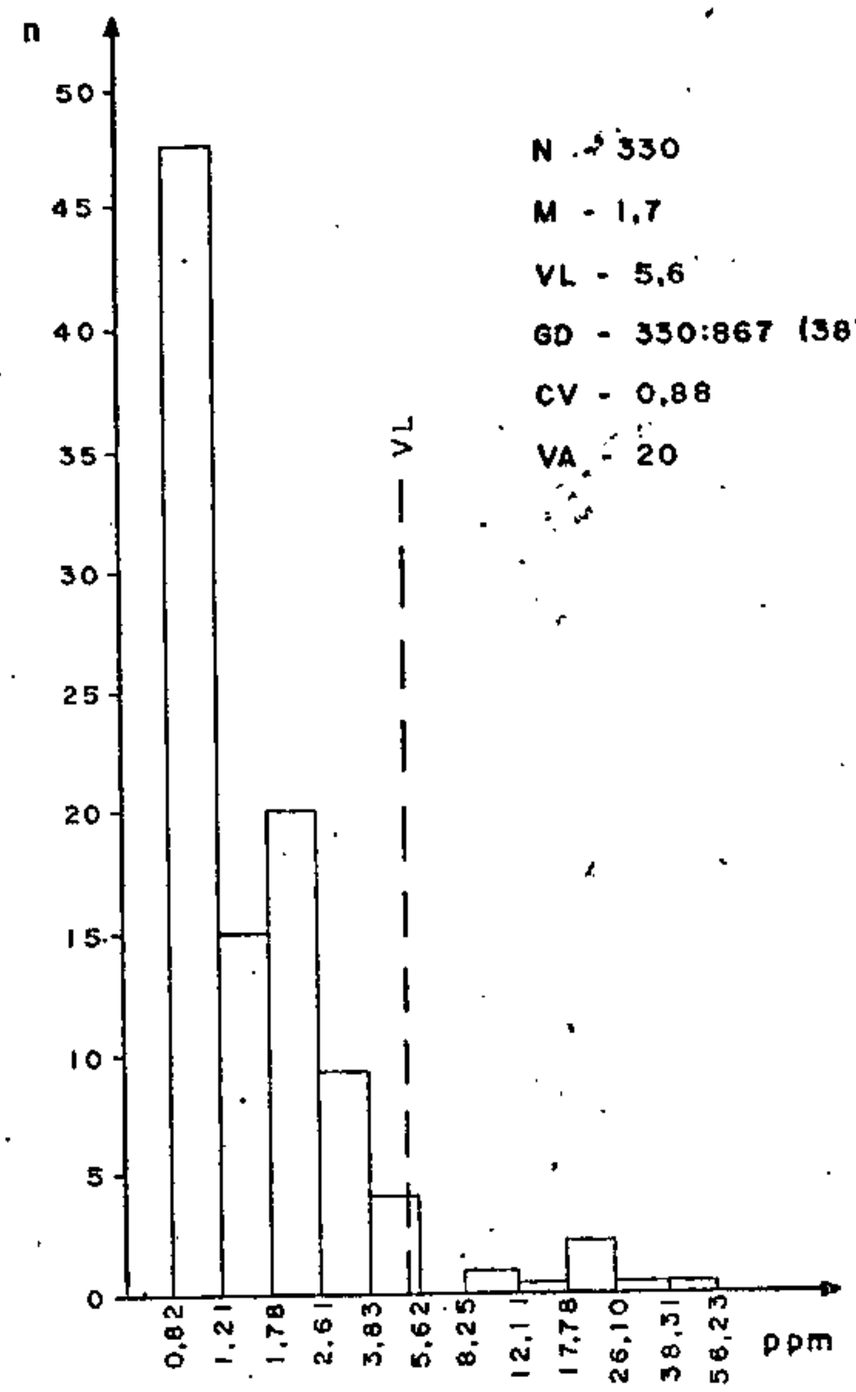
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

### HISTOGRAMAS

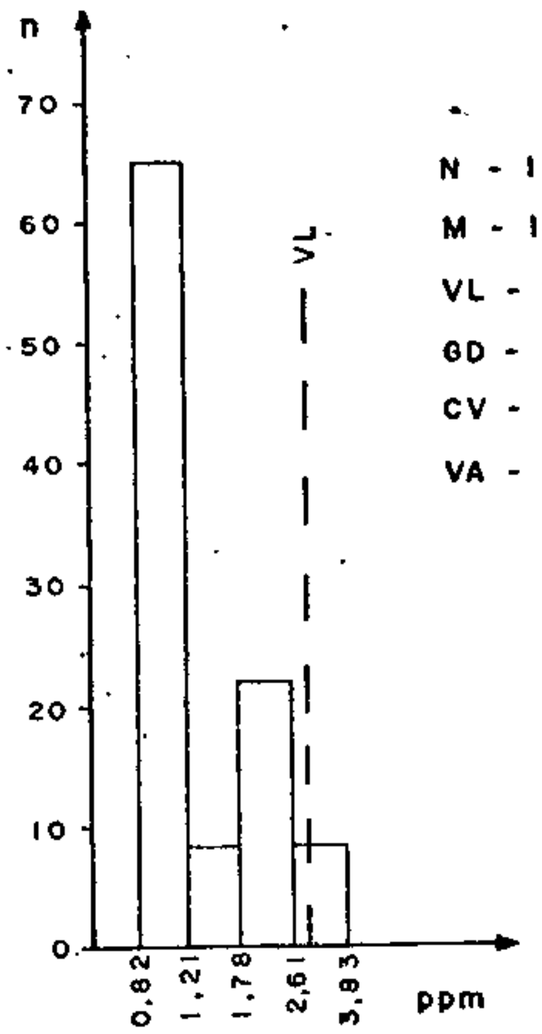
### BERÍLIO

ÁREA TOTAL



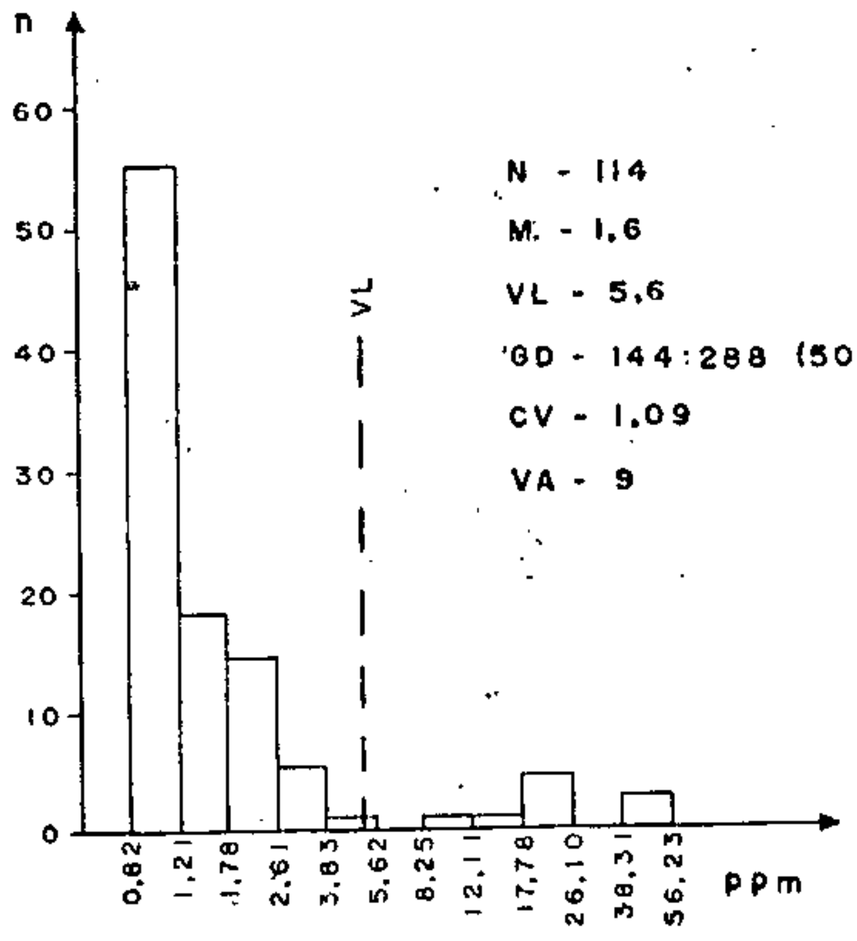

N - 330
M - 1,7
VL - 5,6
GD - 330:867 (38%)
CV - 0,88
VA - 20

GRUPO CUIÚ-CUIÚ *




N - 17
M - 1,3
VL - 2,7
GD - 17:133 (13%)
CV - 0,38
VA - 1

GRANODIORITO JAMANXIM




N - 114
M - 1,6
VL - 5,6
GD - 144:288 (50%)
CV - 1,09
VA - 9

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 17a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

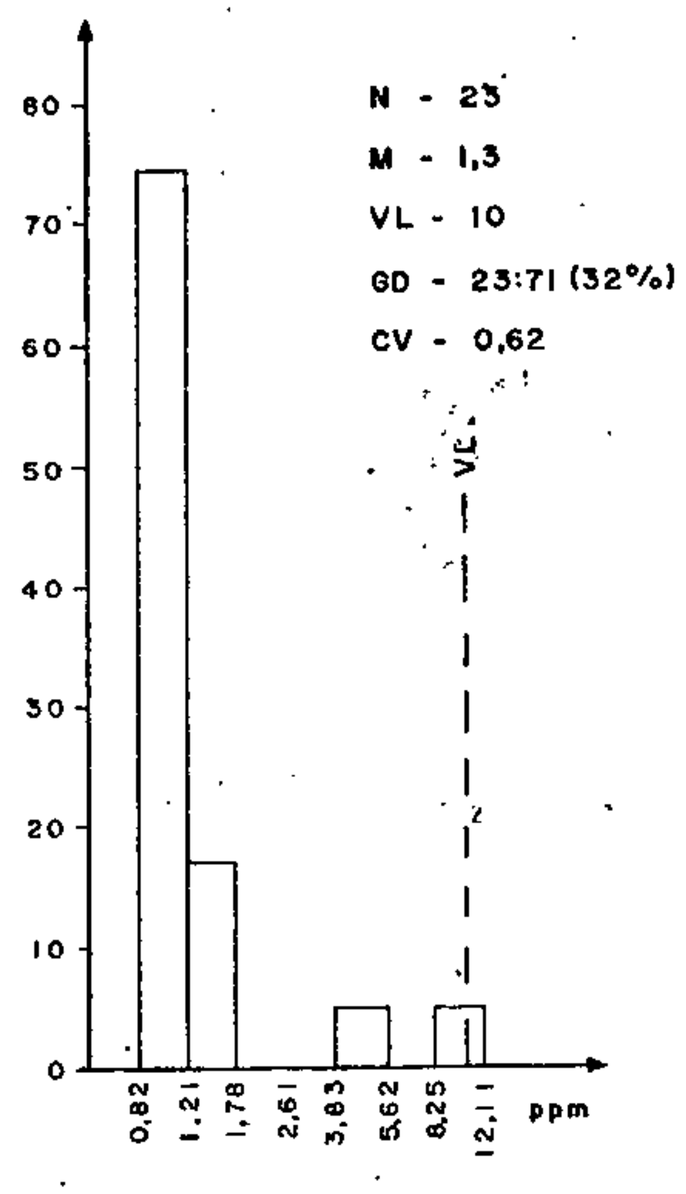
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

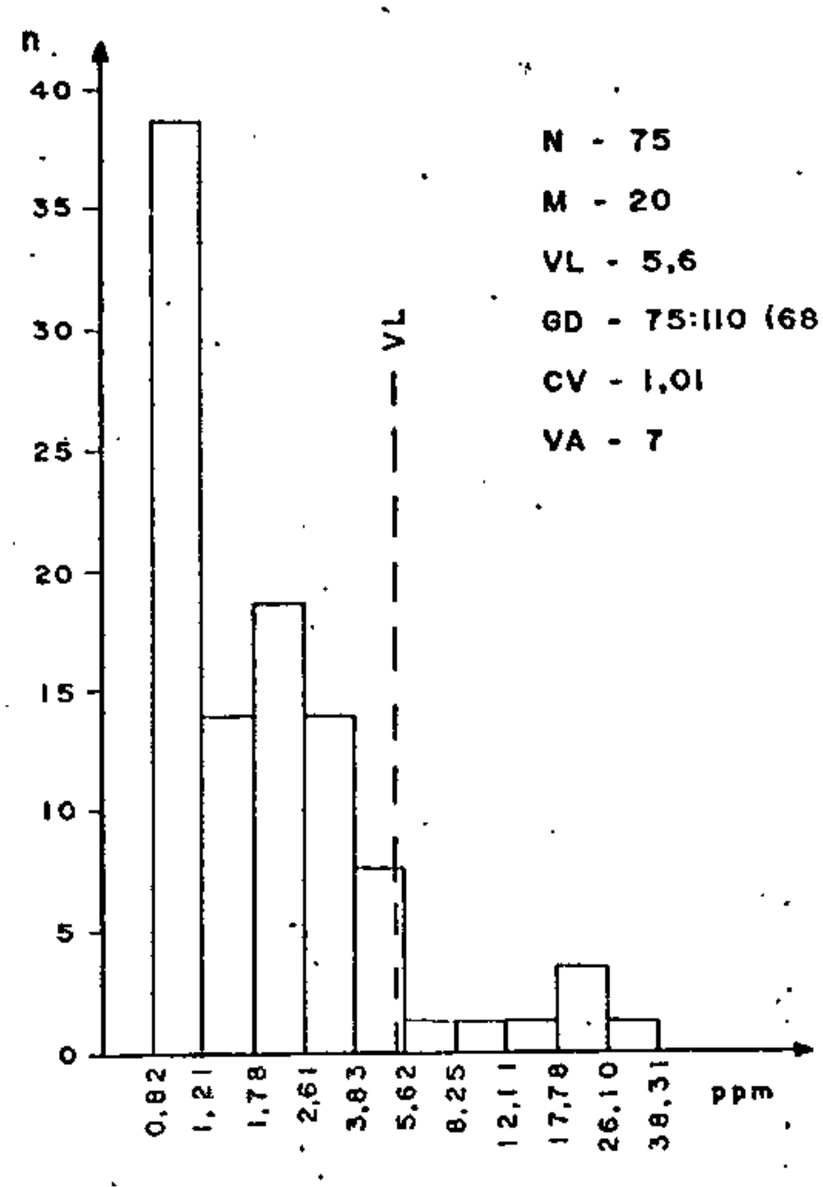
HISTOGRAMAS

BERÍLIO

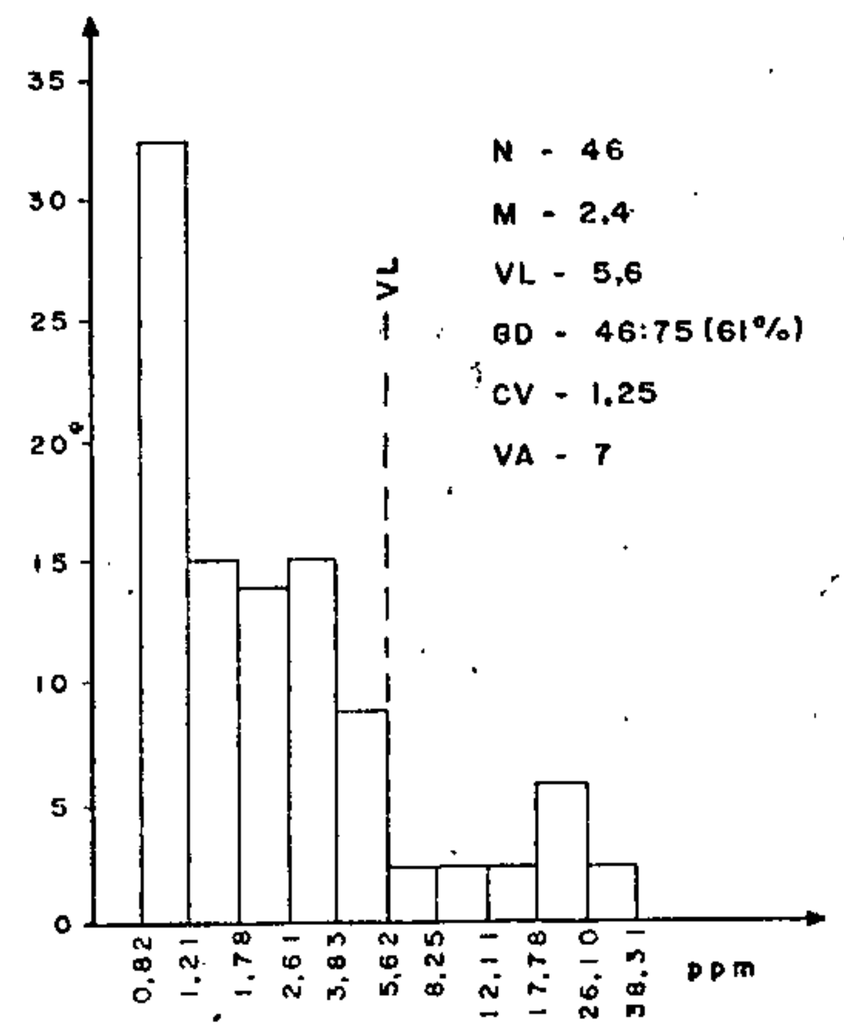
SUB-GRUPO IRIRI - FORMAÇAO SALUSTIANO




SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL




SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 17 b



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

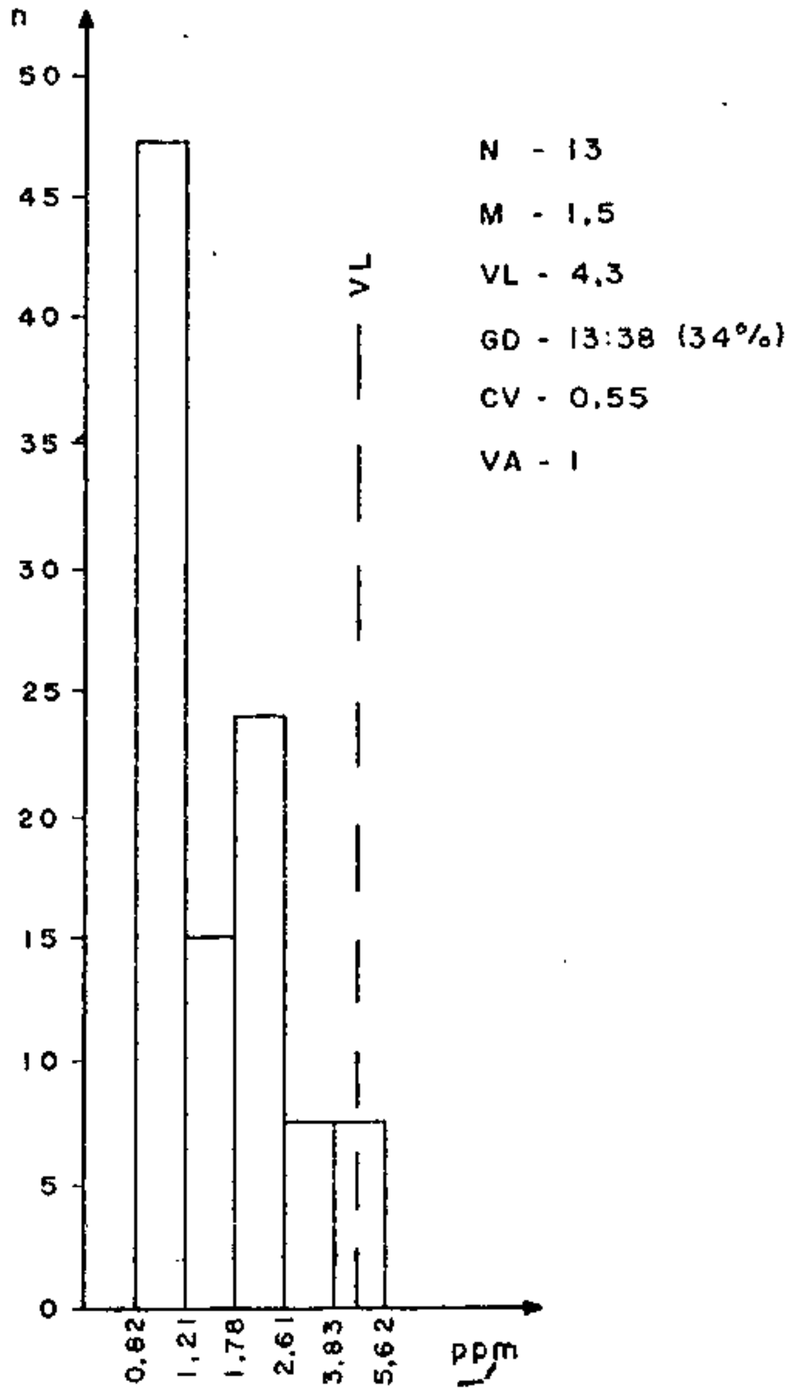
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

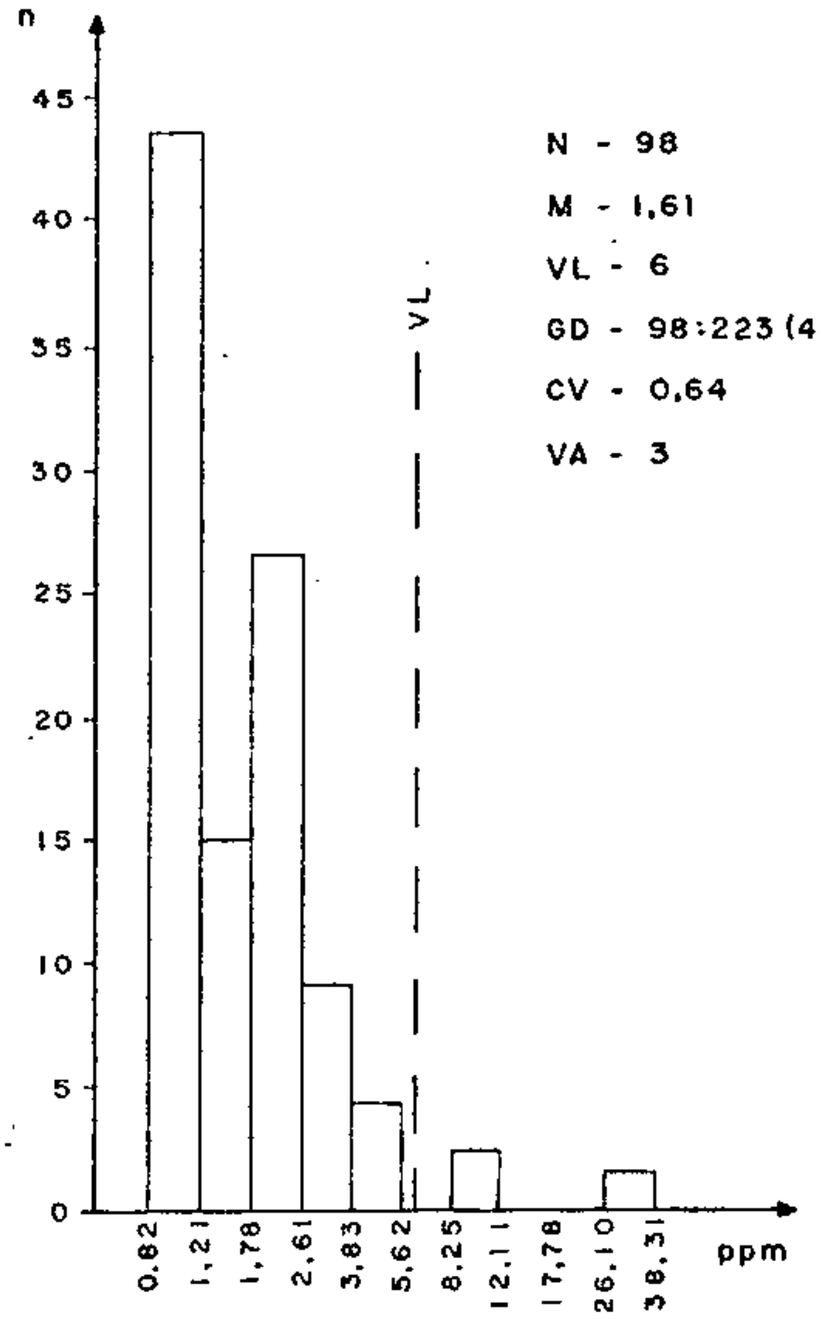
HISTOGRAMAS

BERÍLIO

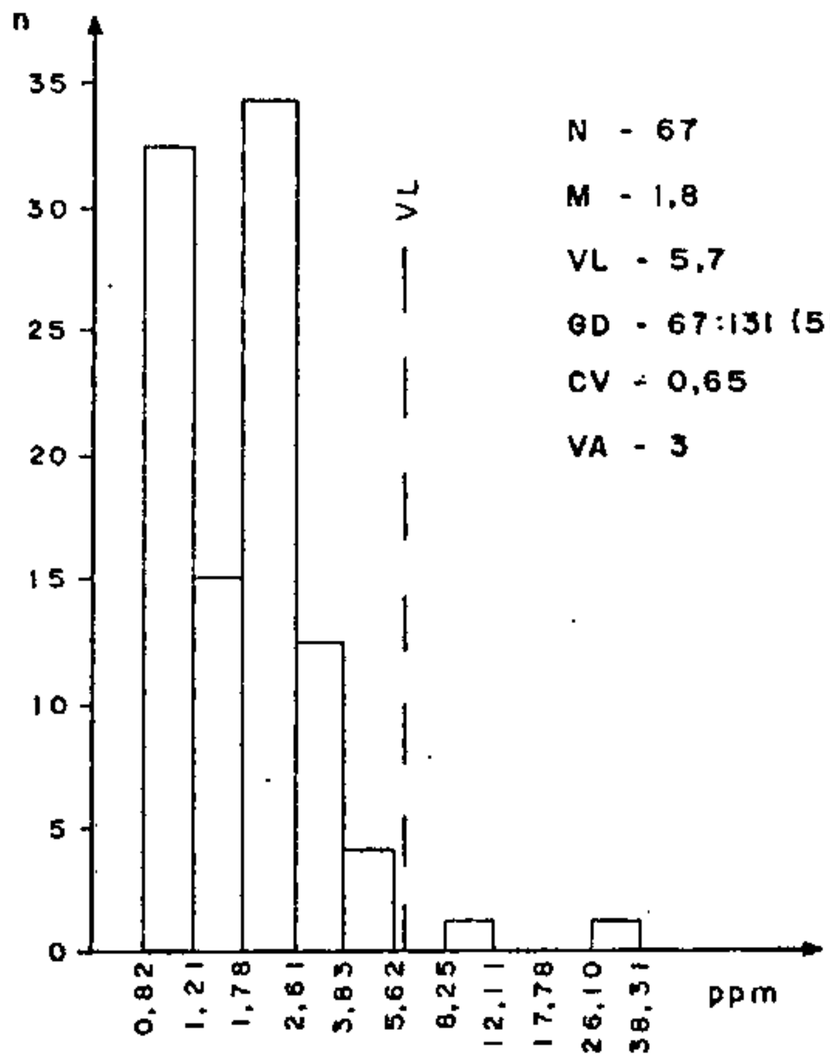
QUARTZO MONZONITO STA. HELENA *




SUB-GRUPO IRIRI TOTAL




SUB-GRUPO IRIRI - FORM. ARURI *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 17 c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

de "background".

As duas primeiras anomalias detectadas nesta população foram as amostras WP-S-135 e JN-S-035 nas quais foram detectados valores de 50 ppm de Be. Vale ainda salientar que nessa primeira amostra foi obtido valor de 1.000 ppm de Mn, 1% de Fe e um teor de 1.500 ppm de Ba. Na segunda foi assinalado valor de 200 ppm de Pb por espectrografia, 150 ppm de ítrio e 20 ppm de arsênio.

No Sub-Grupo Iriri o comportamento do Be se mostrou bem semelhante àquele observado no Granodiorito Jamanxim. Foi obtida uma média de 1,6 ppm e limiar de 6 ppm, sendo assinalados 3 valores possivelmente anômalos. Nessa população o coeficiente de variação obtido foi de 0,64% e um grau de detecção de 75 : 110 (68%).

No Sub-Grupo Carapuça a configuração do histograma é também bastante semelhante com a das populações discutidas acima. O grau de detecção foi de 68% (75 : 110) apresentando um "background" de 2,0 ppm e limiar de 5,6 ppm sendo detectados 7 valores anômalos.

Os histogramas de frequência apresentados nas figuras 17A, 17B e 17C mostram o comportamento do berílio nas populações restantes com suas médias e limiares respectivos. A discreta variação dos valores obtidos bem como, o número reduzido de valores definidos, dispensam comentários sobre os mesmos.

## 7.13 - Nióbio-Tantalita-Columbita

O nióbio e o tântalo, elementos de natureza litófila mantêm afinidades geoquímicas muito fortes entre si. Estão sempre associados e apresentam-se geralmente em concentrações elevadas em granitos alcalinos, sienitos nefelínicos e rochas ul

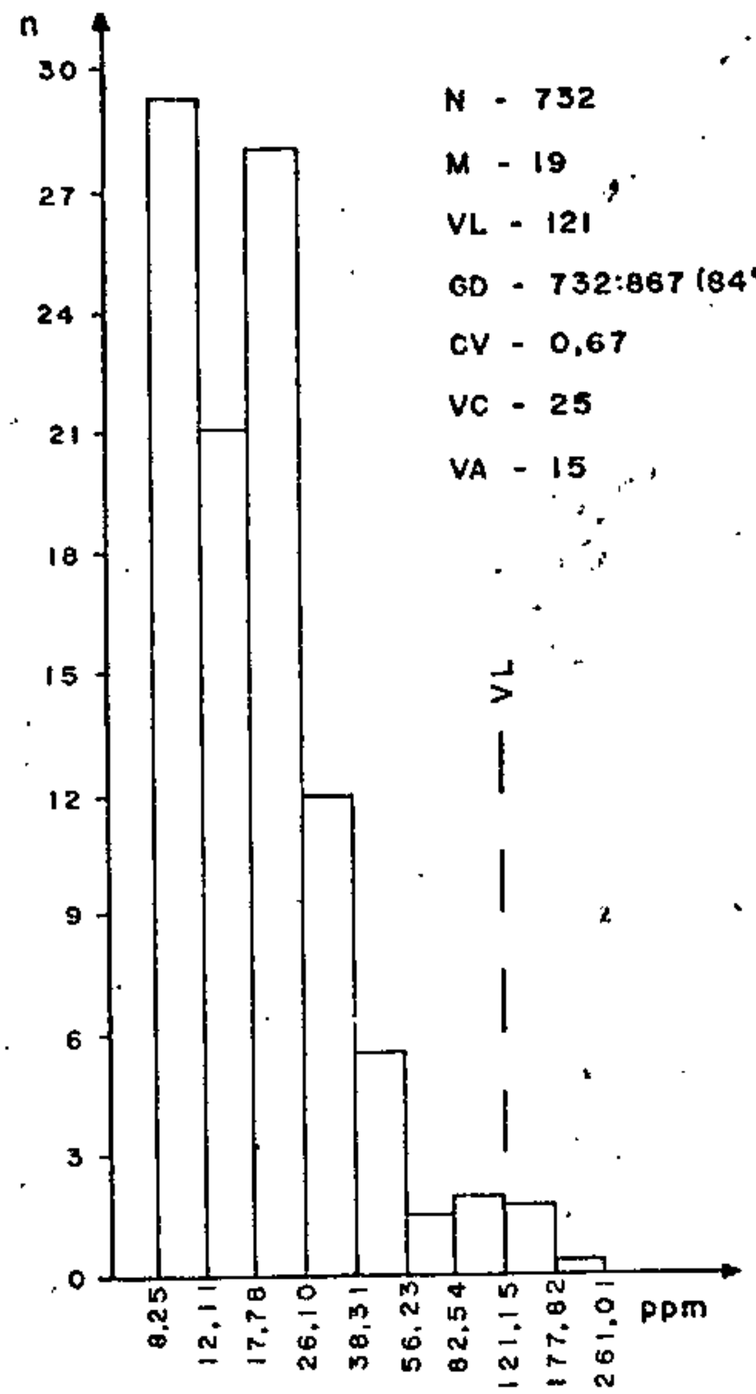
# PROJETO JAMANXIM. SUREG-MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

### HISTOGRAMAS

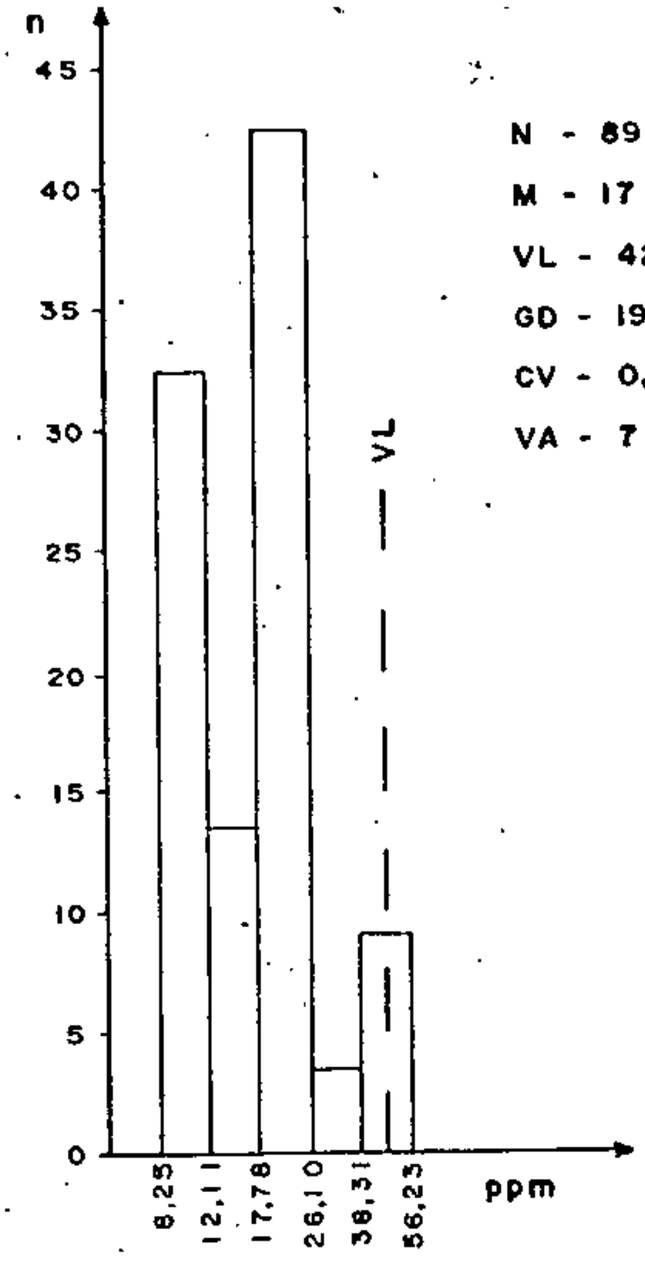
### NIÓBIO

ÁREA TOTAL



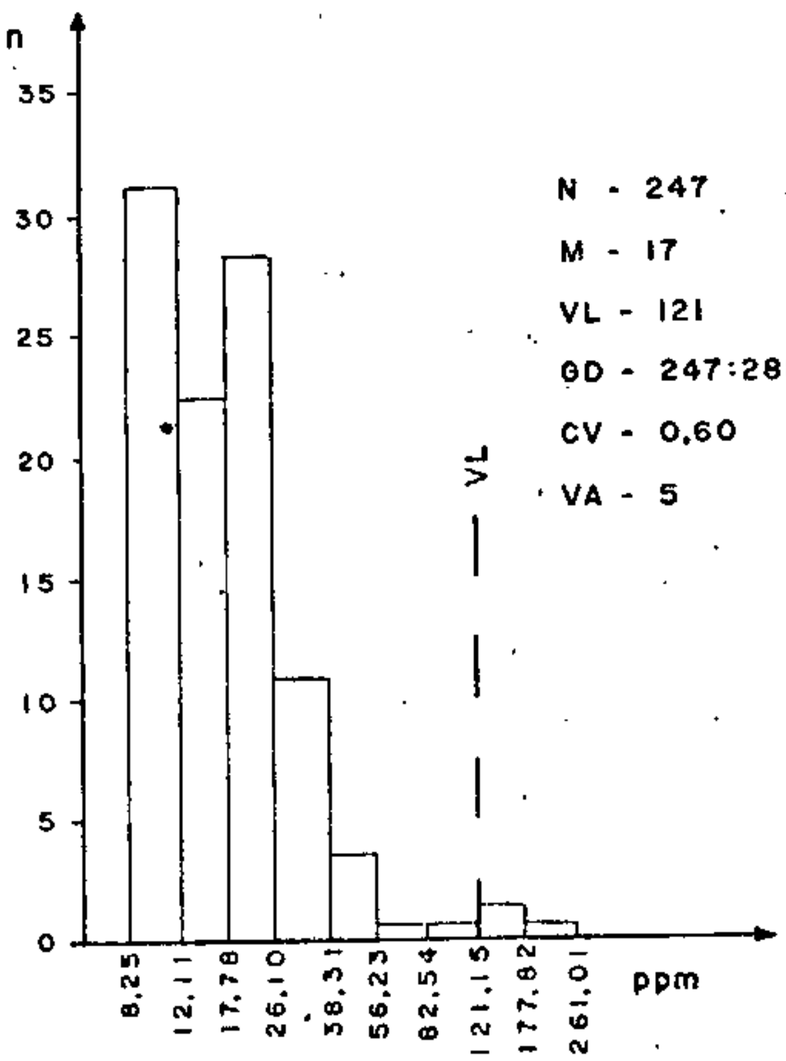

N - 732
M - 19
VL - 121
GD - 732:867 (84%)
CV - 0,67
VC - 25
VA - 15

GRUPO CUIÚ-CUIÚ *




N - 89
M - 17
VL - 42
GD - 19:133 (67%)
CV - 0,48
VA - 7

GRANODIORITO JAMANXIM




N - 247
M - 17
VL - 121
GD - 247:288 (86%)
CV - 0,60
VA - 5

* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

VC - Variância combinada

FIG. 18a



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

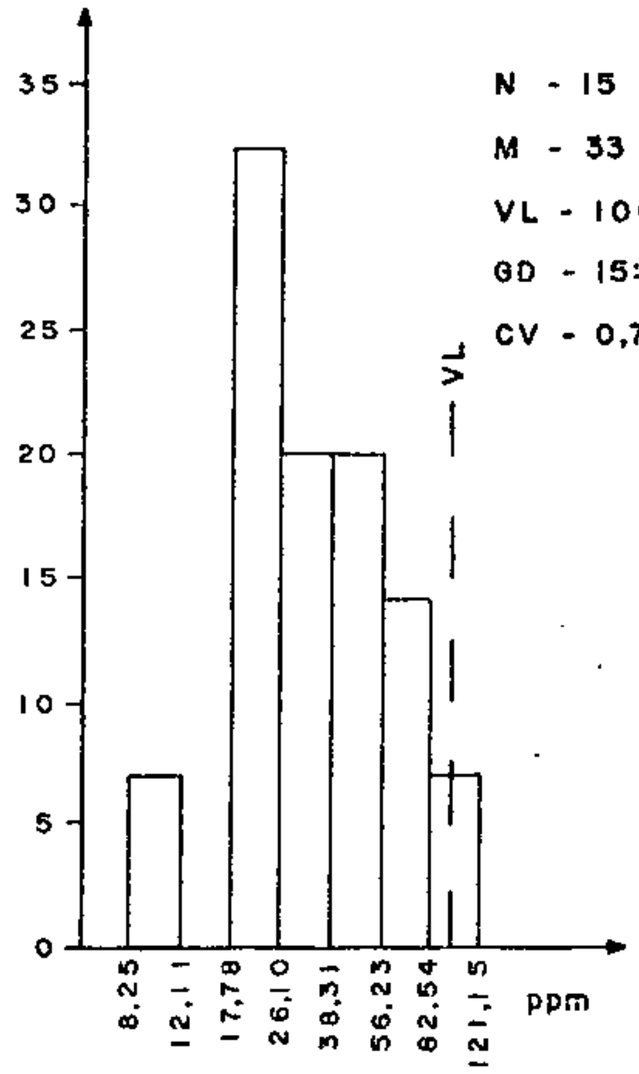
# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

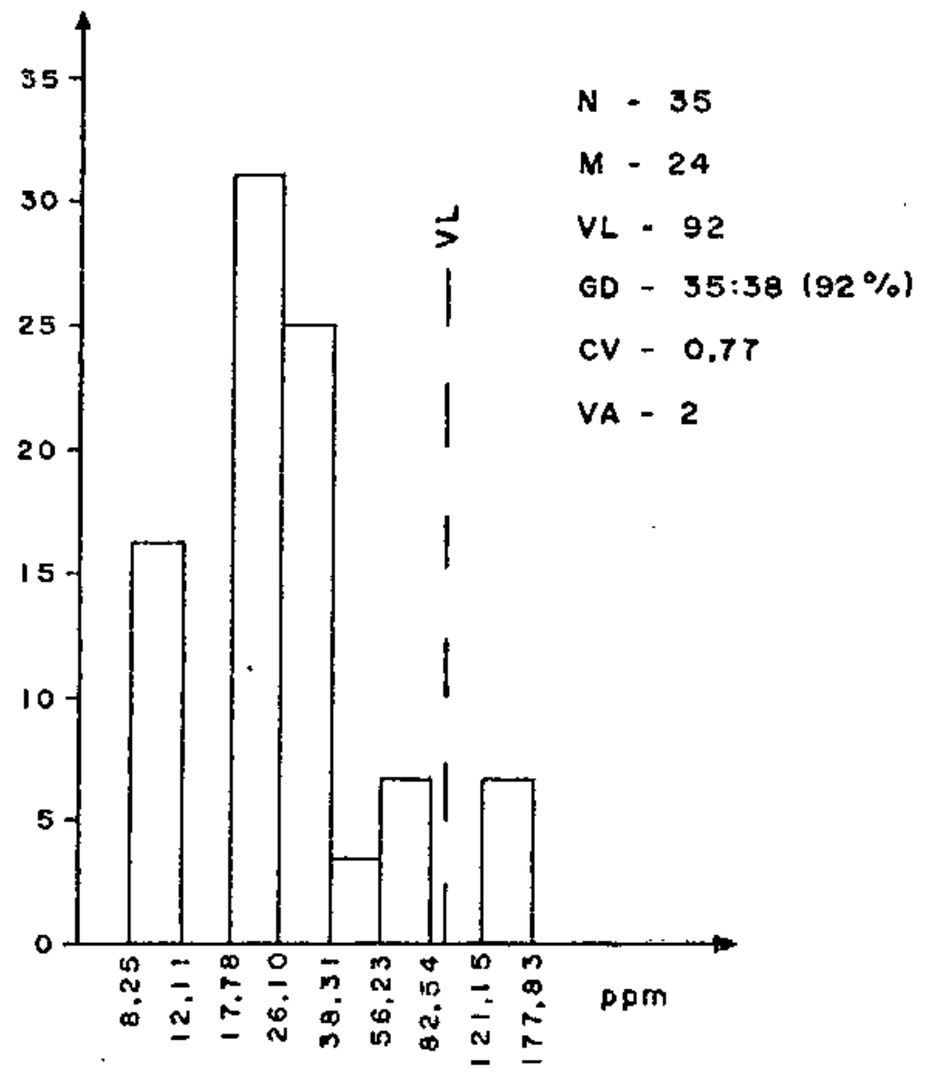
HISTOGRAMAS

**NIÓBIO**

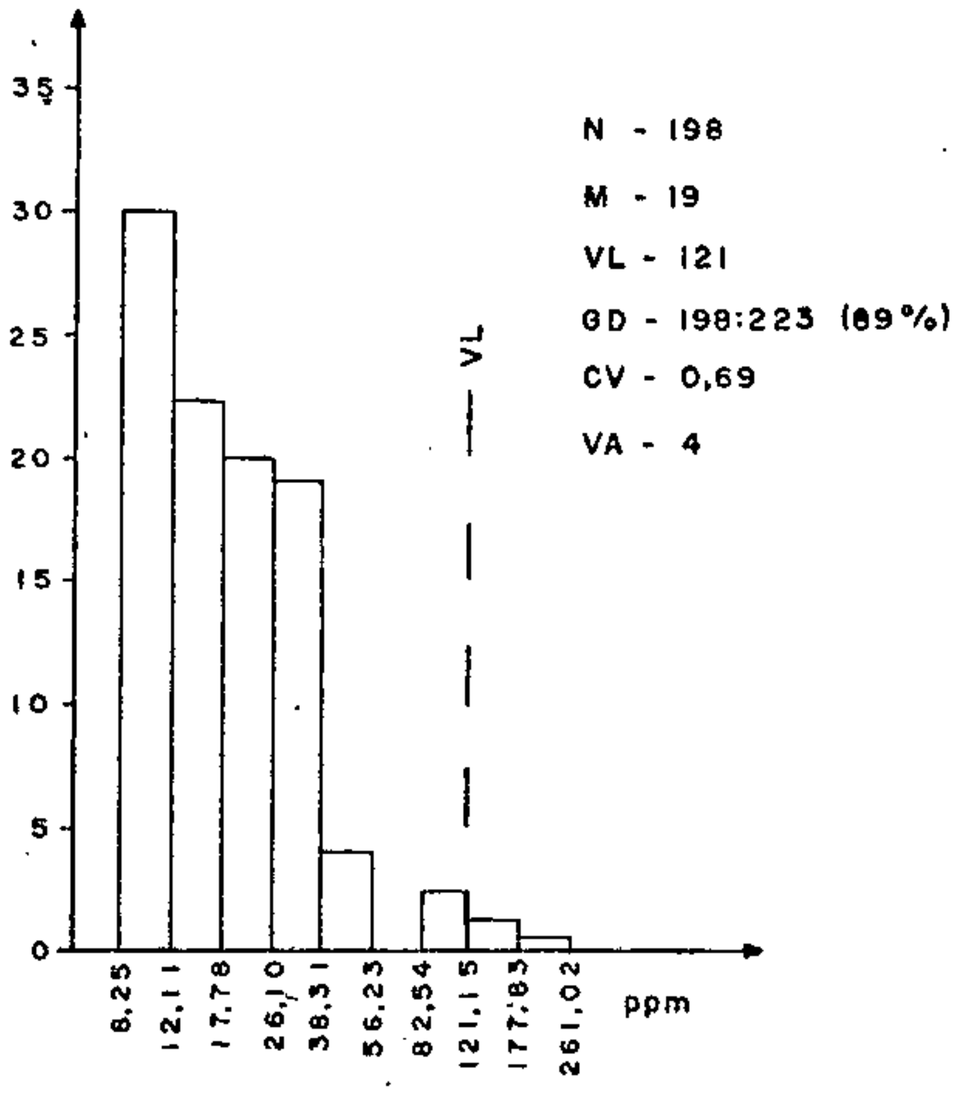
GRANITO MANGABAL *




QUARTZO MONZONITO STA.HELENA *




SUB-GRUPO IRIRI TOTAL




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 18 b

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

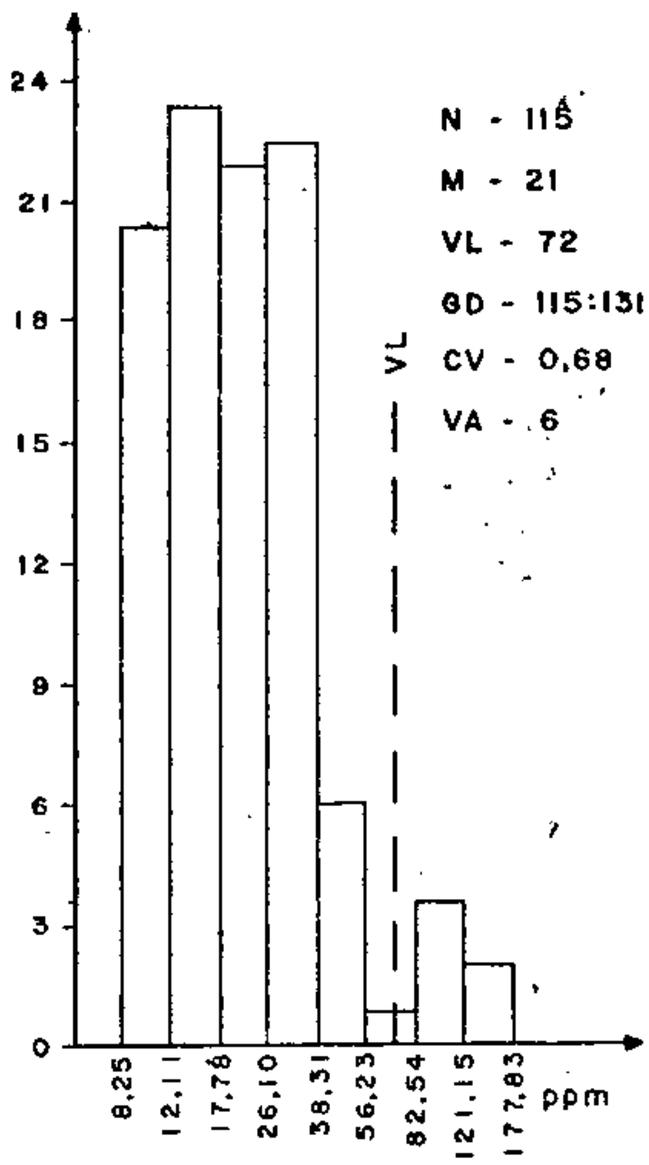
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

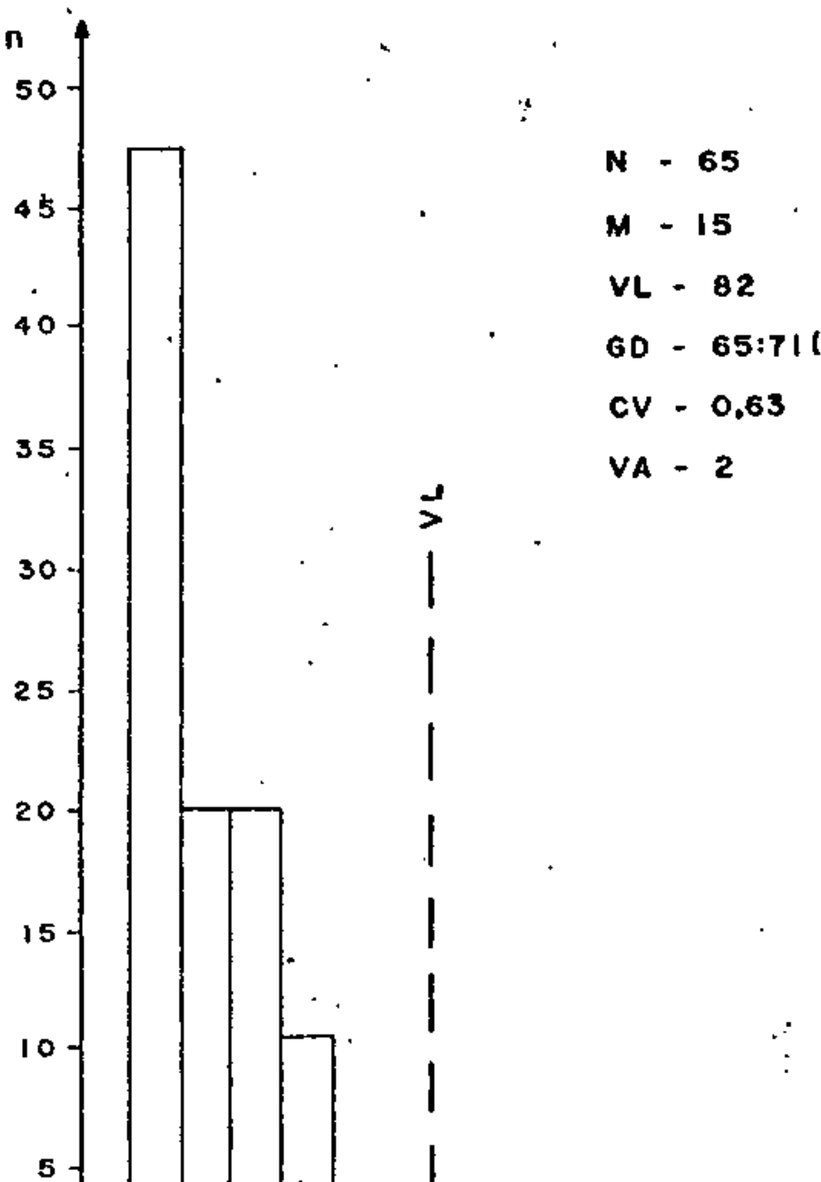
### HISTOGRAMAS

### NIÓBIO

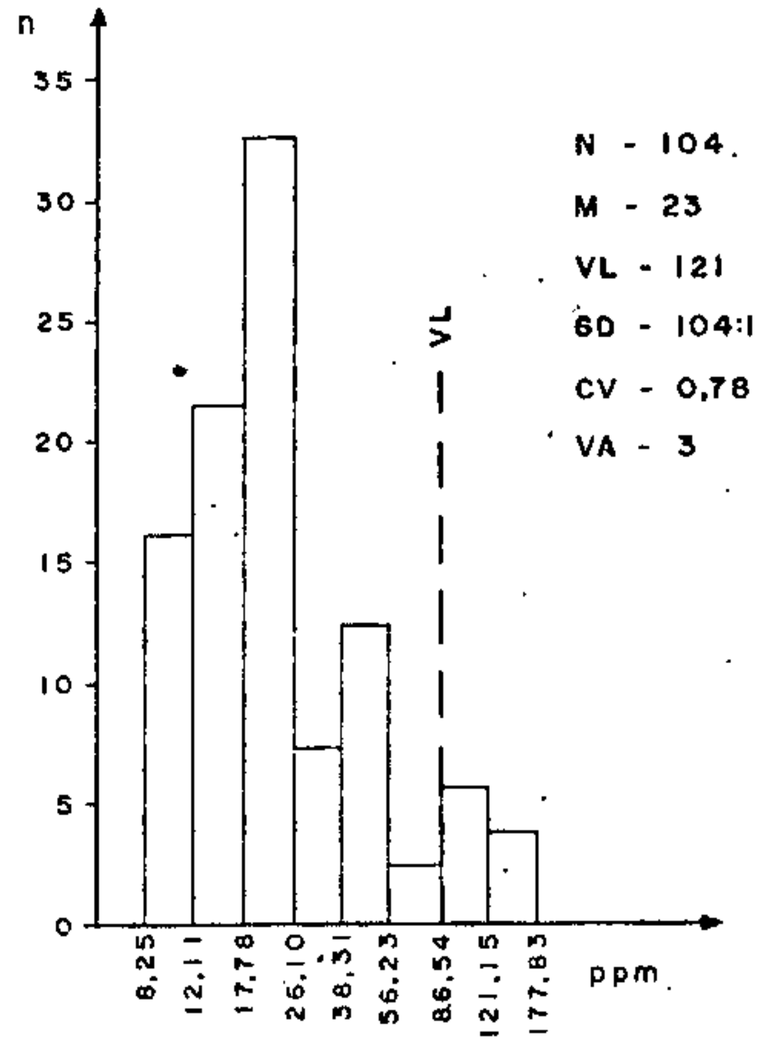
SUB-GRUPO IRIRI - FORM. ARURI *




SUB-GRUPO IRIRI - FORM. SALUSTIANO




SUB-GRUPO CARAPUÇA TOTAL




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

VA - Valores anômalos

FIG. 18c



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

# PROJETO JAMANXIM SUREG-MA

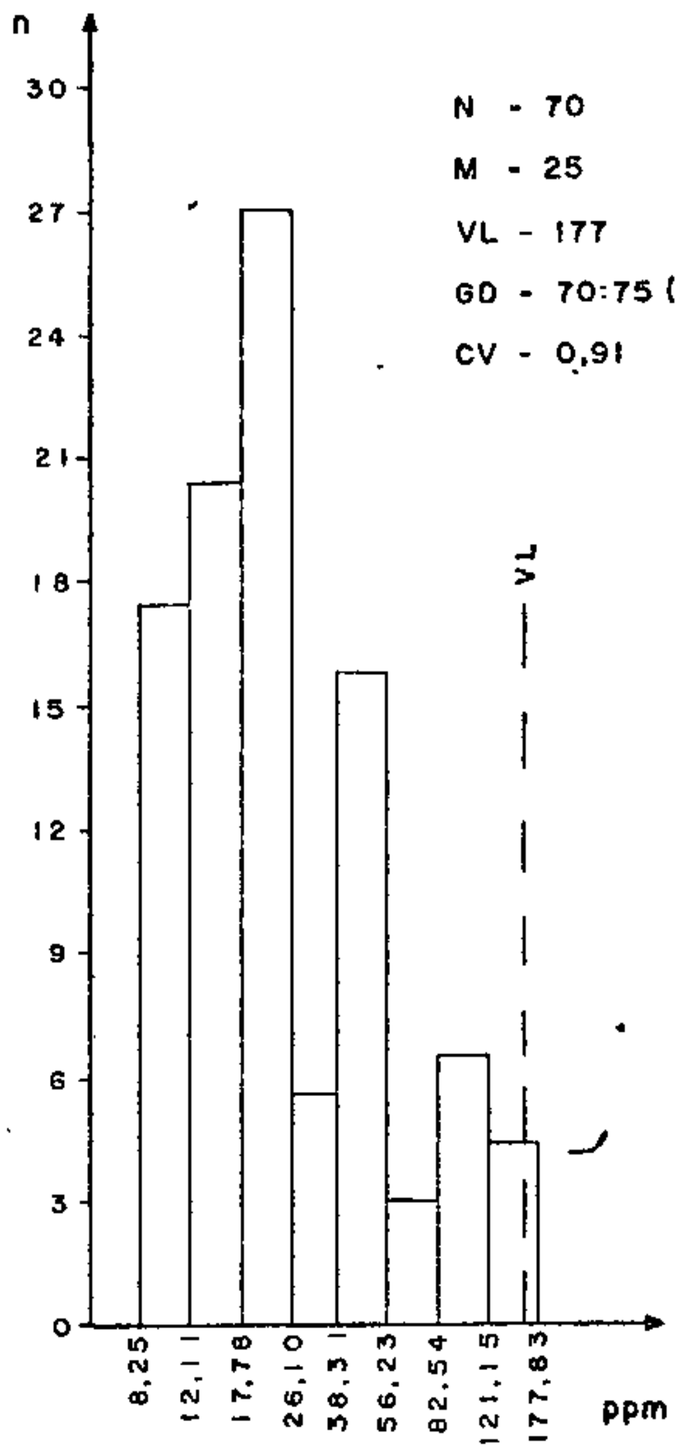
## GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

CPRM

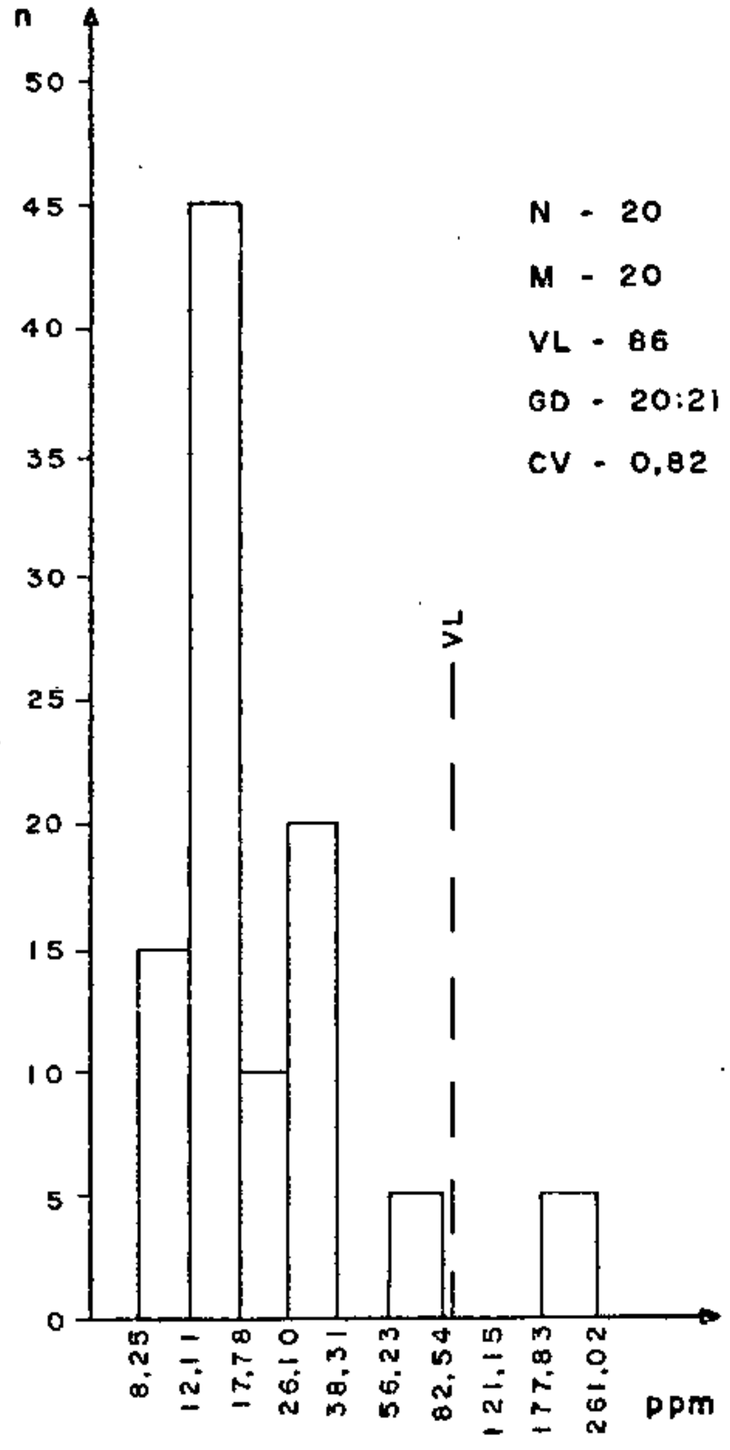
HISTOGRAMAS

NIÓBIO

SUB-GRUPO CARAPUÇA - FORMAÇÃO MALOQUINHA - ALASKITO *




FORMAÇÃO CUBENCRANQUEM *




* - Hipótese log-normal aceita

n - Frequência (%)

N - Número de amostras

M - Média geométrica (ppm)

VL - Valor limiar (ppm)

GD - Grau de detecção

CV - Coeficiente de variação

FIG. 18 d



Mod. 002

NE 7530.0210.0343

tramáficas relacionadas, pegmatitos e carbonatitos.

A abundância média do nióbio na crosta da terra é estimada em cerca de 20 ppm e do tântalo 2 ppm (PARKER & FLEISCHER, 1968).

O nióbio é relativamente imóvel e daí ser um excelente indicador de seus depósitos em sedimentos de corrente e concentrado de bateia.

Nas 867 amostras de sedimentos de corrente o nióbio foi detectado em 732, apresentando um valor mínimo de 10 ppm e máximo de 200 ppm e média geométrica de 19 ppm, sendo assinaladas 27 anomalias na área do Projeto. Distribui-se principalmente nas áreas de rochas da Formação Maloquinha e do Granodiorito Jamanxim.

A sudeste e noroeste do Granito Porquinho, em zona de contato com rochas efusivas (piroclásticas), foram detectadas anomalias de nióbio que merecem atenção especial. Nesses mesmos locais foi identificada a presença de tantalita-columbita em concentrados de minerais pesados, além de consideráveis valores anômalos de Sn. Também na porção noroeste do Projeto foi constatada um constelação anômala de nióbio, cuja interpretação permite afirmar que o mineral estaria relacionado aos corpos ácidos intrusivos do Grupo Uatumã.

Na população Sub-Grupo Carapuça-Formação Maloquinha, o nióbio apresentou "background" de 25 ppm e coeficiente de variação de 0,91 e um grau de detecção de 93% (70 : 75), sendo portanto, os índices mais elevados dentre as populações consideradas.

No Granodiorito Jamanxim, o nióbio apresentou grau de detecção de 86% (247 : 288), coeficiente de variação de 0.60 e "background" de 17 ppm sendo verificados cinco valores elevados que configuraram em zona possivelmente anômala no contato

com granitos alaskíticos da Formação Maloquinha.

Nas figuras 18A, 18B e 18C são mostrados os histogramas que refletem o comportamento do Nb nas diversas populações consideradas com os respectivos "backgrounds" e limiares correspondentes.

A distribuição caótica e irregular dos valores anômalos do nióbio nas outras populações não merecem comentários mais específicos sobre os mesmos.

## 7.14 - Molibdênio - Tungstênio

Estes elementos são normalmente associados tanto no ambiente primário quanto no secundário, não mostrando grandes variações dentro da área do Projeto.

O molibdênio aparece na maioria das rochas sob a forma de um constituinte-traço. Apresenta-se mais enriquecido nas rochas ácidas graníticas (2 ppm). A associação indicadora do molibdênio mais conhecida, é formada por Cu-W-Bi, onde sua mobilidade é relativamente alta em condições ácidas-oxidantes.

Na área do Projeto o elemento variou de N5 (não detectado) a 10 ppm, com grau de detecção de 3% (27 : 867), totalizando 27 valores definidos. A maioria das concentrações foi registrada nas rochas do Granodiorito Jamanxim com 20 valores definidos e grau de detecção de 7% (20 : 288). Foram encontradas algumas amostras de sedimentos de corrente com valores definidos também no Sub-Grupo Iriri Total e Grupo Cuiú-Cuiú. Merece menção as amostras WP-S-003 com Mo (10 ppm) W (200 ppm), Bi (10 ppm) e WP-S-019 com Mo (10 ppm) Nb (10 ppm), todas localizadas na folha SB.21-X-C-II. Tendo em vista que somente 3% das amostras apresentaram valores iguais ou acima do limite de detecção, tanto estatística como empiricamente, essas amostras devem ser consideradas anômalas.

O tungstênio é amplamente distribuído na maioria das rochas como elemento-traço, tendendo a se concentrar nas rochas ígneas ácidas. Nos granitos apresenta abundância de 2 ppm. Os elementos indicadores de W são Sn-Mo-Be, sendo B, F, As, Li e Cu comuns em depósitos wolframíferos (BOYLE, 1974). Em condições tropicais pequena quantidade de tungstênio pode estar em solução, porém não migra muito devido ser fortemente adsorvido pelos óxidos de Fe e Mn. O processo migratório é semelhante ao do Mo.

O tungstênio somente teve três amostras de sedimentos de corrente com valores definidos na área do Projeto, estando localizadas sobre litologias do Granodiorito Jamanxim, na folha SB.21-X-C-II. As amostras são WP-S-003 (200 ppm), WP-S-004 (100 ppm) e WP-S-008 (50 ppm), sendo todas elas consideradas anômalas e merecedoras de investigação complementar.

## 7.15 - Antimônio - Prata - Bismuto

Os elementos antimônio, prata e bismuto têm uma distribuição discreta dentro da área do Projeto e serão comentadas de forma resumida.

O antimônio é largamente difundido em muitos tipos de depósitos minerais em grande quantidade ou sob a forma de elemento-traço, usualmente nos depósitos sulfetados. Tende a se concentrar tanto nos estágios iniciais da cristalização magmática associadas a sulfeto, como nos estágios finais associados a pegmatitos e sulfetos hidrotermais. É um ótimo farejador de depósitos sulfetados complexos de metais preciosos, devido a associação frequente com Au e Ag.

A prata é um elemento calcófilo com abundância de 0,07 ppm na crosta da terra, e não apresenta variação importan

te em nenhum tipo de rocha. Os elementos normalmente associados são Ni, Co, As, Sb e Bi. Outros elementos como Ba, Cu, Zn, Cd e Pb são indicadores de Ag nativa. Sedimentos de corrente enriquecidos em Ag e nos seus elementos usualmente associados, são amplamente utilizados nos levantamentos geoquímicos para Au e metais básicos.

No âmbito do Projeto o antimônio variou de Nl (não detectado) a 2 ppm, com apenas 18 valores definidos. Seu grau de detecção foi de 2% (18 : 867), apresentando-se distribuídos irregularmente na área sobre rochas do Granodiorito Jamanxim e Sub-Grupo Iriri.

Merece distinção a amostra EB-S-004, situada na folha SB.21-X-C-VI, pertencentes ao Sub-Grupo Iriri, cujo destaque é mais pela associação presente (Zn-Ag-Bi-Sb) do que pelo valor de 1 ppm do elemento.

A prata mostrou oscilação de N0,5 (não detectado) a 1,0 ppm na área total, com 10 valores definidos e grau de detecção de 1,16% (10 : 867). O Granodiorito Jamanxim apresentou cinco valores definidos de prata . que podem ser considerados anômalos devido a que apenas 1,16% desses valores apresentarem-se acima do limite de detecção utilizado. Destacam-se as amostras EB-S-004 (com a associação dos elementos Ag, Bi, Sb e Zn) e JV-S-133 (Ag, Be, Y e Sn) sugerindo que o metal em questão, acha-se relacionado a um ambiente tipicamente de filiação ácida.

O bismuto é um elemento de caráter calcófilo, ocorrendo em pequena quantidade (em rochas), geralmente em teor menor que 0,1 ppm. É um bom indicador de vários tipos de depósitos particularmente aqueles contendo Sn-W-Mo-Cu-Pb-Zn-Au e Ag. Devido a sua relativa insolubilidade, é imóvel em solos e seu resíduo intemperizado permanece próximo dos depósitos.



Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Na área do Projeto, o bismuto apresentou duas amostras com valores definidos: EB-S-004 (já comentada) e WP-S-003 com 10 ppm.

# 8 - COMPARTIMENTOS GEOQUÍMICO-MINERALÓGICOS

## 8.1 - Generalidades

Define-se, neste relatório, como compartimento geoquímico-mineralógico, uma área de extensão relativamente grande, definida a partir da integração de anomalias de elementos e minerais, suas associações paragenéticas, feições e estruturas geológicas regionais.

A análise multielementar em amostras de sedimentos de corrente e análise mineralógica de concentrado de bateia, conjugadas com o conhecimento geológico da área, serviram como indicadores de grande valia na individualização de vários compartimentos auríferos e estaníferos diagnosticados no âmbito do Projeto.

O estudo do agrupamento de amostras anômalas e de suas respectivas associações refletem muito bem as zonas de garimpo conhecidas, bem como serviu para definir áreas consideradas potencialmente anômalas, merecedoras de pesquisas adicionais de maior detalhe.

Essas áreas definidas situam-se tanto dentro dos compartimentos delimitados como em regiões fora delas.

## 8.2 - Compartimentos Auríferos

Os Compartimentos Auríferos foram definidos fundamentalmente através do estudo da distribuição de Au (absorção atômica), pirita e Au (mineral) em concentrados de bateia e resultados de As por colorimetria em sedimentos de corrente, assim como da distribuição dos garimpos de Au conhecidos dentro dos limites da área estudada.

No âmbito geral do Projeto, foram definidos três compartimentos auríferos, sendo que o primeiro deles (Compartimento Aurífero I) compreende toda a parte oeste da área, correspondente às bacias do rio Rato e Bom Jardim e parte do rio Crepori, constituindo uma área de 120 km de extensão por 50 km de largura.

Esta área integra rochas do embasamento cristalino constituído pelos Grupos Cuiú-Cuiú (migmatitos, gnaisses e anfibolitos arqueanos), Granodiorito Jamanxim e Quartzo-Monzonito Santa Helena.

Mediante a observação do Mapa de Compartimento Geoquímico de Au, pode-se notar densa e nítida distribuição de amostras anômalas, obtidas a partir dos processos geoquímicos convencionais empregados.

A grande maioria dos resultados anômalos foi obtida a partir de amostras de aluviões de igarapés, que drenam os terrenos de rochas do Grupo Cuiú-Cuiú. Em número bem mais inferior verificam-se concentrações de anomalias na superfície de distribuição do Granodiorito Jamanxim, das formações Maloquinha e Aruri.

A integração dos resultados de ouro (A.A.) e pirita em concentrados de bateia e de arsênio em sedimentos de corrente refletiu muito bem os garimpos de ouro conhecidos da região. Como exemplos citam-se os garimpos Santa Maria, Jacundá, Tijupá, Fé em Deus, Isaac, São Jorge e Filhote, todos situados no médio rio Rato, como também o garimpo Cuiú-Cuiú (um dos mais importantes da região), e os dos igarapés Salto e Gamon cha.

Os valores de ouro relacionados com zonas de garimpos variam de teores de algumas unidades até valores superiores a 100 ppm.

Os resultados obtidos permitiram que fossem assinaladas algumas áreas anômalas relacionadas em grande parte a ocorrências auríferas conhecidas, e outras ainda não conhecidas.

### 8.2.1 - Compartimento Aurífero I

Este compartimento (ver Mapa Integrado de Anomalias de Ouro e Associados) possui três áreas anômalas. A primeira localiza-se na porção oeste da Folha SB.21-X-C-IV. É formada por terrenos pertencentes às rochas do Grupo Cuiú - Cuiú, constituído de biotita-hornblenda-gnaisse, gnaisse a duas micas, migmatitos e anfibolitos do grupo onde são encontradas as principais ocorrências minerais.

A vegetação local é formada de floresta fechada, e os riachos amostrados possuem dois a cinco metros de largura, onde suas águas têm velocidade de corrente baixa a moderada e pH por volta de 5,0.

Dentro da área sobressaem-se como principais anomalias as bacias de captação do igarapé Ingarana, destacando-se as amostras de concentrados de bateia RL-54 do igarapé Tapiú (4,0 ppm), RL-55 (4,0 ppm) do igarapé Lodo, e as amostras RL-60 (1,5 ppm) e RL-62 (100 ppm) no próprio igarapé Ingarana. A estação RL-73 (situada no igarapé Francisquinho) apresentou valor anômalo de 13 ppm. É uma área prioritária para pesquisa adicional do ouro.

Uma segunda área anômala abrange especialmente a bacia de captação do Igarapé Lontra, afluente esquerdo do rio Rato na parte oeste da área do Projeto achando-se constituído exclusivamente por rochas do Grupo Cuiú-Cuiú. A maior concentração de anomalias encontra-se em sua cabeceira sendo regis

trado em concentrados de bateia valores que alcançam 14 ppm e mais à jusante, no seu curso médio, valores de até 3,5 ppm.

Também nas cabeceiras do igarapé Bom Futuro, afluente do rio Rato, as amostras analisadas apresentaram valores interessantes de Au variando de 2 a 7 ppm.

No que se refere à distribuição do elemento nos sedimentos de corrente apenas um valor de 45 ppm referente à estação GB-07 (situado em um afluente do igarapé Lontra) destacou-se dos demais, que apresentaram valores em geral sem expressão.

Apesar dos estudos realizados por este Projeto terem apresentado bons resultados, é interessante uma avaliação mais detalhada nesta área com o objetivo de estabelecer a real potencialidade aurífera da região.

Uma terceira região anômala surge na porção norte do Compartimento Aurífero I, correspondente a parte central da folha SB.21-X-C-I. A área delimitada abrange principalmente as bacias de captação do igarapé Botica e Terra Preta à margem direita do rio Tapajós e do igarapé dos Patos à sua margem esquerda.

A geologia da área corresponde às rochas do granito Mangabal, Maloquinha e do Grupo Cuiú-Cuiú. Entretanto, a tectônica parece ter contribuído, removendo o ouro das partes mais profundas do embasamento (Grupo Cuiú-Cuiú) colocando-o em outra unidade geológica e, hoje encontrado como fazendo parte dos depósitos aluvionares. É muito conhecido o garimpo Botica no igarapé de igual nome onde outrora já foi lavrada a cassiterita aluvionar e atualmente abandonado em favor dos depósitos auríferos.

Os valores mais expressivos de ouro dessa área são encontrados nas amostras de concentrados de bateia: AS-83

(30 ppm), em afluente do igarapé Padeiro; AS-87 (2,5 ppm) e AS-88 (7,0 ppm) ambos no igarapé Terra Preta. Destaca-se também a amostra MB-063 no igarapé dos Patos, onde foi detectado ouro (mineral) < 5%.

Interessante salientar as amostras anômalas de As: AA-26 (20 ppm) e AA-41 (40 ppm) localizadas nas cabeceiras do igarapé Botica, as quais normalmente poderão estar associadas com a presença de ouro.

### 8.2.2 - Compartimento Aurífero II

Este compartimento localiza-se na parte leste da área do Projeto, a sudeste do "stock" granítico Porquinho ao longo dos rios Carapuça e Aruri.

A área foi definida observando-se os resultados obtidos principalmente em seis estações anômalas, tendo sido observado de modo amplo uma conspícua associação de ouro, arsênio e pirita.

A geologia local é constituída de rochas do Sub-Grupo Iriri (vulcânicas e piroclásticas) e do Sub-Grupo Carapuça (mormente riolitos pórfiros intrusivos).

Das amostras coletadas na área, destacam-se as amostras de concentrado de bateia EB-24 (igarapé Surucuru) e EB-39 (igarapé Pedral) onde foi detectado ouro mineral em quantidade de 5%, tendo sido também assinalada a presença de pirita.

No igarapé Urumari foi detectado ouro em concentrado de bateia atingindo teor de 30 ppm. Mencione-se de passagem, que o zinco neste mesmo local alcançou 200 ppm (através de análise de sedimento de corrente).

No igarapé Maia, afluente do rio Aruri, o ouro

mineral revelado em concentrado de bateia (EB-99) alcançou valor de $< 5\%$, enquanto que seu associado, o As correspondente à mesma amostra, apresentou em sedimento de corrente o valor de 10 ppm.

Na amostra EB-97 (sedimento de corrente) coletada num igarapé também afluente do rio Aruri foi detectado valor anômalo de arsênio no valor de 10 ppm.

Pelo exposto acima, observa-se que o ouro e seus associados apresentaram na área em questão, resultados bem significativos, embora revelados em população-alvo situada em unidades litoestratigráficas incompatíveis com o ponto de vista (genético) deste Projeto. Entretanto, a concentração aurífera nesta população, pode estar relacionada geneticamente ao "ouro emprestado", assunto suficientemente abordado no item 7.1.5 do volume I-C do relatório final deste Projeto. Deste modo recomenda-se para esta área um trabalho visando um levantamento geológico e geoquímico de maior detalhe.

### 8.2.3 - Compartimento Aurífero III

Este compartimento está situado na parte sudeste da área do Projeto (folha SB.21-X-C-VI), numa porção areal abrangendo parte do rio Jamanxim e alguns afluentes de pequeno porte.

Geologicamente a área relaciona-se (no momento atual) a faixas aluvionares que drenam rochas do Sub-Grupo Iriri, Quartzo-Monzonito Santa Helena e secundariamente do Granodiorito Jamanxim.

A área foi definida baseada fundamentalmente nos resultados por absorção atômica para ouro, em oito estações de concentrado de bateia.

Na margem esquerda do rio Jamanxim, dentro da área delimitada, ressaltam-se as amostras JV-230 (coletada no igarapé Pavão, onde foi detectado valor de 40 ppm de ouro), JV-231 (coletada no igarapé Jauretê, com teor de 0,7 ppm) e JV-232 (subafluente do rio Jamanxim, cuja análise registrou teor de 0,55 ppm).

Na margem direita, as anomalias mais altas referem-se às estações JV-B-248 (igarapé Lauro, com teor de 4 ppm), JV-B-239 (igarapé Tracajá, afluente do igarapé Cazu com teor de 1 ppm) e JV-241 (afluente do Cazu com teor de 0,6 ppm).

Apesar do ouro encontrar-se nas faixas aluvionares de litologias esboçadas acima, é provável que em última instância esta ocorrência estaria ligada a núcleos básicos preexistentes, mormente no Granodiorito Jamanxim e Quartzo-Monzonito Santa Helena. Assim, seria interessante um estudo mais proeficiente, nessa região.

### 8.2.4 - Outras Ocorrências

Dentro do domínio da área do Projeto, várias anomalias de ouro, por vezes isoladas, indicaram pequenas áreas menores que mereceram uma apreciação ainda que sumariada, sendo no conjunto importantes para elaboração de teorias a respeito da formação do ouro na região.

#### Ocorrências na Folha SB.21-X-C-I

Nesta porção do Projeto duas anomalias isoladas são interessantes para mineralização do ouro. A primeira, foi detectada no igarapé Macaca (sudeste da folha), cuja amostra de concentrado de bateia (WP-B-249) revelou 14 ppm de ouro. A outra anomalia (WP-B-244) foi detectada num afluente do igara

pé Urubuquara, possuindo um valor maior que 100 ppm.

Embora estas duas anomalias sejam de amostras que estão em aluviões (sobre rochas essencialmente graníticas), suas origens remontam a material básico do Grupo Cuiú-Cuiú ou Granodiorito Jamanxim, que se encontra relativamente próximo.

Ocorrências na Folha SB.21-X-C-II

Nesta folha merece destaque especial a sua parte noroeste, onde se verifica uma constelação de anomalias de pirita e arsênio em igarapés à margem direita do rio Jamanxim. As anomalias de pirita e arsênio (estações WP-047, JX-024 e WP-046) acham-se relacionadas a brechas e tufos híbridos do Sub-Grupo Iriri e às rochas do Granodiorito Jamanxim.

Na estação RL-0017 (igarapé Tracoá, afluente do igarapé São Marcos) foi obtido em sedimento de corrente o valor de 120 ppm de arsênio. No igarapé Marimbondo a amostra RL-0016 (também sedimento de corrente), apresentou valor de 10 ppm. Essas anomalias de arsênio estão, a priori, relacionadas ao Quartzo-Monzonito Santa Helena.

Dada a associação do ouro com o arsênio e a pirita, dever-se-ia empreender um estudo de verificação a fim de se estabelecer a veracidade desta paragênese em determinada unidade geológica da região.

Ocorrências na Folha SB.21-X-C-V

Nesta folha, alguns resultados anômalos de ouro provenientes de amostras isoladas merecem ser analisadas, brevemente.

A anomalia (RO-56) do igarapé Tucano, afluente do igarapé Salustiano apresentou no concentrado de bateia 5%

de mineral. Também é registrado uma anomalia (MP-16) de 5% no igarapé Babaçu, afluente do igarapé Tucano. Essas drenagens relacionam-se a rochas de Sequência Híbrida do Sub-Grupo Iriri, riolitos da Formação Salustiano e rochas do Granodiorito Jamanxim.

A presença do ouro em percentagem de 5% é constatada também em afluentes da margem direita do rio Tocantins relacionada litologicamente à área de contato do Gabro Ingarana com rochas do Granodiorito Jamanxim.

Como se observa, o ouro está relacionado na área do Projeto, seja primariamente às rochas do embasamento arqueozóico (Grupo Cuiú-Cuiú), seja em outras rochas mais jovens como resultado do "empréstimo" da ocorrência original.

## 8.3 - Compartimentos Estaníferos

### 8.3.1 - Generalidades

Os Compartimentos Estaníferos foram delimitados baseando-se principalmente na distribuição da cassiterita e de seus principais minerais satélites, como topázio e columbita-tantalita, encontrados na análise mineralógica dos concentrados de bateia, bem como na distribuição de estanho e da associação paragenética Nb-Be-Y-B, componentes da "suite" de elementos normalmente presentes nos sedimentos de corrente nas áreas mineralizadas. O controle geológico está evidenciado devido a característica da mineralização estanífera encontrar-se intimamente associada às rochas intrusivas graníticas da Formação Maloquinha. Adicionalmente, o controle estrutural (fraturas de extensão local e regional e margens de granitos) também é um aspecto que deve ser levado em consideração na avaliação das regiões mais promissoras.

À integração das anomalias geoquímicas dos elementos acima relacionados, com a presença dos minerais favoráveis à mineralização de estanho, permitiu demarcar três áreas (ver mapa) principais, muito promissoras, com vistas a mineralização de estanho. Foram localizadas igualmente três áreas menores que foram discriminadas das áreas maiores em nível de background.

### 8.3.2 - Compartimento Estanífero I

Está localizado a nordeste da área do Projeto, abrangendo grande parte da folha SB.21-X-C-III e norte da folha SB.21-X-C-VI. A litologia aflorante compreende principalmente granitos, granófiros e granodioritos subvulcânicos (sob a forma de stocks e batólitos) da Formação Maloquinha, destacando-se os corpos graníticos denominados "Porquinho" e "Teleone", além de rochas da Formação Salustiano (vulcânicas ácidas) da Formação Aruri (constituída de tufos e ignimbritos); acham-se também presentes (em menor distribuição) rochas do Granodiorito Jamanxim.

De toda a área do Projeto, este compartimento é o que possui maior distribuição, tendo grosseiramente a forma da letra C, possuindo uma superfície aproximada de 250 $km^2$. Os valores anômalos tanto em sedimentos de corrente como em concentrados de bateia distribuem-se nos tributários dos rios Negro, Branco e Aruri, formando uma espécie de arco (Mapa Integrado de Anomalias de Estanho e Associados) que contorna sedimentos e tufos da Formação Cubencranquém.

Dentro deste compartimento foram identificadas cinco áreas onde a associação paragenética de elementos e minerais, correlacionada à geologia, permitiram individualizar

áreas promissoras em termos de mineralizações.

- A primeira situa-se no bordo noroeste do batólito granítico "Porquinho", ao longo do igarapé Tucandeira e seus tributários. Abrange um conjunto de seis amostras de sedimentos de corrente e concentrados de bateia. Os sedimentos de corrente apresentam valores anômalos constituindo a "suite" de elementos Nb-Y-Be (Sn), cujos teores mais elevados são: Nb (150 ppm), Y (200 ppm) e Be (10 ppm); nas amostras JV-S-169 e JV-S-170, em apenas um local, foi detectada presença de estanho. Em concentrados de bateia, as amostras JV-B-168 e JV-B-169 apresentaram os seguintes resultados: cassiterita (até 5%), topázio (20-60%) e columbita-tantalita (com valores variando de 20-60% até superior 60%). Vale ressaltar que esta foi uma das duas áreas onde detectou-se columbita-tantalita na análise mineralógica do concentrado de bateia.

- Uma outra região anômala localiza-se na parte sudeste da intrusão granítica Porquinho, em bacias de captação dos tributários dos igarapés Caboclo e Torto, afluentes dos rios Branco e Aruri respectivamente, totalizando seis amostras anômalas de sedimentos de corrente e concentrado de bateia. Aparece bem definido o agrupamento Sn-Nb-Y-Be, com os valores de Sn variando até 20 ppm, Nb (10 a 100 ppm), Be (1 a 20 ppm) e Y (15 a 100 ppm). Foi registrado o valor 160 ppm de As na amostra JV-S-87.

Expressivos valores de cassiterita (de <5 a 60%), topázio (20-60%), columbita-tantalita (20-60%) e xenotímio (20-60%), detectados nas amostras JV-B-83, JV-B-84 e JV-B-85 caracterizaram a região no tocante a concentrados de bateia.

- Concentrações anômalas em sedimentos de corrente e concentrados de bateia foram detectadas nos igarapés Asa Branca e Socó, afluentes do rio Negro. Na geologia da região

destacam-se efusivas da Formação Salustiano, sedimentos da Formação Cubencranquém e um pequeno stock granítico alaskítico da Formação Maloquinha. É provável que todo estanho que aparece nas diversas unidades litológicas seja oriundo deste corpo granítico (mineralizado).

Significativos teores de elementos da paragênese Sn-Nb-Y e (Be) foram discriminados nas amostras de sedimentos de corrente. Nesta área foram registradas as seguintes variações máximas: para o Sn (100 ppm) e para o Nb (200 ppm), nas amostras JV-B-132 e JV-B-133. O elemento Y variou de 150 a 300 ppm, tendo o Be valores apenas discretos (variação de até 15 ppm).

Foi registrado no concentrado de bateia pequena concentração de cassiterita (até 5%) e topázio (20-60% a maior de 60%).

- Um outro alto anômalo, situa-se às proximidades do granito intrusivo "Telefone", comportando partes das bacias dos igarapés Aranha, Molongó e Pitu, todos afluentes do rio Branco. Três amostras apresentaram discretos valores de estanho e cassiterita. A geologia do local compreende também rochas do Granodiorito Jamanxim e da Formação Salustiano. Cassiterita e topázio apresentaram valores de até 5% (em concentrado de bateia), enquanto o estanho e o nióbio mostraram teor de 10 ppm.

- Também foi registrada a presença de razoáveis teores de Sn/Cassiterita em sete amostras, nos igarapés Sapucaia, Tatajuba, Jatobá e Peteca afluentes do rio Branco. As estações com resultados anômalos estão situadas em litologias da Formação Salustiano, dos granitos alaskíticos da Formação Maloquinha e da Formação Cubencranquém. Foram registradas as variações anômalas nos sedimentos de corrente para os seguintes ele

mentos: Sn (-10 a 100 ppm), Nb (10 a 15 ppm), Y (10 a 30 ppm), Be (-1 a 2 ppm) e B (-10 a 10 ppm). No tocante a concentrado de bateia foram assinalados os seguintes minerais: cassiterita, topázio e turmalina (variando até 5%).

### 8.3.3 - Compartimento Estanífero II

Está localizado a noroeste da área do Projeto, (Mapa Integrado de Anomalias de Estanho e Associados) abrangendo parte das folhas SB.21-X-C-I e SB.21-X-C-IV. É limitado a norte-nordeste pela BR-230 e ao sul pelo rio Rato.

A litologia encontrada refere-se às rochas do Granito Mangabal, Quartzo-Monzonito Santa Helena, Granodiorito Jamanxim, Grupo Cuiú-Cuiú e alguns corpos graníticos alaskíticos pertencentes à Formação Maloquinha. Conforme foi discutido anteriormente, acredita-se que a fonte principal de estanho seja proveniente desta última unidade litológica. Admite-se também que algumas ocorrências de cassiterita que drenam rochas do Grupo Cuiú-Cuiú (na folha SB.21-X-C-IV) estejam relacionadas a dois corpos alaskíticos, drenados pelos igarapés Lontra e Isaac, ambos afluentes do rio Rato. Neste compartimento são distintas três áreas favoráveis à mineralização de estanho.

A primeira está localizada na zona de influência do garimpo Botica em igarapé do mesmo nome. A geologia do local corresponde às rochas do Quartzo-Monzonito Santa Helena e a um corpo alaskítico da Formação Maloquinha.

Foram observados os teores máximos para os seguintes elementos: Sn (200 ppm) na amostra AA-S-004, Nb (150 ppm) nas amostras AA-S-004, AA-S-005 e AA-S-007. Em relação à concentrados de bateia ressaltam-se teores de cassiterita entre 20-60% nas amostras AA-B-58, AA-B-82 e AA-B-87 e topázio

até 5% nas amostras AS-B-83, AS-B-87, AS-B-88 e AS-B-97.

A segunda área é caracterizada pela associação geoquímica dos elementos Nb e Sn (AA-21 e AA-32) nos sedimentos de corrente e cassiterita nos concentrados de bateia no igarapé Coqueiro, (afluente esquerdo do igarapé Botica) - folha SB.21-X-C-I. As observações referentes à geologia da área anterior são válidas também para a presente anomalia, acrescidas do fato de que este local está mais próximo de um plutonito da Formação Maloquinha, no que se supõe ser a fonte da cassiterita. São registrados valores da ordem de 150 ppm para Nb em sedimentos de corrente, enquanto que concentrados de bateia (AA-B-021 e AS-B-097) mostraram valores de 5% de cassiterita e topázio.

A terceira área está localizada ao norte da Área II, entre a BR-230 e o rio Tapajós - Folha SB.21-X-C-I.

A geologia da região compreende rochas do Granito Mangabal, Granodiorito Jamanxim, granitos alaskíticos da Formação Maloquinha e rochas do Grupo Cuiú-Cuiú. Foi evidenciada a associação Sn-Nb em sedimentos de corrente e cassiterita e topázio em concentrados de bateia. Foram assinalados teores de Sn variando até 20 ppm e Nb até 100 ppm. No tocante a concentrado de bateia detectou-se cassiterita e topázio em concentrações de 5% nas amostras MP-B-63, MP-B-77, MP-B-79, MP-B-80 e MP-B-88.

### 8.3.4 - Compartimento Aurífero III

Está localizado na área central do Projeto abrangendo as folhas SB.21-X-C-II e SB.21-X-C-V.

A geologia da região inclui fundamentalmente as rochas do Granodiorito Jamanxim e sofre evidente influência de rochas da Formação Maloquinha. O limite norte compreende o rio

Jamanxim enquanto ao sul é limitado pela confluência dos igarapés Cedro e Salustiano. Esta área pertence à bacia de drenagem do rio Tocantins, tributário do rio Jamanxim.

Observou-se que um conjunto significativo de amostras (WP-B-185, WP-B-214, WP-B-218, WP-B-223, MS-B-26, JR-B-18 e JR-B-19), situadas em tributários do rio Tocantins, apresentaram teor de até 5% de cassiterita. Assinala-se que nesta área a paragênese Sn-Nb-Y-Be não foi devidamente constatada, entretanto um estudo mais detalhado poderá revelar as suas verdadeiras potencialidades.

### 8.3.5 - Outras Ocorrências

Foram destacadas as áreas, que embora sem grande distribuição superficial, possuem até certo ponto, expressivas concentrações de estanho, tanto na forma elementar como em minerais. Outras áreas por apresentarem valores pontuais e geologia desfavorável não foram individualizadas, sendo, no entanto, assinaladas no mapa.

#### Ocorrências na Folha SB.21-X-C-II

Na porção centro-norte da folha SB.21-X-C-II, encontram-se diversas ocorrências de cassiterita e, subordinadamente topázio revelados em concentradc de bateia, além de alguns valores dos elementos Nb e Be atestados nos sedimentos de corrente. A geologia aflorante corresponde às rochas do Granodiorito Jamanxim e secundariamente às rochas da Formação Maloquinha. A região é drenada pelo rio Jamanxinzinho e seus tributários, onde resultados de sedimentos de corrente registraram valores de Nb (até 20 ppm) e de Be (até 1 ppm). Quanto aos concentrados de bateia os valores mais elevados de cassiterita

atingiram 5% nas amostras WP-B-23 e WP-B-25.

Ainda que os valores apresentados pelas amostras de concentrados de bateia e sedimentos de corrente sejam discretos, é possível que o corpo intrusivo da Formação Maloquinha (tido como fonte primária) não esteja suficientemente próximo para que os resultados assim obtidos se apresentassem mais expressivos. Por outro lado a associação W-Mo nos sedimentos de corrente, drenando o Granodiorito Jamanxim pode também sugerir a presença de greisens, veios de quartzo, ou "stockworks".

Ocorrências na Folha SB.21-X-C-V

Localiza-se na folha SB.21-X-C-V nos afluentes do igarapé Maene Farias em região próxima ao garimpo de Au Cuiú-Cuiú. O substrato rochoso é constituído de rochas do Grupo Cuiú-Cuiú. Sedimentos de corrente apresentam valores anômalos de Sn até 50 ppm e de Itrio até 200 ppm destacando-se a amostra RO-S-131. Foram registrados cassiterita e topázio até 5% nas amostras RO-B-105 e RO-B-114.

Os resultados analíticos dos elementos e minerais principais encontrados nos sedimentos de corrente e de concentrado de bateia são apenas discretos, e a ausência dos "stocks" alaskíticos da Formação Maloquinha limitam a potencialidade da área. Entretanto, é provável a existência de pelo menos apófises graníticos não mapeáveis na escala de trabalho.

Ocorrências na Folha SB.21-X-C-VI

Localiza-se na porção centro-oeste da folha SB.21-X-C-VI, onde a paragênese Nb-Be (Pb) foi constatada na bacia de captação do igarapé Zingara, drenando corpo granítico da Formação Maloquinha. Foram assinalados teores em sedimentos de corrente de até 150 ppm para Nb, 50 ppm para Be e 85 ppm para

chumbo nas amostras JN-S-29, JN-S-32, JN-S-34, JN-S-35, JN-S-36, JN-S-38 e JN-S-39. No tocante a concentrado de bateia, expressivos teores de topázio (de 20-60% e acima de 60%), de monazita e leucoxenio foram detectados em todas as amostras de concentrados de bateia. Outras amostras: JN-S-29, JN-S-32, JN-S-34, JN-S-35, JN-S-36, JN-S-38 e JN-S-39, revelaram teores anômalos tanto em sedimentos de corrente quanto em concentrados de bateia.

Apesar de nesta área não ter sido detectado estanho tanto na sua forma elementar quanto na de mineral, as associações presentes nos sedimentos de corrente e concentrado de bateia bem como o condicionamento geológico e estrutural, favorecem a concentração estanífera.

# 9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

## 9.1 - Conclusões

O estudo interpretativo dos resultados geoquímicos em sedimentos de corrente e concentrados de bateia permitiu estabelecer para a área do Projeto Jamanxim dados que, à luz de outras observações geológicas (litoestratigráfica, estrutural, etc.), podem, em conjunto, criar condições de reunir subsídios para conclusões a respeito de depósitos metalíferos. Podendo, portanto, afirmar-se que os objetivos a que se propunha o estudo geoquímico foram plenamente alcançados, revelando excelentes resultados para alguns bens minerais, mormente ouro e estanho.

Os parâmetros estatísticos tiveram grande importância no trato dos dados obtidos, levando a estabelecer o comportamento e a distribuição geoquímica dos elementos na área considerada, bem como separar regiões favoráveis a prováveis mineralizações.

No que se refere à distribuição de elementos no Grupo Cuiú-Cuiú (unidade mais antiga da área de estudo), observa-se que o ouro apresenta-se em quase todas faixas aluvionares, onde se distribui as rochas dessa unidade litoestratigráfica. As amostras analisadas por absorção atômica dos concentrados de bateia revelaram os teores mais elevados de Au em relação às demais unidades investigadas, alguns alcançando valores superiores a 100 ppm. A sua presença também foi constatada através de análise mineralógica. Os estudos petroquímicos realizados (volume I-A deste Projeto), indicaram uma possível origem básica para as rochas do Grupo Cuiú-Cuiú, sendo o ouro remobilizado e concentrado em filões e, depois removido, trans

portado e depositado nos atuais aluviões.

A espectrografia de absorção atômica realizada em 135 amostras de concentrados de bateia, revelou presença de ouro alcançando valores desde 0.05 ppm até mais de 100 ppm (em seis amostras). Em algumas amostras foi detectado ouro através de análise mineralógica.

Foi também observada nas rochas do Grupo Cuiú-Cuiú a presença das associações Zn-Cu-V-Co e Ni-Ca-Co, corroborando a afirmação de que essas rochas refletem litologias originalmente básicas e/ou ultrabásicas.

As associações Ni-V-Sc-Co e Pb-Zn-Cu-Be-B, presentes no Granodiorito Jamanxim, revelaram a presença de rochas de comportamentos respectivamente máfico e ácido. Para a primeira associação, (principalmente o Ni) é admitida como proveniente do manto ou de rochas básicas constituintes da crosta; ou mesmo a fusão dos anfibolitos do Grupo Cuiú-Cuiú poderia ter contribuído nesta associação. A presença de B e Be na segunda associação é indicativa de estágio final de cristalização magmática das rochas granodioríticas.

No Granito Mangabal, a associação La-Ba-Pb foi a predominante. A relação entre Pb e La é admitida como fazendo parte das últimas fases da cristalização magmática. Quanto ao Ba, pode ser considerado como de atividade hidrotermal ou de manifestações alcalinas nesta unidade.

As associações Cu-Pb-Zn-La-V-Sc-Co e Ni-Nb-Y-V-Sc foram reveladas nos sedimentos ativos de corrente no Quartzo-Monzonito Santa Helena. A presença de metais como níquel, cobalto e vanádio, sugere a participação (pelo menos parcial) de rochas de caráter básico na formação do Quartzo-Monzonito Santa Helena.

Quanto às associações de elementos presentes no

Grupo Uatumã encontram-se relacionados ao estanho em quase todas as populações-alvo. Entretanto, é a Formação Maloquinha formada de biotita-granito, alaskitos, granodioritos subvulcânicos, granófiros, onde praticamente estão concentradas as relações estaníferas mais prováveis da área do Projeto. A paragênese cassiterita + topázio + turmalina foi constatada em diversas áreas, notadamente nas regiões das serras Porquinho e Boa Esperança, bacia do igarapé Botica e parte da bacia do igarapé Salustiano. As associações Pb-Zn-B-Nb-Y-Be e Cu-Ni-Co-V são típicas das populações-alvo Sub-Grupo Carapuça Total (que envolve a Formação Maloquinha e Intrusivas Intermediárias).

As associações Zn-Co-Sc-V e Nb-Be-Y-Sc presentes na Formação Salustiano da população-alvo Sub-Grupo Iriri Total (Grupo Uatumã), revelam no primeiro caso, ascendência intermediária, enquanto no segundo, sugere a presença de mágma ácido com agrupamento metálico. Embora a presença de Nb e Be seja característica de atividades pneumatolíticas favoráveis à concentração de cassiterita, acredita-se que o estanho aí revelado é de natureza secundária e proveniente de corpos intrusivos da Formação Maloquinha, situados às proximidades. E o mesmo fato é igualmente explicado na associação Sn-Cu-Zn-B-La, comum à Formação Aruri.

Na área do Projeto Jamanxim, mais de 120 igarapés revelaram a presença de cassiterita através de análise mineralógica em concentrado de bateia, onde os teores variam de 5% até mais de 60% de $SnO_2$. Na serra Boa Esperança os teores de cassiterita alcançam 16 $kg/m^3$.

Análise espectrográfica em sedimentos de corrente constatou presença de Sn, a partir de resultados considerados anômalos (desde 10 até 200 ppm) em cerca de 85 amostras, relacionadas direta ou indiretamente aos corpos intrusivos da

Formação Maloquinha.

A interpretação dos resultados obtidos a partir da prospecção geoquímica em consonância com distribuição dos corpos intrusivos (estaníferos) do Grupo Uatumã, permite concluir que a província estanífera da região estende-se para leste, sul, sudeste e nordeste da área do Projeto Jamanxim.

Foram analisados e separados diversos compartimentos estaníferos, dos quais três são os mais importantes, situando-se o primeiro no interflúvio rios Aruri/Branco (compreendendo os Granitos Porquinho e Telefone), o segundo na região da folha SB.21-X-C-V, envolvendo tributários do rio Tocantins e Jamanxim e o terceiro comportando a bacia do igarapé Botica (com afluentes que atravessam granitos alaskíticos da Formação Maloquinha).

Quanto à Formação Gorotire, foi verificada a presença das associações Pb-Zn-Ba-V-Nb e Ni-Co-La-Cu-Y, o que pode sugerir uma ascendência básica ou ultrabásica, fato que leva a admitir que a fonte desses sedimentos estaria relacionada às rochas anfibolíticas do Grupo Cuiú-Cuiú.

Também as associações Pb-Y-Sc-Nb e Ni-Cr, presentes nas rochas sedimentares da Formação Cubencranquém, parecem não revelar presença de mineralizações e sim demonstrar contribuição de rochas ácidas e ultrabásicas, relacionadas, respectivamente, ao Grupo Uatumã e Grupo Cuiú-Cuiú e Granodiorito Jamanxim.

Nas 867 amostras de sedimentos de corrente, o nióbio foi detectado em 732, variando desde 10 ppm a 200 ppm e "background" de 19 e assinaladas 27 anomalias (destas, 22 estão relacionadas aos corpos intrusivos da Formação Maloquinha). Verificou-se que o nióbio, no presente caso, pode ser empregado como rastreador de intrusões ácidas. Os valores mais

expressivos estão relacionados ao "Granito Porquinho", em zona de contato com efusivas piroclásticas, alcançando 200 ppm.

O tungstênio revelou resultados considerados anômalos às cercanias de contato do Granodiorito Jamanxim com outras unidades litológicas, no âmbito da folha SB.21-X-C-II. Três amostras apresentaram valores entre 50 ppm e 200 ppm.

O molibdênio foi detectado em análises de sedimento de corrente em 27 amostras situadas no âmbito de distribuição do Granodiorito Jamanxim; 22 dessas amostras tiveram valores anômalos entre 5 a 10 ppm.

A prata apresentou oscilação NO,5 a 1,0 ppm, com 10 valores definidos e grau de detecção de 1,16% dos quais cinco valores são relacionados às efusivas do Sub-Grupo Iriri.

Outros elementos e seus minerais foram detectados, mas devido as suas distribuições nas unidades litológicas estudadas apresentarem-se pouco significativas, não merecem comentários mais extensos.

## 9.2 - Recomendações

Os resultados de prospecção geoquímica e aluvionar, integrados com o conhecimento geológico regional, permitiram delimitar segmentos da área do Projeto Jamanxim merecedoras de trabalhos de prospecção geológica-geoquímica em escala de maior detalhe, especialmente para estanho e ouro.

Tais segmentos, aqui denominados de Compartimentos Geoquímico-Mineralógicos, são a seguir resumidamente descritos assim como é recomendado um trabalho de verificação em área anômala de tungstênio.

### Compartimento Estanífero I

A paisagem geoquímica apresentada neste Comparti

mento demonstra grande potencialidade devido aos altos geoquí micos-mineralógicos presentes. Os valores anômalos detectados tanto em sedimentos de corrente como em concentrados de ba teia, relacionam-se especialmente aos plutonitos intrusivos da Formação Maloquinha. A presença de columbita-tantalita pode se constituir em uma indicação favorável a mineralização de cassi terita em condições econômicas.

Destaca-se neste compartimento o alto geoquímico -mineralógico no bordo norte do batólito granítico "Porqui nho", ao longo do igarapé Tucadeira e seus tributários. Os se dimentos de corrente apresentaram valores anômalos Nb-Y-Be (Sn) cujos teores mais elevados são Nb (150 ppm), Y (200 ppm) e Be (10 ppm) sendo verificada a presença de cassiterita (até 5%), topázio (20 - 60%) e columbita-tantalita (20 - 60%). Com características semelhantes destaca-se um alto a sudeste da in trusão granítica Porquinho. Outro alto interessante situa-se nas proximidades do granito intrusivo Telefone, comportando áreas drenadas por afluentes do rio Branco.

A geologia do local compreende rochas da Forma ção Maloquinha, do Granodiorito Jamanxim e da Formação Salus tiano.

Os expressivos teores verificados pelos elemen tos correspondentes de paragênese estanífera Nb-Ta-Be e Y, co mo também a presença de topázio, corrobora a potencialidade da área.

Trata-se portanto de uma área de grande poten cial estanífero, sendo recomendado estudos geológico-geoquímicos de maior detalhe. Sugere-se que seja efetuado um programa de pesquisa com mapeamento geológico em escala 1:25.000 em todo o compartimento com amostragem sistemática de concentrado de ba teia com uma relação de uma amostra/3 $km^2$, acompanhado de amos tragem de rocha e solo.

## Compartimento Estanífero II

O Compartimento Estanífero II apresentou altos geoquímicos de grande interesse na prospecção de estanho.

O primeiro alto corresponde ao garimpo Botica (atualmente inativo). Os afluentes da margem esquerda do igarapé Botica apresentaram resultados mais elevados em relação à cassiterita (a partir de concentrados de bateia) enquanto que os da margem direita revelaram altos valores de Nb e Sn em sedimentos de corrente. Em se tratando de uma área com presença de garimpo, torna-se necessário uma melhor avaliação geoquímica através da prospecção detalhada.

O segundo alto geoquímico localiza-se a montante do garimpo Botica cuja drenagem principal pertence ao igarapé Coqueiro. Esta área se assemelha em associações e litologias com aquelas encontradas no garimpo Botica.

Um outro alto geoquímico-mineralógico, localiza-se ao norte do compartimento, entre a BR-230 e o rio Tapajós. A geologia compreende rochas do Granito Mangabal, Granodiorito Jamanxim, granitos alaskíticos da Formação Maloquinha e rochas do Grupo Cuiú-Cuiú. Foram assinalados valores de Sn de até 20 ppm e Nb de até 100 ppm. No tocante a concentrados de bateia foi detectado cassiterita e topázio em concentrações de até 5%.

Sugere-se também para este compartimento o mesmo procedimento recomendado para o anterior para uma avaliação do potencial real da área.

## Compartimento Estanífero III

Está localizado na área central do Projeto abrangendo partes das folhas SB.21-X-C-II e SB.21-X-C-V.

O limite norte compreende o rio Jamanxim enquan

to ao sul é limitado pela confluência dos igarapés Cedro e Salustiano.

Esta área pertence à bacia de drenagem do rio Tocantins, tributário do rio Jamanxim. Foi constatado até 5% de cassiterita em algumas estações embora não tenha sido verificado a paragênese Sn-Nb-Y-Be. A geologia da região inclui fundamentalmente rochas do Granodiorito Jamanxim e evidente influência de rochas da Formação Maloquinha.

Dentre os compartimentos estaníferos determinados, este se configura de interesse relativamente secundário.

Mesmo assim é recomendável para este compartimento um programa específico para estanho com mapeamento geológico 1:25.000 com amostragem sistemática de concentrado de bateia 1 am/5 $km^2$ com amostras de rocha e solo.

Compartimento Aurífero I

Este compartimento compreende toda a parte oeste da área, correspondente às bacias dos rios Rato e Bom Jardim e parte do rio Crepori.

A área integra rochas do embasamento cristalino constituído principalmente pelo Grupo Cuiú-Cuiú, Granodiorito Jamanxim e Quartzo-Monzonito Santa Helena.

Um dos altos auríferos mais importantes localiza-se na porção oeste da Folha SB.21-X-C-IV. É constituído por terrenos pertencentes a rochas do Grupo Cuiú-Cuiú, apresentando valores de ouro em concentrados de bateia superior a 100 ppm.

Outro alto de igual importância refere-se a uma área que abrange especialmente a bacia de captação do igarapé Lontra, afluente esquerdo do rio Rato na parte oeste da área

do Projeto, achando-se constituído por rochas do Grupo Cuiú-Cuiú.

O terceiro alto aurífero refere-se à porção norte do compartimento, abrangendo as bacias de captação do igarapé Botica e Terra Preta, à margem direita do rio Tapajós e do igarapé dos Patos, à sua margem esquerda. A geologia da área corresponde às rochas do Granito Mangabal, da Formação Maloquinha e do Grupo Cuiú-Cuiú.

Todo o compartimento merece estudos geológicos de maior detalhe (mapeamento de 1:25.000) e amostragem sistemática de concentrados de bateia com análise mineralógica e absorção atômica para ouro.

Compartimento Aurífero II

Este compartimento localiza-se na parte leste da área do Projeto, a sudeste do "stock" granítico Porquinho, ao longo dos rios Carapuça e Aruri. A geologia do local é constituída de rochas do Sub-Grupo Iriri (vulcânicas e piroclásticas) e do Sub-Grupo Carapuça (intrusivas ácidas). A área foi definida observando-se os resultados obtidos principalmente em seis estações anômalas, tendo sido observado, de modo amplo, uma conspícua associação de ouro, arsênio e pirita.

Neste local, observa-se que o ouro e seus associados apresentaram na área em questão, resultados bem significativos, embora a região esteja situada em unidades litoestratigráficas, à primeira vista incompatíveis com o aspecto genético exposto no Projeto. Entretanto, a concentração aurífera nesta população pode estar relacionada geneticamente ao "ouro emprestado".

Deste modo, recomenda-se para esta área um trabalho visando um levantamento geológico e geoquímico de maior de

talhe.

Compartimento Aurífero III

Este compartimento está situado na parte sudeste da área do Projeto numa porção areal abrangendo parte do rio Jamanxim e alguns afluentes de pequeno porte. Geologicamente a área relaciona-se a faixas aluvionares que drenam rochas do Sub-Grupo Iriri, Quartzo-Monzonito Santa Helena e secundariamente do Granodiorito Jamanxim.

A área foi definida baseada nos resultados de absorção atômica para ouro e concentrado de bateia, onde apresenta valor de até 40 ppm.

Apesar do ouro encontrar-se nas faixas aluvionares de litologias esboçadas acima, é provável que em última instância esta ocorrência esteja ligada a núcleos básicos pré-existentes, especialmente no Granodiorito Jamanxim e Quartzo-Monzonito Santa Helena.

Para este compartimento sugere-se trabalhos semelhantes aos recomendados para os compartimentos anteriores.

Anomalia de Tungstênio

Além dos compartimentos acima recomendados, merece menção especial uma área ao norte da folha SB.21-X-C-II. Aí, os valores apresentados pelas amostras de sedimentos de corrente para tungstênio: WP-S-003 (200 ppm), WP-S-004 (100 ppm) e WP-S-008 (50 ppm), todas sob influência quer do Granodiorito Jamanxim, quer de rochas vulcânicas do Grupo Uatumã como riolitos, riodacitos e tufos ácidos, sugerem a necessidade de estudos adicionais nesta área, a fim de se verificar a origem destes valores anômalos. Por outro lado, sabe-se que, localmen

te, é frequente a presença de feições estruturais que tornam a área suscetível a metamorfismo de contato, de grande importância na formação de depósitos de tungstênio.

## 10 - BIBLIOGRAFIA


ALMARAZ, J. S. et alii - Ocorrências auríferas da área do médio Tapajós, PA - Brasil, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29. Ouro Preto, Soc. Bras. de Geol. 1976 p. 294-296.

BRASIL, Ministério do Interior SUDAM - Pesquisa mineral no Tapajós/Jamanxim; relatório preliminar. Belém A.P.C., divisão de documentação, 1972, 172 p. il.

BOYLE, R. W. - Elemental associations in mineral deposits and indicator elements of interesting geochemical prospection (revised) - Geological Survey of Canada - Departament of Energy, Mines and Resources - Ottawa - paper 74 - 75, 1974, 40 p.

CARPENTER, R. H., et alii - Stream sediments geochemical studies in Northwest Tennesse and Cast Tennesse e - State of Tennesse, Departament of Conservation - Division of Geology, 1971, 31 p.

CHAPMAN, R. P., - Limitations of correlation and regression analysis in geochemical exploration - Inst. Mining and Metallurgy Trans., vol. 69, nov 1976 p-B279 - B283.

CHAYES, F. - On correlation between variables of constant sum. Journ Geophys Research, v. 65, no. 12, 1960, p. 4185-4193.

EBENS, R. J. et alii - Curso de geoquímica, relatório integrado - Rio de Janeiro, convênio MME-USAID, 1975 (relatório inédito).

GOLDSHMIDT, V. M. - Geochemistry. Oxford, Claredonn 1954, 730 p.





Mod. 002

NE 7530.0210.0343

LIBERATORE, G. et alii - Projeto Aripuanã-Sucunduri, relatório final In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. convênio DNPM/CPRM. Belém relatório inédito/S. ident./1972 8v. il.

KÖPPEN, W. - Climatologia - Trad. de Pedro Perez México, Fundo de Cultura Econômica, 1948.

MENDONZA, V. et alii - Evolucion geoquímica de rocas graníticas de la Guayana Venezolana 1975 16 p. il.

MIESCH et alii - Geochemical survey of Missouri - Methods of sampling, laboratory analysis, and statistical reduction of data - Geological Survey Professional paper 954-A, 1976 39p.

PARK and FLEISCH - Geochemistry of niobium and tantalum: U.S. Geol. Survey Prof. paper 611, 1968 43 p.

PESSOA, M. R. et alii - Projeto Jamanxim, relatório final Brasil Ministério das Minas e Energia-DNPM-CPRM. relatório inédito, Manaus, 1977, 9v.

SILVA, G. G. et alii - Geologia da Folha SB.22 - Araguaia e parte da folha SC-22 - Tocantins. In: BRASIL Departamento Nacional da Produção Mineral Projeto RADAM Folha SB-22 Araguaia e parte da folha SC.22 - Tocantins Rio de Janeiro, 1974 (Levantamento de Recursos Naturais, 4).

VENTURA, M. S. et alii - Garimpagem de ouro na região do Tapajós. convênio DNPM/FAG. In: BRASIL DNPM 5º Distrito, relatório inédito, 1973, 130 p. il.



Mod. 002

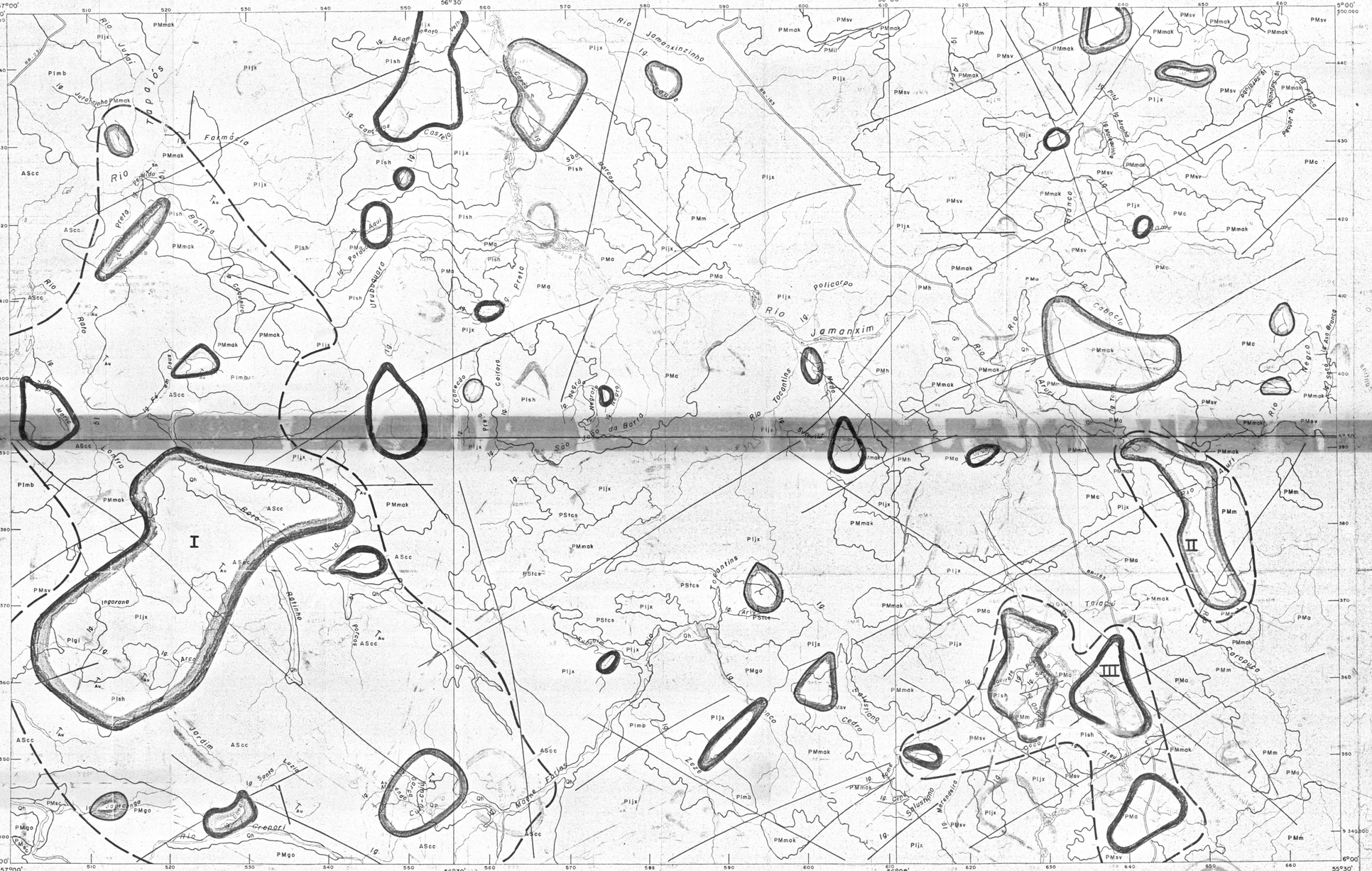
NE 7530.0210.0343

CPRM

# ANEXOS

JAMANXIM
SB-21-X-C

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL


Rio Jamanxim
Rio Tapajós
Rio Tocantins
Rio Crepori
Rio Caburaco
Rio Negro
Rio Preto
Rio Raio
Rio Jutaí
Rio Aruri
Rio Caboclo
Rio Cobra
Rio Arco
Rio Cedro
Rio Coropuna
Rio Jardim
Rio Ratinho
Rio Barro
Rio Jamanxinzinho
Rio Policarpo
Rio Cuiú-Cuiú
Rio Morena Farias
Rio Jacundá
Rio Jatobazinho
Rio Fakmásia
Rio Urubaquara
Rio Tatajuba
Rio Tracajá
Rio Bonito
Rio Pedra Branca
Rio Pedra Preta
Rio Pedra Azul
Rio Pedra Queimada
Rio Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Cobra
Rio Pedra Cabeça
Rio Pedra Caburaco
Rio Pedra Negro
Rio Pedra Jacundá
Rio Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Fakmásia
Rio Pedra Urubaquara
Rio Pedra Tatajuba
Rio Pedra Tracajá
Rio Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Bonito
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Branca
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Preta
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Azul
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Queimada
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Santa Luzia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cobra
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Cabeça
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Caburaco
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Negro
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jacundá
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Jatobazinho
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Fakmásia
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Urubaquara
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tatajuba
Rio Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Pedra Tracajá
Rio Pedra

LINHA DE CORTE

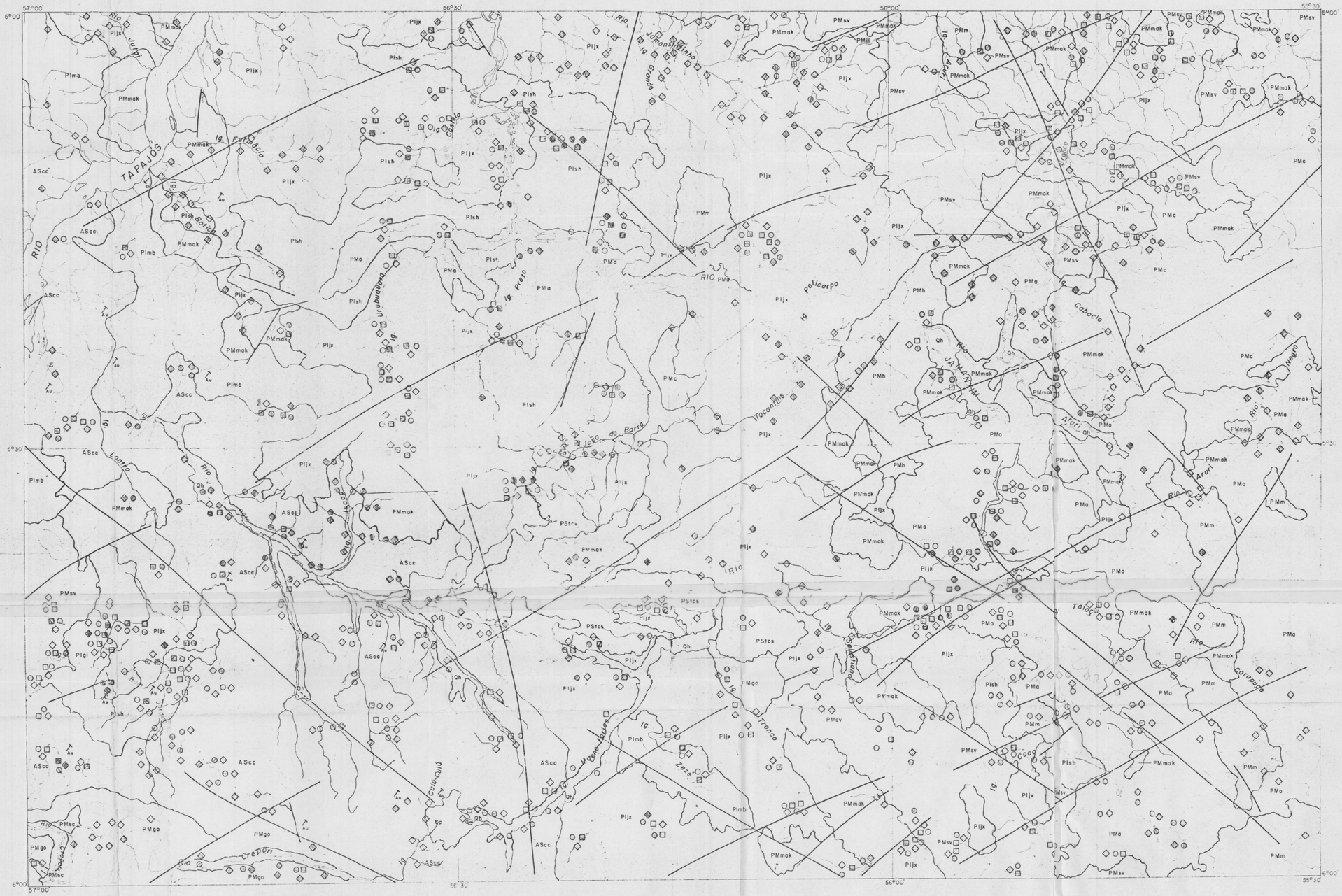
JAMANXIM
SB-21-X-C

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇAO MINERAL

57°00'
56°30'
56°00'
55°30'
5°00'
5°30'
6°00'
RIO TAPAJÓS
Rio Jamanxinzinho
Rio Grande
Rio Preto
Rio Jatobá
Rio Pitá
Rio Tocantins
Rio Cupari
Rio Tracuateua
Rio Arari
Rio Jamanxim
Rio Pucuruí
Rio Tracuateua
Rio Cedro
Rio Jacaré
Rio Pucuruí
Rio Tracuateua
Rio Arari
Rio Jamanxim

JAMANXIM
SB-21-X-C

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇAO MINERAL




## CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

### QUATERNÁRIO

ALUVIÕES HOLOCÊNICOS — Qh — Argilas, areias e cascalhos

ALUVIÕES PLEISTOCÊNICOS — Qp — Areias e cascalhos semiconsolidados

### PROTEROZÓICO SUPERIOR

TROCTOLITO CACHOEIRA SECA — PStcs — Troctolito, gabro e diorito

### PROTEROZÓICO MÉDIO

SILL CREPORI — PMsc — Olivina-diabásio

FORMAÇÃO CUBENCRANQUEM — PMc — Arcóseo, siltito, tufo cinerítico e conglomerados.

FORMAÇÃO GOROTIRE — PMgo — Arenito ortoquartzítico, arcóseo, siltito e arenito argiloso.

GRUPO UATUMÃ

SUB-GRUPO CARAPUÇA

INTRUSIVAS INTERMEDIÁRIAS — PMii — Fenoandesitos, monzonito e diorito.

FORMAÇÃO MALOQUINHA — PMmak — Alaskito

FORMAÇÃO MALOQUINHA — PMm — Biotita granito, riolito pórfiro, granodiorito, granito sódico.

SUB-GRUPO IRIRI

SEQUÊNCIA HÍBRIDA — PMh — Tufos híbridos, arenitos líticos e arcoseanos.

FORMAÇÃO SALUSTIANO — PMsv — Riolitos, riodacitos e dacitos.

FORMAÇÃO ARURI — PMa — Tufos cristalinos ácidos e intermediários, ignimbritos riolíticos.

### PROTEROZÓICO INFERIOR

GABRO INGARANA — PIgi — Olivina-gabro e metabasitos.

QUARTZO-MONZONITO STA. HELENA — PIsh — Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito

GRANITO MANGABAL — PImb — Biotita-granito e hornblenda-biotita-granito.

GRANODIORITO JAMANXIM — PIjx — Adamelitos e tonalitos.

### ARQUEOZÓICO SUPERIOR

GRUPO CUIÚ-CUIÚ — ASco — Migmatitos, gnaisses e anfibolitos.

- Contato aproximado
- Falha indiscriminada
- Falha encoberta
- Au — Garimpo de ouro em atividade
- Sn — Garimpo de estanho paralisado

## CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Drenagem principal e secundária

## LEGENDA

COBRE

| (ppm) | |
|---|---|
| < 5 | |
| 5 - 8 | |
| 8 - 18 | |
| 18 - 35 | |

605

0 50 100 150 200 250

FREQUÊNCIA (Nº de valores)

CHUMBO

| (ppm) | |
|---|---|
| < 5 | |
| 5 - 12 | |
| 12 - 38 | |
| 38 - 85 | |

439

0 50 100 150 200 250

FREQUÊNCIA (Nº de valores)

ZINCO

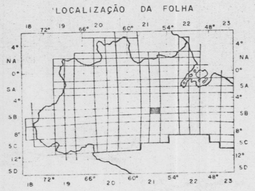
| (ppm) | |
|---|---|
| < 5 | |
| 5 - 12 | |
| 12 - 56 | |
| 56 - 200 | |

0 100 200 300 400 500 550

FREQUÊNCIA (Nº de valores)

Base planimétrica executada pela CPRM, a partir de fotografias aéreas na escala 1:70.000 tomadas pelo PROSPEC S/A - 1965 e ampliações de mosaicos semicontrolados de imagem de radar para a escala 1:250.000, através de negativos originais na escala 1:400.000 obtidos pela LASA S/A em 1972 para o DNPM. (PROJETO RADAM).

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



# PROJETO JAMANXIM

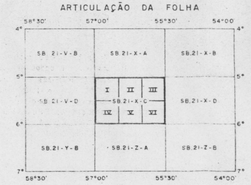
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE COBRE, CHUMBO E ZINCO EM SEDIMENTOS DE CORRENTE INTEGRADO COM A GEOLOGIA

ESCALA 1:250.000

25Km 0 5 10 15Km

1977

ARTICULAÇÃO DA FOLHA




CONVÊNIO DNPM / CPRM

Mapa geológico elaborado a partir de foto-interpretação e dados de campo, utilizando-se imagens radargramétricas semicontroladas, em escalas 1:250.000 e 1:100.000, e coberturas fotográficos na escala 1:70.000. Preparado pelos geólogos do PROJETO JAMANXIM da SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MANAUS, 1976.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA NO CENTRO DA FOLHA EM JANEIRO DE 1977

PROJETO JAMANXIM

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE COBRE, CHUMBO E ZINCO

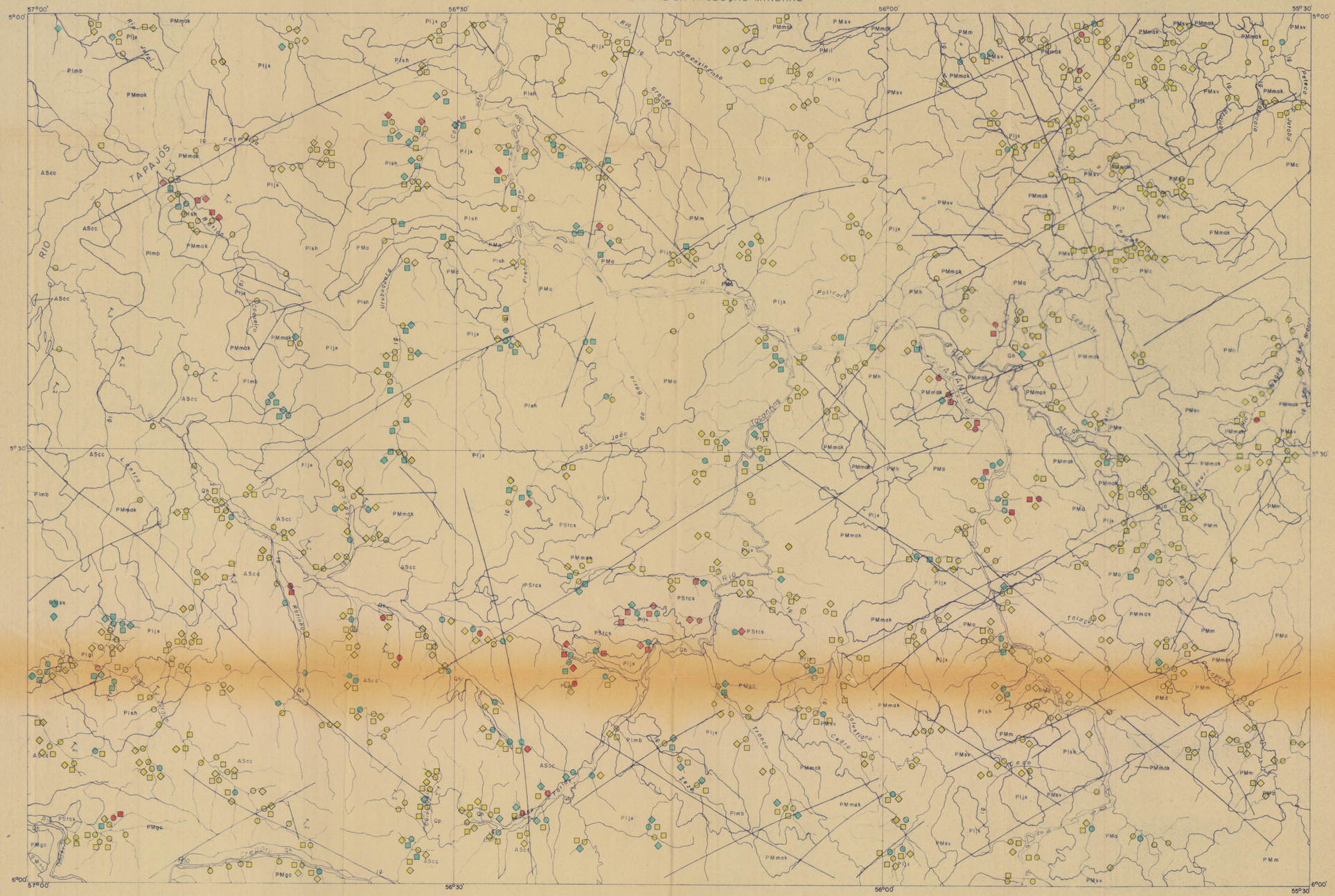
SB - 21 - X - C

ESCALA 1:250.000

ANEXO V

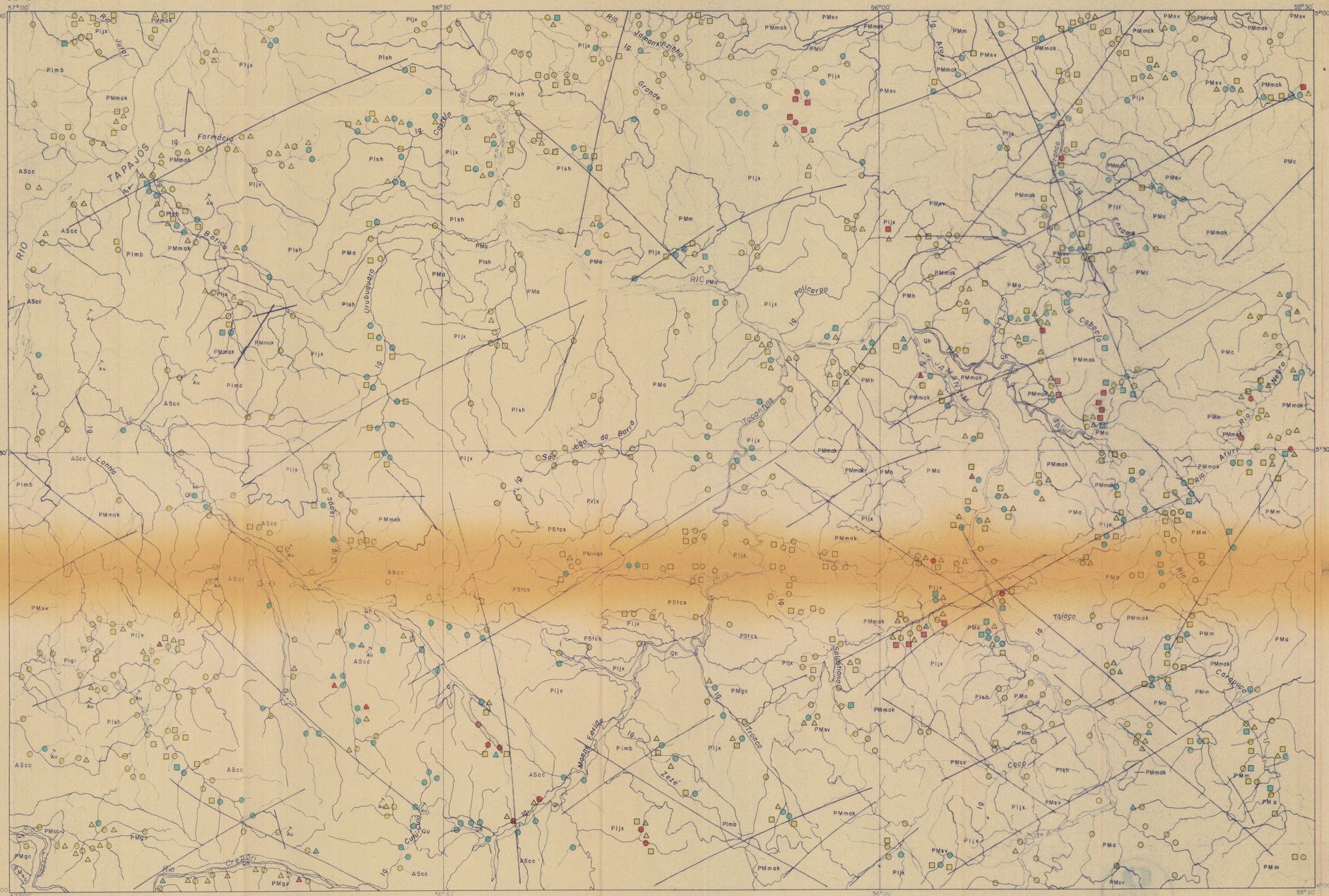
JAMANXIM
SB-21-X-C

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL


57°00'
56°30'
56°00'
55°30'
5°00'
5°30'
6°00'
RIO TAPAJÓS
Rio Jamanxinzinho
Rio Jamanxim
Rio Crepori
Rio Cabeceira
Rio Preto
Rio Urubucuara
Rio Pelotas
Rio Tracoa
Rio Cedro
Rio Tracoá
Rio Tapajós
Rio Jamanxinho
Rio Grande
Rio Pelotas
Rio Jamanxim
Rio Crepori
Rio Preto
Rio Urubucuara
Rio Tracoa
Rio Cedro
Rio Tracoá
Rio Tapajós
Rio Jamanxim
Rio Tapajós
Rio Jamanxim
Rio Tapajós
Rio Jamanxim

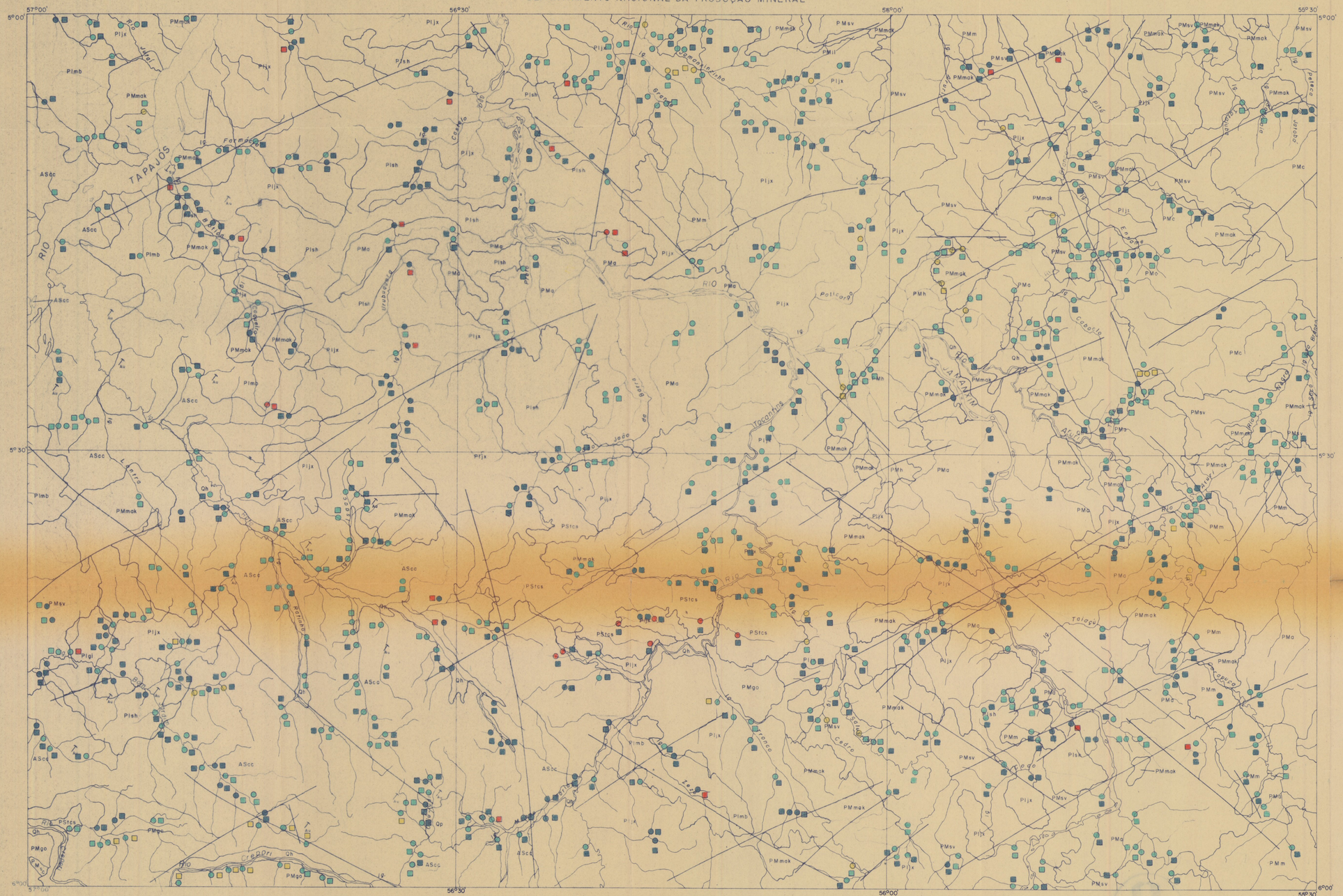
JAMANXIM
SB-21-X-C

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL


57°00'
56°30'
56°00'
55°30'
5°00'
5°30'
6°00'
RIO TAPAJÓS
Rio Juruena
Rio Jamanxinzinho
Rio Jamanxim Grande
Rio Caburu
Rio Formácia
Rio Boiçu
Rio Urubugara
Rio Poicarpo
Rio Tracajina
Rio São João da Barra
Rio Lontra
Rio Isabel
Rio Cupu-Cupu
Rio Crepori
Rio Maués Fechado
Rio Zezé
Rio Tracajá
Rio Jamanxim
Rio Aturi
Rio Preto
Rio Tapaquara
Rio Cabeceira
Rio Cuca
Rio Tronco
Rio Jamanxinho
Rio Cobra
Rio Caburu
Rio Cabeceira
Rio Tracajá
Rio Preto
Rio Aturi
Rio Tapaquara

JAMANXIM
SB-21-X-C

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL


57°00'
56°30'
56°00'
55°30'
5°00'
5°30'
6°00'
RIO TAPAJÓS
Rio Jabuti
Rio Cachoeira Seca
Rio Caracol
Rio Cubencranquem
Rio Gorotire
Rio Jamanxim
Rio Curuá
Rio Crepori
Rio Tracoá
Rio Cedro
Rio Ingarana
Rio Jacaré
Rio Trocará
Rio Jatobá
Rio Pitá
Rio Salustiano
Rio Aruri
Rio Bacajá
Rio Tracajá
Rio Pacajá
Rio Ipiranga
Rio Tracuateua
Rio Tracuateuazinho
Rio Tracuateuazão
Rio Tracuateuazinho
Rio Tracuateuazão
Rio Tracuateuazinho
Rio Tracuateuazão