MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM-CPRM

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL-CE

RELATÓRIO FINAL

TEXTOS E ILUSTRAÇÕES

VOLUME I

Elson Ribeiro Ennes
Henrique Antonio Rolim Milet
Yoshitada Horikawa

PHL
012625
2007

SUREMI
SEDOTE
CPRM I-96
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 585_S
N.º de Volumes: 8 V.: 1
OSTENSIVO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISA

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

NOVEMBRO 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL - CE

Chefe do Projeto	Elson Ribeiro Ennes
Equipe Executora	Henrique Antonio Rolim Milet Yoshitada Horikawa
Supervisor	Luiz Carlos Buriti Pereira
Colaboração Especial	Carlos Alberto Cavalcanti Lins Luiz Carlos Buriti Pereira

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL - CE

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

Vol. I — TEXTO E ILUSTRAÇÕES

Resumo
Abstract
Introdução
Descrição da Área
Técnicas de Amostragem
Preparação das Amostras e Técnicas Analíticas
Apresentação e Interpretação dos Resultados
Conclusões e Recomendações
Bibliografia
Documentação Fotográfica

Vol. II — ANEXOS — PARTE I

Sumários dos Estimadores
Matrizes de Correlação
Listagens de Matriz Presta

Vol. III — ANEXOS — PARTE II

Boletins de Análises Geoquímicas

Vol. IV — ANEXOS — PARTE II

Boletins de Análises Geoquímicas

Vol. V — ANEXOS — PARTE III

Mapas de Distribuição Geoquímica

Vol. VI — ANEXOS — PARTE III

Mapas de Distribuição Geoquímica

Vol. VII — ANEXOS — PARTE III

Mapas de Amostragem Geoquímica

Vol. VIII — ANEXOS — PARTE III

Mapas de Distribuição Geoquímica
Mapas de Amostragem Geoquímica

CPRM

APRESENTAÇÃO

Este trabalho se refere ao Relatório Final do Projeto Geoquímica para Cobre na área de Sobral - CE, que contém a apresentação, interpretação dos resultados da prospecção geoquímica e recomendações para futuros trabalhos de verificação de anomalias e de semi-detalhe nas áreas selecionadas. É apresentado em oito volumes assim constituidos: O volume I contém além do texto, figuras, perfis geológico - geoquímicos e documentação fotográfica; o volume II é composto pela documentação estatística (sumário dos estimadores, matrizes de correlação e listagens) de cada população alvo considerada na interpretação; nos volumes III e IV estão contidos os boletins de análises geoquímicas;os volumes V e VI comportam os mapas de distribuição geoquímica de sedimento de corrente na escala de 1:50.000, dos elementos Cobre (Cu e CxCu) e fluor (F), e Chumbo, (Pb) Zinco, (Zn) Arsênio, (As) e Molibdênio (Mo) respectivamente; no volume VII estão incluidos os mapas de pontos de amostragem geoquímica de sedimento de corrente na escala 1:50.000; e finalmente o volume VIII com os mapas dos pontos de amostragem e de distribuição do Ouro (Au) em concentrado de bateia na escala de 1:50.000 e os mapas de resíduos geoquímicos na escala de 1:200.000.

S U M Á R I O

VOLUME I

1 - RESUMO 1

2 - ABSTRACT 3

3 - INTRODUÇÃO 4

3.1 - Histórico 6

3.2 - Objetivos 9

3.3 - Localização e Acesso 10

3.4 - Trabalhos Anteriores 11

3.5 - Agradecimentos 14

4 - DESCRIÇÃO DA ÁREA 15

4.1 - Clima 15

4.2 - Vegetação 16

4.3 - Hidrografia 17

4.4 - Geomorfologia 20

4.5 - Solos 26

4.6 - Geologia Regional 28

4.6.1 - Embasamento Cristalino Pré-Cambriano..... 28

4.6.1.1 - Pré-Cambriano B 28

4.6.1.2 - Pré-Cambriano A 32

4.6.2 - Eo-Cambriano - Cambro-Ordoviciano 33

4.6.2.1 - Grupo Bambuí 34

4.6.2.1.1 - Formação Trapiá 34

4.6.2.1.2 - Formação Caiçaras 35

4.6.2.1.3 - Formação Frecheirinha 36

4.6.2.1.4 - Formação Coreaú 37

4.6.2.2 - Granitos Pós-Orogênicos 38
4.6.2.3 - Grupo Jaibaras 40
4.6.2.3.1 - Formação Massapê 41
4.6.2.3.2 - Formação Pacujá 42
4.6.2.3.3 - Formação Parapuí 43
4.6.2.3.4 - Formação Aprazível 44
4.6.3 - Siluro-Devoniano 45
4.6.3.1 - Formação Serra Grande 45
4.6.4 - Quaternário 46
4.6.4.1 - Aluviões 46
4.7 - Arranjo Estrutural 47
4.8 - Geologia Econômica 50
5 - TÉCNICA DE AMOSTRAGEM 54
5.1 - Sedimentos de Corrente 55
5.2 - Concentrado de Bateia 57
6 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICA ANALÍTICA 59
6.1 - Secagem e Peneiramento 59
6.1.1 - Sedimento de Corrente 59
6.2 - Métodos Analíticos 59
6.2.1 - Colorimetria 59
6.2.2 - Espectrografia de Emissão 60
6.2.3 - Eletrodo de íon específico 61
6.2.4 - Espectrofotometria de absorção atômica..... 62
7 - APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS..... 64
7.1 - Generalidades 64
7.2 - Critérios para Interpretação 66

7.2.1 - Conceituação do Tratamento Estatístico..... 66
7.2.2 - Métodos Estatísticos e Programação utilizada 69

7.3 - Sedimento de Corrente 76

7.3.1 - Generalidades 76
7.3.2 - Serviço de Orientação Geoquímica..... 78
7.3.3 - Apresentação de Mapas, Gráficos e Tabelas.. 82
7.3.4 - Caracterização da Distribuição e Associação Geoquímica dos Elementos nos Sedimentos de Corrente 86

7.3.4.1 - Grupo Bambuí 87

7.3.4.1.1 - Generalidades 87
7.3.4.1.2 - Comportamento do Cobre e Fluor..... 88
7.3.4.1.3 - Comportamento do Zinco e Chumbo.... 93
7.3.4.1.4 - Comportamento do Arsênio e Molibdênio 96

7.3.4.2 - Grupo Jaibaras 96

7.3.4.2.1 - Generalidades 96
7.3.4.2.2 - Comportamento do Cobre e Fluor..... 98
7.3.4.2.3 - Comportamento do Chumbo e Zinco.... 103
7.3.4.2.4 - Comportamento do Arsênio e Molibdênio 106

7.3.4.3 - Granito Mucambo e Meruoca 106

7.3.4.3.1 - Generalidades 106
7.3.4.3.2 - Comportamento do Cobre e Fluor..... 108
7.3.4.3.3 - Comportamento do Chumbo e Zinco.... 112
7.3.4.3.4 - Comportamento do Molibdênio e Arsênio 115

7.3.4.4 - Embasamento Cristalino e Granitos Araras e Barriga 117
7.3.4.4.1 - Generalidades 117
7.3.4.4.2 - Comportamento do Cobre e Fluor..... 117
7.3.4.4.3 - Comportamento do Chumbo e Zinco.... 120
7.3.4.4.4 - Comportamento do Arsênio e Molibdênio 121
7.3.4.5 - Filitos 121
7.3.4.5.1 - Generalidades 121
7.3.4.5.2 - Comportamento do Cobre, Chumbo, Zinco, Fluor, Arsênio e Molibdênio.... 122
7.3.4.6 - Formação Serra Grande 124
7.3.4.6.1 - Generalidades 124
7.3.4.6.2 - Comportamento do Cobre, Chumbo, Zinco, Fluor, Arsênio e Molibdênio.... 124
7.4 - Comentários Finais sobre Prospecção Geoquímica por Sedimento de Corrente 125
7.5 - Concentrado de Bateia 127
7.5.1 - Generalidades 127
7.5.2 - Apresentação de Mapas 129
7.5.3 - Interpretação dos Resultados 130
8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 132
8.1 - Conclusões 132
8.2 - Recomendações 134
9 - BIBLIOGRAFIA 139
10 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA 142

VOLUME II

ANEXOS - PARTE I - DOCUMENTAÇÃO ESTATÍSTICA

I - Sumários dos Estimadores

II - Matrizes de Correlação

III - Listagens de Matriz Presta

VOLUME III

ANEXOS - PARTE II

Boletins de Análises Geoquímicas de Sedimento de Corrente

VOLUME IV

ANEXOS - PARTE II

Boletins de Análises Geoquímicas

I - Sedimento de Corrente

II - Concentrado de Bateia

VOLUME V

ANEXOS - PARTE III

Mapas de Distribuição Geoquímica em Sedimentos de Corrente dos Elementos: Cobre - Cu, Cobre a frio - CxCu e Fluor - F, na escala de 1:50.000 das folhas:

SA.24-Y-C-VI-1 - TIANGUÁ

SA.24-Y-C-VI-2 - COREAÚ

SA.24-Y-C-VI-3 - FRECHEIRINHA

SA.24-Y-C-VI-4 - MUCAMBO

SA.24-Y-D-IV-1 - SOBRAL

SA.24-Y-D-IV-2 - HUMBERTO MONTE

SA.24-Y-D-IV-3 - GROAIRAS

SA.24-Y-D-IV-4 - ARACATIAÇU

SA.24-Y-C-II-4 - CHAVEZ

SA.24-Y-C-V - 2 - VIÇOSA DO CEARÁ

SA.24-Y-D-I - 3 - SENADOR SÁ

SA.24-Y-D-I - 4 - SANTANA DO ACARAÚ

SB.24-V-A-III-1 - SÃO BENEDITO

SB.24-V-A-III-2 - RERIUTABA

SB.24-V-A-III-4 - IPU

SB.24-V-B - I-1 - MACARAÚ

SB.24-V-B - I-3 - HIDROLÂNDIA

VOLUME VI

ANEXOS - PARTE III

Mapas de Distribuição Geoquímica em Sedimento de Corrente dos Elementos: Zinco - Zn, Chumbo - Pb, Molibdênio - Mo e Arsênio - As, na escala de 1:50.000 das folhas:

SA.24-Y-C-VI-1 - TIANGUÁ

SA.24-Y-C-VI-2 - COREAÚ

SA.24-Y-C-VI-3 - FRECHEIRINHA

SA.24-Y-C-VI-4 - MUCAMBO

SA.24-Y-D-IV-1 - SOBRAL
SA.24-Y-D-IV-2 - HUMBERTO MONTE
SA.24-Y-D-IV-3 - GROAIRAS
SA.24-Y-D-IV-4 - ARACATIAÇU
SA.24-Y-C-II-4 - CHAVEZ
SA.24-Y-C-V-2 - VIÇOSA DO CEARÁ
SA.24-Y-D-I-3 - SENADOR SÁ
SA.24-Y-D-I-4 - SANTANA DO ACARAÚ
SB.24-V-A-III-1 - SÃO BENEDITO
SB.24-V-A-III-2 - RERIUTABA
SB.24-V-A-III-4 - IPU
SB.24-V-B-I-1 - MACARAÚ

VOLUME VII

ANEXOS - PARTE III

Mapas de Pontos de Amostragem Geoquímica em Sedimentos de Corrente, na escala de 1:50.000 das folhas:

SA.24-Y-C-VI-1 - TIANGUÁ
SA.24-Y-C-VI-2 - COREAÚ
SA.24-Y-C-VI-3 - FRECHEIRINHA
SA.24-Y-C-VI-4 - MUCAMBO
SA.24-Y-D-IV-1 - SOBRAL
SA.24-Y-D-IV-2 - HUMBERTO MONTE
SA.24-Y-D-IV-3 - GROAIRAS
SA.24-Y-D-IV-4 - ARACATIAÇU
SA.24-Y-C-II-4 - CHAVEZ
SA.24-Y-C-V-2 - VIÇOSA DO CEARÁ
SA.24-Y-D-I-3 - SENADOR SÁ

SA.24-Y- D-I-4 - SANTANA DO ACARAÚ

SB.24-V-A-III-1 - SÃO BENEDITO

SB.24-V-A-III-2 - RERIUTABA

SB.24-V-A-III-4 - IPU

SB.24-V-B- I -1 - MACARAÚ

SB.24-V-B- I -3 - HIDROLÂNDIA

VOLUME VIII

ANEXOS - PARTE III

Mapas de Distribuição de Ouro-Au em Concentrado de Bateia, na escala de 1:50.000 das folhas:

SA.24-Y-D-IV-3 - GROAIRAS

SB.24-V-A-III-2 - RERIUTABA

SB.24-V-A-III-4 - IPU

SB.24-V-B - I-1 - MACARAÚ

Mapas de Pontos de Amostragem Geoquímica em Concentrado de Bateia, na escala de 1:50.000 das folhas:

SA.24-Y-D-IV-3 - GROAIRAS

SB.24-V-A-III-2 - RERIUTABA

SB.24-V-A-III-4 - IPU

SB.24-V-B- I -1 - MACARAÚ

Mapa de Resíduos Geoquímicos dos Elementos: Cobre - Cu, Cobre a frio - CxCu e Fluor - F, na escala de 1:200.000 de parte das folhas:

SA.24-Y-C

SA.24-Y-D

SB.24-V-A

SB.24-V-B

Mapa de Resíduos Geoquímicos dos Elementos: Zinco - Zn e Chumbo - Pb, na escala de 1:200.000 de parte das folhas:

SA.24-Y-C

SA.24-Y-D

SB.24-V-A

SB.24-V-B

1 - RESUMO

1 - RESUMO

O Projeto Geoquímica para Cobre na área de Sobral-CE, desenvolvido na porção noroeste do Estado do Ceará em uma área de aproximadamente 9.000 km^2, teve como principal objetivo a seleção de áreas potencialmente mineralizadas em metais básico, notadamente o cobre.

A prospecção geoquímica foi realizada através da coleta de 2.382 amostras de sedimento de corrente e 387 amostras de concentrado de bateia. As amostras de sedimento de corrente foram analisadas para: cobre (Cu e CxCu), chumbo e zinco por espectrofotometria de absorção atômica; fluor por eletrodo de íon específico; arsênio por colorimetria e molibdênio por espectrografia de emissão.

Nas amostras de concentrado de bateia foram analisados ouro e prata por espectrofotometria de absorção atômica. A densidade média de amostragem na prospecção por sedimento de corrente ficou em torno de 1 amostra/4 km^2. O estudo geoquímico contou ainda, com um serviço de orientação geoquímica, desenvolvido em área com mineralização.

O objetivo proposto para este trabalho foi alcançado, com a seleção de 4 áreas alvo potencialmente promissoras em termo de mineralização, duas para cobre, sendo uma na população alvo - Grupo Jaibaras e a outra no granito Meruoca; uma para fluor no - Embasamento Cristalino, na região do granitóide Araras; e finalmente uma para ouro em toda a faixa de ocorrência do conglomerado basal da Formação Serra Grande. Para todas estas áreas são recomendados trabalhos de follow-up e/ou de pesquisa detalhada.

Em várias bacias de captação foram detectados valores anômalos de Cu, Pb, Zn, F e Mo, para os quais são re

comendados trabalhos de verificação de anomalias.

2 - ABSTRACT

2 - ABSTRACT

The Geochemical Project for Copper at the Sobral area in Ceará , developted in the northwest region of the State over an area of approximately 9.000 km^2 , had as the main purpose, the selection of potencially mineralized base metals areas, especially copper.

The geochemical propecting was made by the sampling of 2.384 stream sediment samples and 387 pan concentrate samples. The stream sediment samples were analysed for Copper (Cu and CxCu) , Leal and Zinc throught Atomic Absorption Spectrometry; Fluorine by means of the Fluoride Specific Eletrode; Arsenic by Colorimetry and Mollybdenum by Emission Spectrography.

The pan concentrate samples were analysed by atomic absortion spectrometry for gold and silver.The medium density of sampling of the stream sediment samples was about 1 sample to 4 km^2. The geochemical work included also a geochemical orientation survey, developted over a mineralized area.

The programed purpose of this work was reached with the selection of 4 potentially mineralized areas , two for copper, being one at the population - Grupo Jaibaras and the other at the Meruoca Granit; one for fluorine over the Crystalline Bassement at the Araras Granitoid region ; and the last one for gold along the outcropping zone of the basal conglomerate of Serra Grande Formation. For all the four areas follow-up and/or detailed prospecting work are recommended.

On several reception basins anomalous values were detected for Cu,Pb, F and Mo;adittional checking work are recommended for these places.

3 - INTRODUÇÃO

3 - INTRODUÇÃO

O projeto Geoquímica para Cobre na Àrea de Sobral, Ceará, elaborado pelo DNPM e executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, visou principalmente, através de um levantamento geoquímico, a descoberta e/ou seleção de áreas potencialmente promissoras em bens minerais, entre eles o cobre.

O presente trabalho corresponde ao Relatório Final do referido Projeto, que em última análise trata do estudo do comportamento geoquímico do cobre, chumbo, zinco, fluor, molibdênio e arsênio em sedimentos de corrente numa área de aproximadamente 9000 km^2, localizada na porção noroeste do Estado do Ceará, acrescido de uma prospecção para ouro por concentrado de bateia numa área de cerca 1000 km^2 na porção sul da área do Projeto.

Contém além do texto ilustrado com gráficos, perfis, tabelas e documentação fotográfica, boletins de análises geoquímicas, documentação estatística e 37 mapas de distribuição geoquímica. Destes mapas 33 são de geoquímica de sedimento de corrente e 4 de concentrado de bateia na escala de 1:50.000, correspondentes às folhas; Sobral (SA.24-Y-D-IV-1), Humberto Monte (SA.24-Y-D-IV-2), Groairas (SA.24-Y-D-IV-3), Aracatiaçu (SA.24-Y-D-IV-4), Tianguá (SA.24-Y-C-VI-1), Coreaú (SA.24-Y-C-VI-2), Frecheirinha (SA.24-Y-C-VI-3), Mucambo (SA.24-Y-C-VI-4), Chavez (SA.24-Y-C-II-4), Viçosa do Ceará (SA.24-Y-C-V-2), Senador Sá (SA.24-Y-D-I-3), Santana do Acaraú (SA.24-Y-D-I-4), São Benedito (SB.24-V-A-III-1), Reriutaba (SB.24-V-A-III-2), Ipu (SB.24-V-A-III-4), Macaraú (SB.24-V-B-I) e Hidrolândia (SB.24-V-B-I-3). Os mapas de geoquímica de concentrado de bateia referem-se às folhas Groairas,

Reriutaba, Ipu e Macaraú. Além destes, contém ainda na mesma escala os respectivos mapas de pontos de amostragem geoquímica, tanto para sedimentos de corrente quanto para concentrados de bateia, assim como 2 mapas de resíduos geoquímicos na escala de 1:200.000 abrangendo toda área do projeto.

Na confecção destes mapas utilizou-se como base planimétrica as folhas Sobral, Frecheirinha, Bela Cruz, Ipu e Santa Quitéria, editadas pelo convênio DSG/SUDENE em 1972, na escala 1:100.000, as quais, além de terem sido ampliadas para a escala 1:50.000, foram completadas com dados planimétricos retirados das fotografias aéreas. Exceção a esse procedimento no tocante aos dados planimétricos, são os mapas de Viçosa do Ceará e Chavez, cuja planimetria foi compilada dos mapas geológicos do Projeto Jaibaras referente às folhas Chaval e Viçosa do Ceará. O fundo geológico apresentado, foi compilado dos mapas geológicos do projeto citado, salvo exceção das folhas Macaraú e Hidrolândia, que tiveram sua geologia compilada do mapa foto-geológico do Projeto Fortaleza(folha Quixadá).

Cabe salientar que na programação do projeto constava a inclusão no Relatório Final de fichas de descrição de afloramentos e de cadastro de ocorrências minerais, no entanto, tais fichas não foram incluídas neste relatório devido não terem sido estudados afloramentos de rocha e ocorrências minerais no decorrer dos trabalhos de coleta de amostras geoquímicas e, mesmo porque, a base geológica foi compilado do Projeto Jaibaras, cujo Relatório Final, engloba esses documentos. Constava também na citada programação a integração dos dados de aerogeofísica do Projeto Rio Acaraú, a qual não pode ser feita devido a não disponibilidade dos mencionados dados, até a confecção deste relatório.

3.1 - Histórico

O projeto Geoquímica para Cobre na Área de Sobral Ceará é uma consequência da política mineral desenvolvida pelo governo federal que visa fundamentalmente entre outros fins, a descoberta de metais básicos deficientes no país. Desta forma, de conformidade com esta diretriz foi implantado este projeto, de cunho específico, com o fim de detectar, por intermédio de um estudo geoquímico, áreas passíveis de serem mineralizadas em metais básicos, notadamente no tocante ao cobre.

Na delimitação da área do projeto foi de grande importância os dados geológicos obtidos através do Projeto Jaibaras, no que se refere a natureza da ambiência geológica, ocorrências de bens minerais e mais notadamente, em termos geotectônicos e litológicos. Pode-se dizer que o Projeto Geoquímica, específico é uma consequência do projeto básico anterior, com área selecionada dentro da melhor ambiência geológica.

Para a implantação do projeto em epígrafe se fez necessário que fosse elaborada uma programação na qual estariam previstas todas as atividades (fases de serviços), especificações e metodologia a serem observadas (compilação bibliográfica, base geológica a ser utilizada, serviço orientativo a ser executado, métodos de análises geoquímicas, elementos a serem analisados, tipos de meio a serem amostrado e natureza das amostras, área e localização do projeto, objetivos e justificativas e outros itens referentes a forma de apresentação dos resultados obtidos, prazos e programação pert. Esta programação esteve a cargo da SUREG-RE e está vinculada a solicitação de serviço DNPM/CPRM nº 097/74.

A primeira atividade desenvolvida no projeto foi a compilação bibliográfica que culminou com a seleção de vários trabalhos de interesse para o projeto. Paralelamente a essa atividade confeccionou-se os mapas de serviços na escala 1:50.000 os quais foram obtidos pela simples ampliação dos mapas geológicos (escala 1:100.000) do Projeto Jaibaras. Sobre estes mapas posteriormente foram plotados os pontos a serem amostrados.

A segunda fase de serviço se restringiu a plotação da rede de drenagem nas fotografias aéreas e nos mapas de serviço. Este trabalho foi realizado obedecendo a seguinte sistemática ; em primeiro lugar foram plotados em overlay sobre as fotografias aéreas a rede de drenagem, para logo em seguida as mesmas serem transladadas para os mapas de serviço através de sketch-master. Nesta fase de serviço o projeto utilizou duas coleções de fotos aéreas verticais, obtidas em 1968 e 1969 pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., sendo uma delas, na escala 1:25.000 e a outra na escala 1:70.000. A coleção de fotos na escala 1:25.000 foi somente utilizada na região compreendida entre as coordenadas $3^{o}22'30''$ a $3^{o}37'30''$ e $41^{o}00'$ a $41^{o}15'$ cobrindo uma área de aproximadamente 900 km^2. A outra coleção que cobriu o restante da área num total de 8.100 km^2, foi utilizada devido a não disponibilidade no inicio dos serviços de fotos aéreas em escala maior.

Após esta atividade iniciou-se a plotação dos pontos a serem amostrados, tanto nos mapas bases como nas fotografias aéreas. Concomitantemente a essa tarefa foi planejado o serviço orientativo do projeto, para o qual foi selecionada uma área com mineralização conhecida (área da Faz. Paissandu).

A fase de campo teve início logo após estarem prontos os primeiros mapas de serviço, mesmo estando os demais por terminar. Esta fase a mais longa em termos de tempo, se comparada com as demais, se distribuiu de maneira intermitente entre os meses de julho/75 a janeiro/76 perfazendo um total de 125 dias. Durante uma etapa de campo e a seguinte houve sempre um intervalo de escritório, no qual se preparava tanto a documentação referente as amostras até então coletadas, quanto os mapas de serviço (plotação dos pontos de amostragem) para a próxima etapa.

Os trabalhos de campo foram executados pelos geólogos Elson Ribeiro Ennes, Yoshitada Horikawa, Henrique Antonio Milet e Francisco Edson Mendonça Gomes, tendo este último participado somente nas últimas campanhas de campo.

A interpretação e integração dos dados geoquímicos estiveram a cargo dos geólogos Carlos Alberto Cavalcanti Lins, chefe da seção de Geoquímica da SUREG-RE e Elson Ribeiro Ennes, chefe do projeto. O geólogo Carlos Alberto Cavalcanti Lins participou ainda do planejamento e execução do serviço orientativo.

Os serviços de laboratório foram executados pelo LAMIN/CPRM e as análises solicitadas foram executadas pelos seguintes técnicos: Espectografia de emissão: Gloria B.C. T. C.B. da Silva, Carmem L.R. Pinto, Elisabeth B.B. Winter,Hugo A. Spinelli, Lauro). Silva Junior, Maria L.M. Lemos.Espectrofotometria de absorção atômica e Colorimetria: Cecile S. Mayer, Celia M.T. Aride, Gerda P.M. Gouveia, Ivonete P. Arraes, Miriam M.V. Ferreira, Sérgio C.S. Benevides.

No trabalho de campo foram alcançados os seguintes dados físicos de produção:

1. Área prospectada 8.000 km^2 (cifra aproximada)

2. Amostras coletadas de sedimento de corrente 2382.

3. Amostras coletadas de concentrado de bateia 387.

4. Dias de campo (total geral incluindo dias de descanso remunerado) - 125 dias/equipe.

5. Dias efetivos de campo utilizados nos trabalhos de amostragem - 107 dias/equipe.

6. Média de produtividade; relação amostra/dia/equipe - considerando os 107 dias - 9 amostras.

7. Densidade de amostragem de sedimento de corrente (aproximada) - 1 amostra para cada 4 km^2.

3.2 - Objetivos

O Projeto Geoquímica para Cobre na Área de Sobral teve por objetivo básico o levantamento geoquímico regional, na escala 1:50.000, de cerca de 9.000 km^2, na região noroeste do Ceará. Uma das diretrizes maiores do projeto foi sem dúvida a determinação de zonas mineralizadas, principalmente em cobre e metais associados, bem como, a vocação metalogênica da área pesquisada.

Com esse levantamento se poderá conhecer uma série de parâmetros geoquímicos, que no seu conjunto deverão revelar uma gama de informações que servirão como critérios na seleção de áreas alvo, passíveis de serem portadoras de mineralizações. Além disso, poderá servir como suporte para futuros trabalhos de pesquisa na área em apreço.

3.3 - Localização e Acesso

A área objeto deste relatório localiza-se na região noroeste do Estado do Ceará e está grosseiramente compreendida entre o vale do rio Acaraú a leste e a serra da Ibiapaba a oeste. Engloba uma superfície de aproximadamente 9.000 km^2, limitada entre os meridianos $40^{o}00'W$ - $41^{o}15'W$ e os paralelos $3^{o}15'S$ - $4^{o}30'S$, constituindo dentro destes limites um polígno irregular (vide mapa de localização - Fig.1)

O sistema de comunicações da área tem como principais elementos viários as rodovias BR-222 e CE-71. A primeira, totalmente pavimentada secciona a região do projeto no sentido leste-oeste e a segunda, parcialmente pavimentada,no sentido N-S. Além disso, enquanto que a BR-222 une a área à capital do Estado a CE-71 faz a ligação com a região litorânea. Além dessas estradas, há uma densa rede de vias secundárias, de primeira e segunda ordem, que asseguram o acesso a todos os núcleos populacionais durante a maior parte do ano. A cidade de Sobral além de ser o polo desenvolvimentista da região é também um importante entroncamento ferroviário da rede de Viação Cearense.

Todas as sedes municipais dispõem de serviços postais e telegráficos da E.B.C.T., porém apenas Sobral, Ipu e Viçosa do Ceará dispõem de serviço telefônico interurbano do sistema de micro-ondas operado pela Companhia Telefônica do Ceará.

O suprimento energético de alta e baixa tensão é eficiente e abundante, estando incorporado ao sistema COHEBE CHESF. Com relação ao suprimento e tratamento d'água somente Sobral é bem servida, ao passo que as demais contam apenas

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

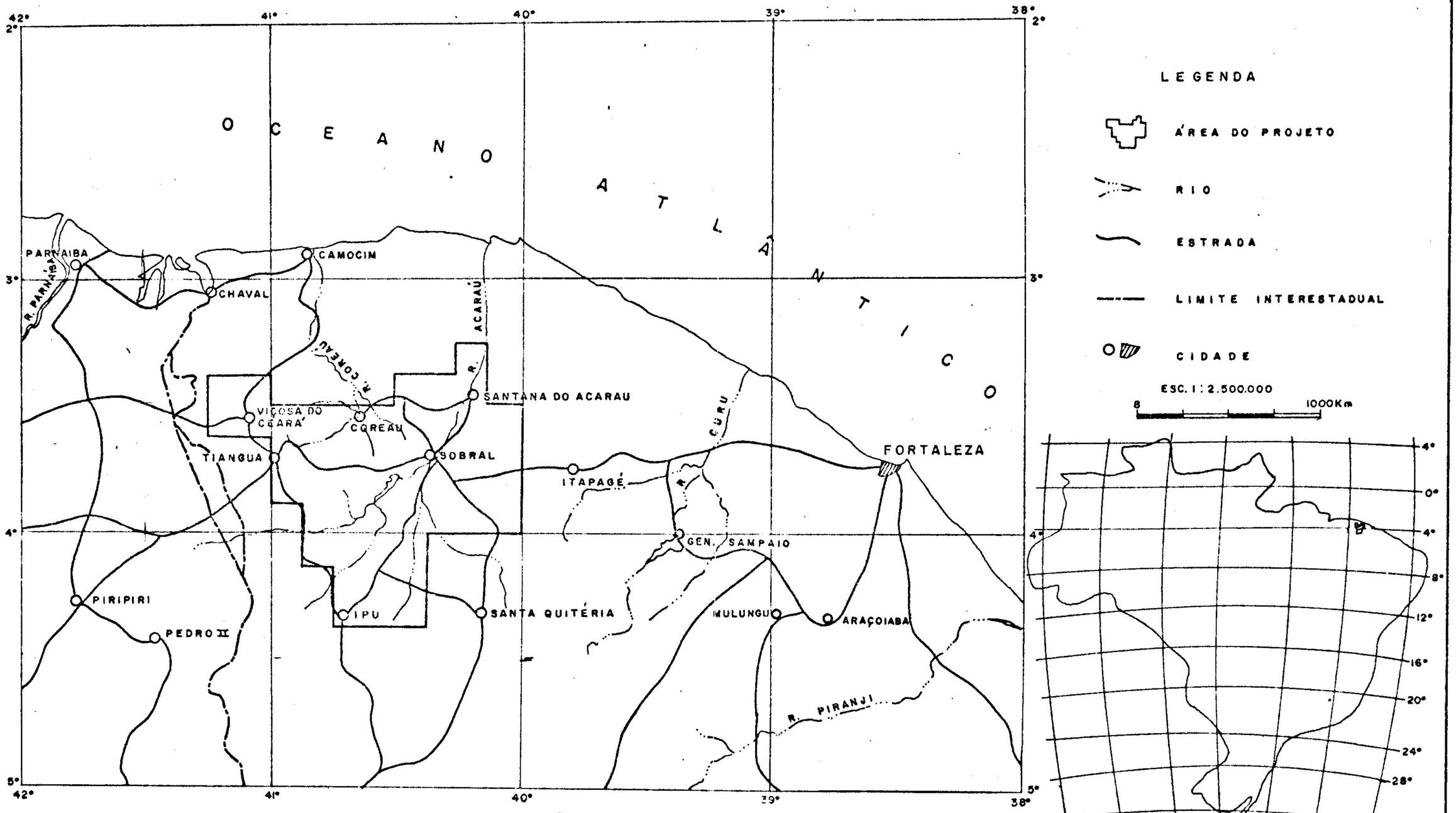


FIG. 1

com pequenos açudes e/ou reservatórios. Entre os açudes existentes na área se destacam pela sua maior extensividade o Aires de Souza (Jaibaras) e Araras, tendo este último uma pequena central hidrelétrica de importância local.

A região não dispõe de um serviço regular de aviação. Todas as sedes municipais maiores possuem campo de pouso para pequenos aparelhos, sendo o de Sobral capacitado para avião de porte médio.

3.4 - Trabalhos Anteriores

Referências bibliográficas de natureza essencialmente geoquímica da região noroeste do Ceará são bastante raras, existindo apenas algumas informações em trabalho de cunho geológico, no qual o estudo geoquímico serviu apenas como fonte de informação (Costa et alii, 1973).

A única referência bibliográfica, onde o estudo geoquímico tem papel predominante, é o de Costa et alii(1975), sobre o qual teceremos comentários a seguir.

Costa e colaboradores (1973, in Projeto Jaibaras), realizando o mapeamento geológico da área objeto deste relatório, efetuaram estudos geoquímicos em solos e em sedimentos de corrente, onde lograram definir, a nível dos estudos realizados, os parâmetros geoquímicos mais importantes - teor de fundo, limiar e coeficiente de desvio.

No estudo geoquímico de solos foram analizadas,por espectografia de absorção atômica, cerca de 400 amostras para cobre, zinco, chumbo e níquel, com determinação de pH em 70 delas. As amostras foram coletadas em áreas com predomínio de efusivas básicas e intermediárias, áreas de gabros e

dioritos e nos solos residuais do stock granítico de Mucambo. Os dados analíticos obtidos receberam um tratamento estatístico simples, segundo a técnica recomendada por Lepeltier (1969).

A interpretação dos dados analíticos das amostras coletadas em áreas de predominância de efusivas básicas e intermediárias revelou para o Cu o seguinte comportamento e parâmetros: duas populações de distribuição lognormal; uma correspondente a valores normais (background) e a outra à população anômala, sendo que para a primeira foi estabelecido o valor de 40 ppm e para a segunda 115 ppm.

No estudo geoquímico em solos de dioritos e gabros o teor de fundo e valor limiar estabelecidos para Cu, Zn e Ni foram os seguintes: 30 e 50 ppm para o Cu; 35 e 60 ppm para o Zn; e 65 e 150 ppm para o Ni.

Nos solos residuais do stock granítico de Mucambo foram coletadas cerca de 130 amostras, sendo as mesmas analisadas por espectografia semi-quantitativa de emissão para Pb, Cu, Ba, Bi, Mo e Zn por espectografia de absorção atômica. Os valores obtidos para cobre situaram-se na faixa de 5-10 ppm, sem contraste significativo. Para Zn, Pb e Ba, foram determinados o teor de fundo e valor limiar, cujos valores são respectivamente os seguintes: Zn - 70 e 200 ppm; Pb - 25 e 70 ppm; Ba - 450 e 1.900 ppm.

Como resultado deste trabalho logou-se estabelecer determinados parâmetros, metodologia e áreas alvos potencialmente promissoras para os elementos pesquisados.

No estudo geoquímico por sedimento de corrente foi executada uma campanha de prospecção que cobriu cerca de 10.000 km^2, em áreas com predominância de rochas do embasa

mento cristalino. No trabalho de amostragem foi adotado a seguinte sistemática: cada amostra, teoricamente possuindo uma área de influência ou captação da ordem de 15-30 km^2 e com uma densidade média de 1 amostra/70 km^2. As amostras foram analisadas por espectografia de emissão para trinta elementos na fração inferior a 80 mesh. Dos 30 elementos analisados foram somente considerados para estudos os seguintes: Cu, Pb, Ni, Co, Cr, Ba, V, Sr, Y, Zr e La, os quais receberam um tratamento estatístico simples segundo a técnica recomendada por Lepeltier (op.cit.). Os parâmetros geoquímicos (teor de fundo e limiar) definidos para os elementos acima mencionados, em termos de valores são respectivamente os seguintes: 35 e 125 ppm (Cu), 18 e 75 ppm (Pb), 18 e 55 ppm (Ni), 10 e 44 ppm (Co), 35 e 125 ppm (Cr), 450 e 1.900 ppm (Ba), 65 e 220 ppm (V), 200 e 700 ppm (Sr), 24 e 50 ppm (Y), 900 e 5.000 ppm (Zr), 50 e 360 ppm (La).

A pesquisa geoquímica em sedimentos de corrente, no ambiente das rochas pré-cambrianas, segundo Costa et alii (op.cit.), não revelou elementos novos em termos de áreas prospectivas.

Costa et alii (op.cit.), no trabalho de pesquisa para cobre do Projeto Aprazível, realizaram um estudo geoquímico em solos em determinados locais, que por sua vez fazem parte da área objeto deste relatório. Neste trabalho foram coletadas 1.585 amostras de solo residual sobre áreas de rochas basalto-andesíticas, corpos dioríticos e sequência vulcano-sedimentar. A amostragem geoquímica cobriu uma área de 793 hectares, com os pontos de coleta fixados em nós de uma malha regular de 100 m x 50 m, amarrados topograficamente. O horizonte de solo escolhido para a amostragem foi o "B".

O método analítico utilizado para análise das amostras foi o de espectografia por absorção atômica, sendo analisados os seguintes elementos : Cu, Zr e Pb.

Como resultado deste trabalho logrou-se estabelecer três zonas geoquimicamente anômalas, sendo duas para cobre e uma para zinco.

3.5 - Agradecimentos

Nesta oportunidade queremos externar os nossos agradecimentos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuiram para a realização do presente trabalho, com especial deferência aos habitantes da região, pela sua hospitaleira acolhida às equipes por ocasião do desenvolvimento dos serviços de campo.

4 - DESCRIÇÃO DA ÁREA

4 - DESCRIÇÃO DA ÁREA

Neste capítulo descrevemos os principais aspectos relativos às condições climáticas, fitosionômicas, geomorfológicas, pedológicas e geológicas da área objeto deste relatório, tendo em vista o tipo de trabalho nela desenvolvido.

4.1 - Clima

O fator climático neste tipo de trabalho reveste-se de grande importância, pois condiciona o regime de chuvas, as variações de temperatura e consequentemente o tipo de intemperismo atuante, ao qual, está intimamente relacionado a dispersão e mobilidade geoquímica dos elementos traços.

O clima da região noroeste do Ceará, na qual está inserida a área em referência, é do tipo estepe-tropical, ou melhor, quente, semi-árido, tipo Bshw - de Köppen (1948), onde os valores das precipitações médias anuais se situam em torno de 650 a 650 mm na porção centro-oriental da área e 950 a 1.100 mm na região da serra da Ibiapaba. O regime de chuvas nesta região é o fator condicionante da existência de duas estações distintas : a seca e a chuvosa. A primeira, mais extensa, fica geralmente compreendida no período de maio a dezembro e a segunda de janeiro a abril. Estes períodos são na região popularmente conhecidas como verão e inverno. As chuvas da época do inverno, de carácter predominantemente torrencial, além de agir como um agente erosivo, notadamente sobre os solos da região, provoca um desequilíbrio geoquímico no meio ambiente facilitando trocas iônicas entre elementos, bem como, torna mais viável os fatores dispersão e mobilidade. As chuvas desta estação são também responsáveis pelo apa

recimento e/ ou aumento do volume d'água dos rios e/ ou riachos, uma vez que estes, na sua grande maioria, são intermitentes.

Outro fator deveras importante também condicionado ao tipo climático é a temperatura, que na área do presente trabalho possui em termos de médias anuais, máximas e mínimas os respectivos valores : 27°C, 29°C e 25°C (segundo Braz da Silva et alii 1970 in Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste - Folha 5).

Com relação às estações seca e chuvosa, cabe ressaltar que durante a primeira, quando a grande maioria dos cursos d'água se encontravam geralmente secos, é que foram executadas a maior parte dos trabalhos de amostragem.

Na região das serras da Meruoca-Rosário e Ibiapaba, onde as altitudes são superiores a 600 metros desenvolve-se um curioso micro-clima, muito embora estas regiões apresentem índices pluviométricos bastante próximos daqueles predominantes nas áreas circunvizinhas. Este clima é devido notadamente a altitude, pois esta tem influência no comportamento da temperatura e consequentemente nos índices de umidade.

4.2 - Vegetação

A vegetação da região enquadra-se maiormente no tipo "caatinga", característica das zonas áridas e semi - áridas do Nordeste. As plantas são predominantemente xerófitas, incluindo membros das famílias das Leguminosas (catingueira), Cactaceas (xique-xique, mandacaru) e Bromeliaceas (macambira, caroá). A vegetação é de baixo porte, arbustiva e rasteira,e

as diversas espécies podem ser agrupadas em populações características, geralmente condicionadas a determinados tipos litológicos. Nas zonas de predomínio de solo arenoso e mais notadamente naquelas das aluviões, a espécie vegetal dominante é a palmeira carnaúba, que na economia da região possui um papel relativamente importante, pois dela é extraída a cera de carnaúba, de grande aplicação industrial.

Nas áreas úmidas, notadamente na da Ibiapaba, desenvolve-se uma vegetação de grande porte, que muito se assemelha à mata úmida do Nordeste Oriental. Estas áreas são bastante cultivadas, onde se verificam tipos de culturas raras no Nordeste como por exemplo o café.

4.3 - Hidrografia

Na área do presente trabalho destacam-se 3 grandes bacias: a dos rios Acaraú, Coreaú e Aracatiaçu, sendo a primeira a principal da área. O rio Acaraú, que serve de nível de base de erosão para a região, possui na área do projeto uma orientação de sul para norte, com seu leito talhado na maioria sobre rochas do embasamento cristalino, com exceção de uma pequena porção nas circunvizinhanças de Santana do Acaraú, onde corre sobre litologias do Grupo Jaibaras. O seu curso em termos de localização situa-se de modo geral a leste do lineamento Sobral Pedro II, salvo exceção da região a NE de Massapê, quando passa a ser condicionado pelo referido lineamento. Seus principais afluentes na área do projeto são os rios: Jaibaras, Juré e Jatobá, pela margem esquerda o Groairas, Jacurutu e Macaco pela margem direita. Estes rios tomando por base o Acaraú se enquadram regionalmente na categoria de 2ª ordem, servindo localmente como nível de base de

erosão. Dentre estes rios o que mais se destaca, não por sua extensividade mas por ter seu curso principal encaixado em uma sequência litológica vulcano-sedimentar, é o Jaibaras. Este rio, cujas nascentes se localizam nos contrafortes da serra da Ibiapaba (sul das cidades de Mucambo e Pacujá), possui uma orientação SW para NE com uma extensão aproximada de 80 km, correndo em sua maior parte paralelamente ao lineamento Sobral-Pedro II. Conflui com o Acaraú no entorno da cidade de Sobral. Em termos de condicionamento geológico a bacia do rio Jaibaras localiza-se em uma área, que segundo Costa et alii (op.cit.), faz parte do graben Jaibaras, tendo por limites tectônicos o lineamento Sobral-Pedro II e a falha Café-Ipueiras.

A bacia do rio Acaraú no seu total, possui cerca de 11.160 km^2, cálculo efetuado para toda a região de seu curso a montante da cidade de Sobral.

A bacia do Coreaú que se inicia na área do projeto tem como principal representante o rio homônio, cujas nascentes se localizam nas fraldas da serra da Ibiapaba. O seu curso na área do projeto, apresenta uma orientação de sul para norte bem como, um condicionamento aos terrenos eo-paleozóicos e pré-cambrianos. Dentre os seus inúmeros tributários destacam-se o Juazeiro e o Itacolomi, ambos pela margem esquerda. O rio Juazeiro cuja embocadura se localiza a norte da cidade de Coreaú, apresenta-se condicionado aos terrenos eo-cambrianos onde mostra uma orientação de SW para NE, com seu curso totalmente incluido na área do projeto. Já o rio Itacolomi, ao contrário do Juazeiro, mantem a maior parte de seu curso além dos limites da área do projeto, bem como, um total condicionamento aos terrenos pré-cambrianos. Estes rios do ponto de vista deste trabalho foram considerados como de

2ª ordem não contando portanto com pontos de coleta de amostra geoquímica.

A bacia do Aracatiaçu na região do projeto é bastante restrita, não só em termos de área como também com relação a rede hidrográfica. Nesta bacia o único rio de destaque é o próprio Aracatiaçu, que nesta região mantem somente uma pequena parte do seu curso. Com relação aos tributários vale ressaltar que não se verificam nenhum que mereça determinado destaque.

Um problema importante, com relação ao tipo de trabalho desenvolvido, é aquele que se refere a presença na área prospectada de um bom número de açudes. Os açudes em sua grande maioria são de pequeno porte, de construção rudimentar, edificados com o objetivo de servir como reservatório d'água para consumo de determinada população. Além desses, há os construídos por entidades públicas com finalidades diversas, destacando-se entre eles o Acaraú, Aires de Souza, Forquilha, Acaraú-Mirim etc. Estes reservatórios, que retêm durante todo ano um apreciável volume d'água, mantêm constante a sua jusante um determinado volume d'água. Tal comportamento, que se verifica sem exceção em todos os reservatórios de grande porte, também se verifica em alguns dos menores, fazendo com que o ambiente geoquímico existente a montante do respectivo reservatório não seja idêntico ao da jusante, implicando em possíveis mudanças no comportamento e equilíbrio geoquímico dos elementos traços.

O tipo de rede de drenagem ocorrente nas bacias acima mencionadas é bastante variável, pois se encontra intrinsicamente relacionado com a litologia. Desta maneira, inúmeros são os padrões de drenagem, como por exemplo, nos ter

renos pré-cambrianos, onde o relevo é bastante arrasado e as rochas bastante homogêneas, há o predomínio do padrão dendrítico ralo em íntima associação com o retangular, resultando um padrão misto para estas áreas. Entretanto em determinados locais desses terrenos, notadamente quando da presença de zona de litologia distinta, verifica-se uma mudança no comportamento da rede de drenagem, conferindo a esta padrões tais como; o penado, o dendrítico denso, o anelar, etc. Comportamento semelhante ao acima citado também se verifica nos terrenos eo-cambriano e cambro-ordoviciano onde é grande a variação litológica, ocorrendo rochas de natureza ígnea e sedimentar, o que consequentemente implica na existência de distintos padrões de drenagem.

4.4 - Geomorfologia

Do ponto de vista deste trabalho é de grande importância a caracterização das feições geomorfológicas, pois é assaz importante suas influências no ambiente geoquíimico em termos de concentração, dispersão e mobilidade dos elementros traços.

Na área objeto deste relatório foram distinguidas quatro unidades morfológicas, as quais encontram-se intrinsicamente condicionadas às litologias e estruturas vigentes na região.

A mais extensa destas unidades corresponde ao peneplano desenvolvido em áreas de drenagem dos rios Acaraú , Coreaú e Aracatiaçu, tendo por nível de base o dos referidos cursos d'água. Este peneplano, que apresenta uma elevação constante e gradual, encontra amplo desenvolvimento nas regiões onde as cotas altimétricas variam de 150 a 230 metros.

Esta unidade geomorfológica é característica da região do embasamento cristalino, salvo exceção das áreas onde predominam os quartzitos e granitos pós-orogênicos. Morfologicamente esta unidade se caracteriza por regiões aplainadas de solo arenoso delgado, drenagem do tipo dendrítica-retangular - rala, com vales abertos de pouca profundidade. Estes aspectos no seu conjunto emprestam em termos regionais uma paisagem morfológica monótona onde se destacam raras elevações de perfil arredondado, de aspecto mamelonar, que sem dúvida podem ser considerados como testemunhos de atuação do ciclo geomorfológico gerador desta unidade morfologica. Nos terrenos pré-cambrianos, onde predominam litologia xistosa, verifica-se uma mudança no aspecto do relevo, pois nestas áreas adquire um aspecto extremamente recortado, onde é comum a presença de vales fechados com a drenagem adquirindo padrões caracteristicamente dendríticos. De um modo geral nas áreas pré-cambrianas, onde predominam tipos litológicos homogeneizados (gnaisses, migmatitos, granitóides) o relevo, assume um elevado grau de maturidade, salvo exceção das regiões limítrofes com os sedimentos da bacia do Parnaíba, onde as cotas alcançam valores em torno de 350 m, o relevo apresenta características que o levam a classificá-lo como jovem (vales fechados, acentuado desnível, etc.).

A segunda unidade morfológica, também esculpida sobre terrenos pré-cambrianos, encontra-se registrada sobre regiões onde a litologia dominante, devido a sua própria constituição, resistiu com maior intensidade aos processos de erosão. Desta forma nas regiões do embasamento cristalino onde predominam rochas quartzíticas e maciços graníticos esta unidade encontra boa representatividade. O relevo quando talhado em rochas quartzíticas é geralmente escarpado com des

níveis da ordem de 100 a 120 metros, onde é mister o desenvolvimento de cadeia de cristais descontínuas, hog backs e vales fechados alcantilados na forma de V. As cotas altimétricas situam-se em torno de 500 a 600 m e a rede de drenagem adquire um comportamento distinto daquele verificado nas regiões circunvizinhas, assumindo padrões mistos que poderiam ser classificados de penado e arborecente. Estas feições encontram-se maiormente distribuídas na porção norte-noroeste da área, notadamente nas folhas Tianguá, Senador Sá, Coreaú e Chaval, onde a cadeia de cristais e hog backs denotam uma orientação de oeste para leste, estendendo-se das fraldas da serra da Ibiapaba até o vale do rio Acaraú. Os maciços graníticos pré-cambrianos, da mesma forma que os quartzitos, constituem feições morfológicas que se destacam no peneplano, constituindo formas de relevo do tipo inselbergs. Estes maciços são também responsáveis pela mudança no comportamento da rede de drenagem, que em determinados locais, como por exemplo no inselberg da serra da Barriga, adquire um padrão nitidamente anelar. Os vales apresentam perfis alcantilados e geralmente apresentam-se entulhados de material carreado das encostas.

Nestes maciços é muito bem evidenciada em escala de afloramento, o tipo de erosão dominante, sob a forma de esfoliação esferoidal, cuja consequência maior é imprimir a rocha uma tendência ao arredondamento.

A terceira unidade morfológica encontra-se delineada sobre as litologias constituintes do graben Bambuí/Jaibaras. Esta unidade apresenta em seu conjunto características ímpares em termos de compartimentação de relevo e tipos de drenagem, pois nesta região ao contrário dos terrenos pré-cambrianos é grande a variedade de tipos litológicos, aos

quais sempre se condicionam o modelado morfológico. Desta maneira, foram constatadas duas feições de relevo: a primeira com amplo desenvolvimento sobre as regiões onde as cotas atingem altitudes entre 100 e 200 metros e a segunda sobre aquelas onde as cotas são geralmente superiores a 700 metros.

A primeira feição desenvolve-se nos terrenos ocupados pelas formações dos Grupos Bambuí/Jaibaras, correspondendo a continuidade do peneplano desenvolvido sobre os terrenos pré-cambrianos. Nesta região o relevo apresenta-se maduro, com vales abertos, rede hidrográfica relativamente densa com padronagem dendrítica e raras elevações. Esta feição é característica das formações Coreaú e Pacujá, que são as que em extensão territorial ocupam a maior parte da bacia Bambuí e do graben Jaibaras. Um relevo mais movimentado, com vales estreitos, profundamente entalhados, tem desenvolvimento no âmbito das formações Caiçaras e Trapiá. Os quartzitos basais da Formação Trapiá, que constituem o suporte da serra da Penanduba, imprimem à região de sua predominância um relevo colinoso as vezes bem abrupto, com vales fechados na forma de V. A auréola de termometamorfitos no entorno do granito Mucambo possui no quadro morfológico uma posição de destaque , constituindo uma sequência de cristas alinhadas, paralelas ao contato do granito. Os calcários da Formação Frecheirinha, que possuem ampla ocorrência na bacia, condicionam o desenvolvimento de um relevo cárstico, notadamente nas proximidades da serra da Ibiapaba.

A segunda feição se restringe a região dos stocks graníticos de Mucambo e Meruoca-Rosário, correspondendo à extensão da segunda unidade de relevo desenvolvida nos terrenos pré-cambrianos. Nesta região as cotas altimétricas são geralmente superiores a 700 metros e o relevo apresenta um ele

vado grau de juventude. A rede hidrográfica possui um padrão caracteristicamente retangular onde é mister a ocorrência e/ ou predominância de vales fechados na forma de V. Como principais representantes dessa feição se destacam a serra do Carnutim que tem como suporte o stock de Mucambo, e a serra da Meruoca-Rosário talhada no stock de nome homônimo.

A quarta e última unidade morfológica corresponde a área sedimentar da Bacia do Meio Norte ocorrente na porção mais ocidental da área, conhecida regionalmente como serra da Ibiapaba. Kegel (1953), considerou este elemento de relevo como a feição morfológica de maior destaque do Nordeste Oriental. Suas feições morfológicas mais destacáveis encontram-se desenvolvidas no trecho de Ipu a Tianguá onde é grande o número de anfiteatros, morros testemunhos, mesas, mesetas e outros tipos afins modelados maiormente na zona de escarpa (Foto nº 1). Ainda neste trecho, este elemento morfológico apresenta cotas altimétricas da ordem de 850 a 900 metros, com desníveis para o peneplano de leste equivalentes a 700 metros. Morfologicamente em seu conjunto corresponde a uma "cuesta" voltada para o nascente com o seu "reverso" se inclinando suavemente para oeste, talhada em paredões alcantilados (Foto nº 2) de arenitos da Formação Serra Grande.

Em termos de evolução geomorfológica a área em epígrafe apresenta determinados registros geológicos por meio dos quais é possível com determinado grau de abstração se fazer a reconstituição pelo menos parcial de sua história.

Há evidência da extensão para leste da continuidade dos sedimentos da Formação Serra Grande, uma vez que os testemunhos dessa unidade litológica nas cercanias de Santana do Acaraú confirmam esta hipótese, originalmente sugerida

por Aguiar (1969). Deste modo, a evolução geomorfológica que resultou no atual modelado da área em foco, teve seu início com a destruição progressiva dos sedimentos da Bacia do Meio Norte, evento possivelmente relacionado a fase posterior do arquemaneto do continente que afetou a região no final do mesozóico (ciclo Sul Americano de King conforme Braun 1971).

Nesta fase, a região banhada pelos rios Coreaú e Acaraú sofreu um processo de erosão total, tendo como efeito o recuo progressivo da escarpa da Formação Serra Grande.

O desenvolver deste processo permitiu o desmantelamento dos terrenos cristalinos onde predominavam litologias brandas deixando, no entanto, como testemunhos espigões quartzíticos semelhantes aqueles ocorrentes ao norte das folhas Tianguá e Coreaú que se projetam quase que perpendicularmente a linha de "cuesta" da Formação Serra Grande.

A esta fase peneplanativa seguiu-se a fase de soerguimento do continente verificado em época plio-pleistocenica (Almeida 1969), que na área do projeto teve como resultado a formação de uma superfície de abrasão/deposição reconhecida e denominada na área por Costa et alii (op.cit.) sob o nome de superfície Araras. Esta superfície em linhas gerais representa a superfícies aplainada do ciclo Velhas (Braun,op. cit.). Sobre esta superfície se instalou a atual fase erosiva correspondente ao ciclo Paraguassu (Braun, op. cit.), responsável pelo atual modelado do relevo, deixando no entanto preservado raros testemunhos restritos as áreas do embasamento cristalino.

4.5 - Solos

Os solos existentes na área estão condicionados a três grandes variáveis a saber: clima, relevo e tipo litológico. Destas 3 variáveis, o relevo e o tipo litológico são as que tiveram maior influência na constituição dos solos uma vez que a variárel clima pode ser considerado como constante pelo menos na região da área do projeto. Dado as suas características físicas, natureza e composição mineralógica os solos podem ser classificados em três grupos: laterítico, semi árido e azonais.

Os solos lateríticos apresentam uma distribuição bastante restrita e um condicionamento mais expressivo às áreas de ocorrência da unidade A do Pré-Cambriano (filitos, xistos,etc.). São solos de coloração avermelhada, com pouca matéria orgânica, com elevado grau de oxidação,geralmente se apresentando na forma de "crostas". Constituem, em termo de ocorrência, o assoalho das elevações de topo chato e das regiões aplainadas, onde se apresenta ora como uma capa relativamente contínua com espessura inferior a 0,50 m ou constituindo uma fina película que desaparece em direção as zonas mais baixas. Este tipo de solo suporta uma vegetação pobre e esparsa, compondo um curioso modelo de "cerrado".

Os solos semí-áridos são os que em linhas gerais possuem a maior área de ocorrência, estendendo-se indistintamente por toda a região do embasamento, bem como, sobre determinadas regiões da bacia Bambuí e do graben Jaibaras. De um modo geral,notadamente no embasamento cristalino, este tipo de solo se apresenta com uma coloração cinza-amarelada constituído dominantemente pela fração arenosa e contendo relativa quantidade de seixos ou fragmentos de rocha. São solos ti

picamente residuais, poucos espessos, imaturos, com pouca matéria orgânica. Ocorrem com maior frequência nas regiões de topografia suave, e em menor escala nas regiões de encosta. Suportam uma vegetação raquítica, tipo caatinga, ressalvando as zonas baixas notadamente aquelas de "várzeas", onde a espécie dominante é a carnaúba.

Os solos azonais (aluvias em formação) são os que apresentam a menor área de ocorrência, pois se restringem as planícies de inundação dos grandes cursos d'água. São solos de composição areno/argilosa, de tonalidades claras, imaturos, geralmente de pequena espessura e que em determinados locais chegam a capear os solos semi-áridos. A vegetação típica desses solos é também a palmeira carnaúba,coexistindo com o juazeiro e a oiticica.

Nestes três tipos de solo não foi observado em nenhum local o desenvolvimento de um perfil completo, isto é, com as zonas A, B e C. O que observa geralmente é um horizonte B pouco desenvolvido sobrejacente ao horizonte C.Este comportamento reflete por si o tipo de clima e de intemperismo dominante, pois somente em regiões submetidas a um enérgico intemperismo físico e a um clima semí-árido é possível tal comportamento.

O tipo litológico é também um fator condicionante do tipo de solo pois é dele que o mesmo se origina. Desta forma, em regiões onde há o predomínio de rochas calcárias por exemplo, na Formação Frecheirinha, o solo adquire uma coloração cinza escura, e um alto teor em argila. Semelhante situação se verifica nas regiões de manifestação do vulcanismo Parapuí, notadamente sobre rochas de seu polo básico (basaltos, gabros, diabásios etc), onde é mister a mudança não só de co

loração (cinza-escura, marrom e preta) e composição (alto teor em argila), como também da espessura (superior a 0,50 m).

Nas regiões lindeiras à serra da Ibiapaba há o desenvolvimento de um solo coluvial bastante espesso, de coloração amarelada oriundo em sua maior parte da desagregação dos constituintes litológicos da referida serra. Entre Ipu e Reriutaba verifica-se o desenvolvimento local de um solo coluvial de coloração avermelhada, contendo em destaque seixos rolados de quartzo e secundariamente de feldspato, caoticamente dispersos em um cimento laterítico.

4.6 - Geologia Regional

Antes de tecermos comentários sobre a geologia queremos ressaltar que os dados e/ou informações de cunho geológico relatados neste capítulo foram em sua maior parte compilados do Projeto Jaibaras, o qual constou de um mapeamento geológico na escala 1:100.00 de uma região na qual se localiza a área deste projeto. Neste mapeamento foram reconhecidas na zona do embasamento cristalino três unidades lito-estruturais: Pré-Cambriano A, B e C. Destas unidades a única que não apresenta representatividade na área deste projeto é a unidade C, deste modo, os comentários sobre o embasamento cristalino se aterão somente às unidades A e B. A figura 2 sumarisa o quadro estratigráfico da área em foco. É oportuno salientar que este quadro estratigráfico é totalmente baseado naquele do Projeto Jaibaras.

4.6.1 - Embasamento Cristalino Pré-Cambriano

4.6.1.1 - Pré-Cambriano B

A unidade Pré-Cambriano B corresponde litologica

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL-SUREG-RE

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO	Qa	Aluvião-areia cinza a creme fina a grosseira, acamamento indistinto
			Qc	Detritos inconsolidados mal classificados, acumulados em vales intramontanos
PALEOZÓICO	DEVONIANO INFERIOR / SILURIANO SUPERIOR		SDsg	Formação Serra Grande-conglomerados e arenitos grosseiros, horizontalizados, arcoseanos e caulínicos
				DISCORDÂNCIA
	CAMBRO-ORDOVICIANO	GRUPO JAIBARAS	Єoja	Formação Aprazível-conglomerado grosseiro polimítico, consolidado, mal classificado s/estratificação
				DISCORDÂNCIA
			Єojpa	Formação Parapuí-basaltos, andesitos espilitizados, dacitos, dioritos, gabros e riolitos
				DISCORDÂNCIA
			Єojp	Formação Pacujá-arenitos líticos e arcoseanos, folhelhos e grauvacas conglomeráticas
			Єojm	Formação Massapê-ortoconglomerados polimíticos, brechóide, matriz arcoseana vermelha ou parda
				DISCORDÂNCIA
			Єogrm	Granitóide Tipo Meruoca-granito monzonítico e hornblenda-biotita-granito
			Єotm	Termometamórfitos das formações Trapiá, Frecheirinha e Coreaú
				DISCORDÂNCIA
	EO-CAMBRIANO SUPERIOR	GRUPO BAMBUÍ	eЄsbco	Formação Coreaú-arenitos arcoseanos creme à cinza claro e grauvacas líticas conglomeráticas
			eЄsbf	Formação Frecheirinha-calcários pretos, cinza escuro c/veios de calcita e silica inclui termometamórfitos
			eЄsbc	Formação Caiçaras-ardósias roxas e vermelhas laminadas
			eЄsbt	Formação Trapiá-arenitos epimetamórficos e siltitos filitosos
				DISCORDÂNCIA
PRECAMBRIANO	"A"		pЄAfl	Filitos c/bancos quartzíticos, clorita-quartzo-xisto, clorita-talco-xisto, biotita-muscovita-xisto, calco-hornfels, calcário e metacórsio
			pЄAqz	Quartzitos puros e quartzitos micáceos laminados, geralmente fraturados e cataclasados
				DISCORDÂNCIA
	"B"		pЄBgc	"Stock" granítico pós-orogênico-muscovita biotita granito grosseiro, c/facies porfiróide local
			pЄBga	Granitóide Tipo Araras-granito a muscovita, biotita e hornblenda
			pЄBqz	Quartzitos feldspatizados e muscoviticos, calcário, xistos a biotita, granada e cianita
			pЄBmi	Migmatitos heterogêneos dominantes, secundáriamente xistos feldspáticos e rochas calcosilicatadas

FONTE: PROJETO JAIBARAS-D.N.P.M/C.P.R.M.1973

FIG. 2

mente a uma variada e complexa associação de parametamorfitos, onde se destacam: migmatitos heterogêneos (epibolitos , diadisitos, agmatitos, etc) gnaisses biotíticos, quartzitos puros ou muscovíticos incluindo; granitóide metassomático e quigranular à biotita e hornblenda com áreas de composição diorítica (granitóide tipo Araras), granitóide pós-orogênico microclina-granito com fácies porfiróide e pegmatóide (granitóide tipo serra da Barriga) e termometamorfitos. Na área deste projeto esta unidade encontra uma maior representatividade a leste do lineamento Sobral-Pedro II, englobando a maior parte dos terrenos das folhas Sobral, Humberto Monte , Groairas, Aracatiaçu, Ipu, Reriutaba, Macaraú e secundariamente, na região das folhas Frecheirinha, Coreaú, Chavez e Senador Sá, nos levando a considerá-la na área deste trabalho como unidade representativa do embasamento cristalino. Nesta unidade o tipo litológico dominante são os migmatitos heterogêneos pois ocupam cerca de 65% da área de ocorrência desta unidade lito-estrutural.

Entretanto cabe ressaltar que a denominação de migmatitos heterogêneos não só designa o sentido "sensu stricto" como também litologias afetadas por diferentes graus de migmatização, desde xistos feldspatizados até núcleos homogeneizados a nível de embrechitos e anatexitos. As áreas onde a migmatização alcançou estágios mais elevados situam-se além da região deste projeto na sua porção norte,contendo porém secundárias representações nas folhas Senador Sá e Frecheirinha. onde,os migmatitos heterogêneos apresentam fácies diadisíticas,agmatíticas e epibolíticas, bem como, embrechitos fitados e núcleos granitizados. Na região a leste do lineamento Sobral-Pedro II este tipo litológico é maiormente representado pela fácies epibolíticas-diadisíticas e mais ra

ramente agmatítica. Entretanto, na região lesta da folha Aracatiaçu e em parte da Macaraú observa-se nesta litologia uma tendência a homogeneização pela presença da fácies embrechítica com culminações eventuais de granitóides. Além destas fácies, nesta região também se verifica tipos petrográficos que podem ser descritos como gnaisses comuns à biotita e hornblenda, de granulação média a grosseira. Na folha Sobral e Reriutaba a fácies gnáissica encontra-se representada pelos gnaisses xistosos, biotíticos, com restos de biotita-xistos levemente feldspatizados, que gradam para epibolitos e diadisitos.

Os quartzitos e rochas afins depois dos migmatitos heterogêneos são os tipos litológicos que possuem maior distribuição territorial da unidade Pré-Cambriano B, sendo os responsáveis pelas feições morfológicas de maior destaque desta unidade. Este tipo litológico encontra maior expressividade em termos de ocorrência a leste do lineamento Sobral-Pedro II, bem como, na porção norte das folhas Tianguá, Coreaú e na porção sul da folha Senador Sá. Nestas folhas este tipo litológico é maiormente representado por quartzitos puros, em bancos espessos e bastante fraturados. Na zona a leste do lineamento Sobral-Pedro II as áreas atribuídas a esta unidade correspondem a litologias relativamente heterogêneas onde os quartzitos desempenham papel relevante. Com relação a seu modo de ocorrência restringem-se a níveis e lentes que se repetem aleatoriamente ao longo do perfil vertical da sequência, em nítida concordância com os migmatitos encaixantes. Do ponto de vista petrográfico, são quartzitos muscovíticos por vezes xistosos, dispostos em bancos estreitos e intercalados. Fácies petrográficas, com restritas áreas de ocorrência e intimamente associadas à sequência quartzítica ,

foram detectadas na região de Cariré-Groairas e ao sul do açude Forquilha sendo respectivamente representadas por calcário cristalino puro intercalado em gnaisses calco-silicaticos e quartzitos feldspáticos com disseminações de cianita.

Outro tipo litológico de real destaque na unidade Pré-Cambriano B é uma fácies granitóide, que pelas suas características peculiares recebe a denominação de granitóide tipo Araras. Esta litologia em termos de área de ocorrência, alcança maior representatividade na porção sul da área do projeto, notadamente nas folhas de Ipu, Reriutaba, Macaraú e Hidrolândia, com secundária representação na porção SE da folha Aracatiaçu.

Petrograficamente esta fácies trata-se de um granito cinza claro, de granulação grosseira a média, constituída por feldspato, quartzo, hornblenda, biotita, apresentando por vezes na forma de enclaves não digeridos restos de paleossoma à biotita e anfibólio.

Os seus contatos com a unidade litológica encaixante-migmatitos heterogêneos - são de carácter transicional, por vezes discordantes, sugerindo uma tendência tardicinemática do processo de granitização.

Outro elemento litológico de singular importância no quadro geológico da unidade B do Pré-Cambriano é o stock granítico da serra de Barriga.

Este maciço granítico representa estruturalmente um "plug" com cerca de 3 km de diâmetro, seccionando de maneira brusca as estruturas das litologias encaixantes.

Petrograficamente corresponde a um granito grosseiro com textura porfirítica e pegmatóide, constituído nota

damente de quartzo e feldspato.

4.6.1.2 - Pré-Cambriano A

A unidade "A" do Pré-Cambriano é constituída por uma sequência litológica cuja principal característica é a falta absoluta de evidências de feldspatização. Nesta sequência foram reconhecidas litologias cujos tipos dominantes são os seguintes: filitos, xistos de baixo grau metamórfico,quartzitos, calcário cristalino e termometamorfitos. Na área do projeto, esta unidade se restringe, em termos de ocorrência, à porções localizadas nas folhas Senador Sá, Viçosa do Ceará e Chavez, tendo como litologias dominantes filitos, xistos e quartzitos. Cabe ressaltar que esta unidade na folha Senador Sá possui um posicionamento tectônico anômalo do verificado nas demais regiões de sua ocorrência, notadamente naquelas de maior expressividade situadas além da área do projeto.

A sequência de quartzitos, que ocupa a posição basal na unidade "A", corresponde do ponto de vista petrográfico a quartzitos puros, que em determiandos locais chegam a ostentar ainda feições primárias de estratificação. Na parte média e no topo da sequência é comum a presença de quartzitos muscovíticos, com a muscovita disposta em leitos delgados e cujas lamelas exibem bordas esfarrapadas. Esta sequência em termos de ocorrência alcança maior representatividade na região compreendida pelas folhas Viçosa do Ceará e Chavez, localizadas na porção noroeste da área.

A sequência de filitos e xistos da unidade "A" na área do projeto alcança sua maior expressão em termos de ocorrência, na porção sul da folha Senador Sá, no trecho compreendido pelas falhas Massapê e Apurinã, com secundárias re

presentações na folha Chavez. Esta sequência, que fora da área do projeto exibe de maneira marcante a fácies filitosa em toda sua característica, na região da folha Senador Sá ostenta tão somente a fácies xistosa. Desta forma a litologia representativa desta sequência na área do projeto são os muscovita-biotita-quartzo-xistos, que podem eventualmente gradar até biotita-xistos. Esta fácies litológica exibe uma xistosidade bem desenvolvida, com alternância de bandas subparalelas, micáceas, com muscovita e biotita e bandas quartzosas claras. Na zona do contato desta litologia com o graben Jaibaras, ao longo de falha Massapê e a NW da cidade do mesmo nome, ocorrem nesta litologia bancos de calcários de coloração cinza-esverdeada, de granulação fina a média, totalmente silicificado. Outro tipo litológico presente nesta unidade e oriundo dos processos de metaforfismo térmico são os calcohornfels, localizados notadamente na borda do stock granítico Meruoca-Rosário. Os calco-hornfels apresentam-se como rochas compactas, de granulação média a fina, de cor verde, em bancos espessos, conservando os planos de acamamento e/ou xistosidade originais.

4.6.2 - Eo-Cambriano - Cambro-Ordoviciano

As rochas de idade eo-cambriana e cambro-ordoviciana ocorrentes na área do projeto pertencem respectivamente em seu conjunto a dois grupos: o Grupo Bambuí e o Grupo Jaibaras. Cabe porém salientar que esta pertinencia é fundamentalmente baseada na concepção adotada pelo Projeto Jaibaras.

4.6.2.1 - Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí o mais antigo, é constituído por quatro unidades lito-estratigráficas: formações Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha e Coreaú que em conjunto representam uma sequência sedimentar com pelo menos 4.000 metros de espessura, onde predominam grauvacas, arenitos arcoseanos, calcários, ardósias e quartzitos. Este conjunto litológico caracteriza uma associação do tipo flysh, depositada em zona tectonicamente instável e de rápida subsidência.

A área de ocorrência deste grupo na região do projeto limita-se as folhas Tianguá, Coreaú, Frecheirinha e com secundárias representações na porção norte da folha Mucambo. Esta região de ocorrência corresponde por sua vez, ao amplo peneplano compreendido entre as serras da Meruoca-Rosário e da Ibiapaba, respectivamente a leste e oeste do Carnutim ao sul. Na porção mais ocidental da área as formações deste grupo encontram-se recobertas pelos sedimentos paleozóicos da Bacia do Meio Norte, ao longo da escarpa da serra da Ibiapaba.

4.6.2.1.1 - Formação Trapiá

A Formação Trapiá, que ocupa a parte basal do Grupo Bambuí, é litologicamente constituída por arenitos e siltitos epimetamórficos, de granulação média a fina com cimento síltico-argiloso e cores cinza escura a parda. Apresenta ainda uma fácies quartzítica, grosseira, com níveis conglomeráticos que se apresenta na forma de bancos decimétricos que eventualmente alcançam a escala do metro. Esta fácie, que possui suas melhores exposições na serra da Penanduba, é a

principal responsável pela mudança no modelado do relevo do peneplano anteriormente mencionado.

O contato inferior da Formação Trapiá segundo Costa et alii (op.cit.), não foi observado, fato que se deve provavelmente a tectônica peculiar da bacia. A sua capa aflora em diversos locais sempre exibindo um caráter transicional com as formações sobrejacentes. Sua espessura foi estimada com dados de superfície entre 800 a 1.000 metros. Do ponto de vista petrográfico a Formação Trapiá se caracteriza pela presente constância de sedimentos clásticos em toda a sua seção, dominando na porção noroeste da bacia quartzitos conglomeráticos e arenitos grosseiros epimetamórficos, geralmente mal classificados. Na região limítrofe com o granito Mucambo tem predominância a fácies arenítica propriamente dita, com dominância de arenitos epimetamórficos, de granulação média, bastante endurecidos e extremamente fraturados.Nessa região há também o desenvolvimento de termometamorfitos oriundos de processos de metamorfismo térmico, devido ao stock granítico de Mucambo.

4.6.2.1.2 - Formação Caiçaras

A Formação Caiçaras, que do ponto de vista estratigráfico se sotopõe aos calcários de Formação Frecheirinha e sobrepõe aos arenitos epimetamórficos e quartzíticos da Formação Trapiá, é litologicamente constituída por ardósias vermelhas e quartzitos. Na escala de afloramento esta unidade se apresenta em espessos pacotes de ardósias vermelhas e roxo-avermelhadas, laminadas, com clivagem ardosiana bem desenvolvida. Os elementos clásticos grosseiros são maiormente representados por pacotes de orto-quartzitos de granulação

grosseira a conglomerática, de cores claras, frequentemente recristalizados, cortados por veios de sílica, ocorrendo com maior frequência na parte basal da formação. A espessura da Formação Caiçaras foi estimada com base em elementos de superfície em aproximadamente 400 metros. Seus contatos com as formações Trapiá e Frecheirinha são dominantemente gradacionais e interdigitados. Sua maior área de ocorrência situa-se na folha Frecheirinha, onde constitui uma estreita faixa com direção NE-SW, no vale do riacho Caiçara.

4.6.2.1.3 - Formação Frecheirinha

A Formação Frecheirinha, aqui designada como unidade estratigráfica do Grupo Bambuí, é litologicamente constituída por calcários de granulação fina, de coloração cinza azulada, bastante impuros, com intercalações eventuais de delgados bancos de margas, metasiltitos e quartzitos.

Estratigraficamente esta formação ocupa no Grupo Bambuí um posicionamento médio sendo sotoposta a Formação Coreaú e sobreposta a Formação Caiçaras.

Os seus contatos com as outras unidades, tanto na lapa quanto na capa, são de caráter gradacional e interdigitado, podendo entretanto estar ausente em algumas seções da bacia. As maiores espessuras desta formação, da ordem de 400 500 metros, são encontradas no entorno da cidade de Frecheirinha e ao sul da cidade de Coreaú.

Em termos de área de ocorrência a Formação Frecheirinha se distribui praticamente em toda região da bacia se bem que em faixas irregulares, compreendendo a porção que se estende da serra da Ibiapaba até os contrafortes da serra

da Meruoca-Rosário.

4.6.2.1.4 - Formação Coreaú

A Formação Coreaú, que sobrepõe concordantemente a Formação Frecheirinha geralmente com contatos gradacionais e interdigitados, é constituída por uma sequência de arenitos arcoseanos finos e grauvacas líticas.

Esta formação, em termos de área de ocorrência, é a que possui maior extensão territorial pois ocupa toda a porção norte da bacia, com representativas invaginações nos setores leste e oeste, englobando portanto, toda a região do vale do rio Juazeiro como também o alto curso do rio Coreaú.

Em escala de afloramentos os arenitos arcoseanos desta formação apresentam-se em bancos decimétricos, bem acamadados, de coloração creme-cinza, ostentando intenso faturamento, que por vezes confunde a identificação da atitude estrutural. As fácies grosseiras da Formação Coreaú localizam-se a noroeste e oeste da serra da Penanduba, sendo representadas por grauvacas líticas com frequentes feições conglomeráticas, dispostas em bancos maciços com estratificação incipiente.

Os contatos desta formação com as unidades litoestratigráficas do Grupo Jaibaras são invariavelmente de caráter tectônico através de um complicado sistema de falhas de gravidade, que se desenvolve entre os stocks graníticos Meruoca-Rosário e Mucambo. Na porção norte da bacia esta formação exibe com o embasamento cristalino um contato tectônico ao longo da falha de Arapá, a qual faz o limite norte da bacia Bambuí.

Na porção oeste da bacia a Formação Coreaú, como as demais do Grupo Bambuí, são recobertas discordantemente pelos arenitos siluro-devonianos da Formação Serra Grande, desde as circunvizinhanças da cidade de Tianguá até as proximidades da cidade de Ibiapina.

A Formação Coreaú abriga uma feição tectônica muito particular, que em termos gerais pode ser tomada como elemento de individualização. Esta feição se refere ao intenso fraturamento de caráter regional, claramente desvinculado de estruturas locais. Merece ainda destaque o diaclasamento que hospeda o grande número de diques orientados segundo as direções E-W e NE-SW, filiados ao magmatismo Meruoca-Rosário.

A espessura desta unidade litológica foi estimada, com dados de superfície, como sendo de aproximadamente 2.000 metros.

4.6.2.2 - Granitos Pós-Orogênicos

Sob essa denominação se encontram designados os dois stocks graníticos que ocorrem na área da bacia Bambuí e do graben Jaibaras - o stock Meruoca-Rosário que forma a serra homônima e o stock de Mucambo que constitui o suporte da serra do Carnutim. Além destes dois corpos maiores, a fase magmatica manifesta-se ainda na forma de diques de microgranito e intrusivas menores.

O stock granítico de Mucambo, que abrange uma área de aproximadamente 180 km^2 compreendido nas folhas Frecheirinha, Mucambo e São Benedito, é constituído, em cerca de 80% por um granito leucocrático, grosseiro, equigranular, de coloração cinza clara. Na região de contato com os sedimen

tos do Grupo Bambuí, além de ser o elemento gerador da aureóla de termometamorfitos, apresenta variações texturais mormente na granulometria, que de grosseira passa para média a fina.

Como fácies subordinada ao stock Mucambo distingue-se um granito vermelho de granulação grosseira, textura granular e/ou pegmatóide, disposta na forma de diques ou apófises. Petrograficamente o stock Mucambo trata-se de um granito monzonítico com hornblenda e biotita, que na extremidade sul evolui para um granito subalcalino com hornblenda.

No stock granítico Meruoca-Rosário, que possui uma área da ordem de 400 km^2, maiormente localizada nas folhas Coreaú e Sobral, a fácies dominante é um granito grosseiro, equigranular, isotrópico de cor vermelha. Petrograficamente corresponde a um biotita-hornblenda-granito com variações para granito leucocrático na ausência dos máficos.

O stock Meruoca-Rosário exibe, em termos de contato com as litologias circunvizinhas, um caráter dominantemente tectônico, como por exemplo o delineado ao longo da falha Café-Ipueiras. Semelhante comportamento se verifica na porção leste do stock Mucambo, também ao longo da falha acima mencionada.

Os stocks de Mucambo e Meruoca-Rosário apresentam entre si um conjunto de fatores comuns que indicam não só um relacionamento genético como também uma contemporaneidade, a saber:

1 - Ambos são intrusivas no Grupo Bambuí como bem demonstram as auréolas de termometamorfitos presente nos sedimentos deste grupo, o que já não ocorre com os constituintes litológicos do Grupo Jaibaras, situando-os desta forma

em termos de tempo no período pós-Bambuí/pré-Jaibaras.

2 - Ambos apresentam granulação grosseira generalizada, fato indicativo da natureza plutônica, que em consonância com a fácies metamórfica desenvolvida nos termometamorfitos (albita-epidoto-hornfels e hornblenda-hornfels) evidenciam condições epizonais de cristalização.

4.6.2.3 - Grupo Jaibaras

Os terrenos de idade cambro-ordoviciana ocorrentes na área do projeto são os constituintes do aqui denominado Grupo Jaibaras. Este grupo, que inclui quatro unidades lito-estratigráficas, é constituído em termos gerais por uma sequência de sedimentos clásticos imaturos e rochas vulcânicas, com uma espessura da ordem de 3.000 metros. Em termos de área de ocorrência, a mais importante corresponde ao denominado graben Jaibaras - ampla fossa tectônica desenvolvida notadamente entre grande falhamentos transcorrentes (falha Café-Ipueiras e lineamento Sobral-Pedro II), que se estende por cerca de 120 km na direção NE, com uma largura média de 8 a 10 km. Esta faixa de ocorrência abrange parcialmente as folhas de São Benedito, Mucambo, Sobral, Senador Sá e Santana do Acaraú. Na porção nordeste da folha de Mucambo o Grupo Jaibaras admite invaginações a oeste da falha Café-Ipueiras, local onde por um complicado sistema de falhas de abatimento se encontram em contato sedimentos dos grupos Bambuí e Jaibaras. As unidades lito-estratigráficas que constituem o Grupo Jaibaras são os seguintes de base para o topo: Massapê, Pacujá, Parapuí e Aprazível.

4.6.2.3.1 - Formação Massapê

A Formação Massapê, que ocupa a posição basal do Grupo Jaibaras, é constituída por uma sequência litológica cujo tipo dominante são os ortoconglomerados polimíticos brechóides com matriz areno-arcoseana de coloração vermelha a cinza escura. Em termos de ocorrência a Formação Massapê tem presença marcante em toda borda ocidental do graben Jaibaras. Na porção norte desse graben, aflora ao longo da falha homônima a oeste das cidades de Massapê e Santana do Acaraú. No setor sul tem como área de ocorrência a porção compreendida entre os stocks Meruoca-Rosário e Mucambo a oeste da falha Café-Ipueiras. Representações secundárias fora do graben são detectadas no entorno da cidade de Coreaú.

Petrograficamente, a Formação Massapê é constituída de ortoconglomerados polimíticos, cuja variação da matriz e dos elementos grosseiros denunciam um estreito condicionamento às fontes locais de suprimento. O conglomerado é via de regra constituído por blocos angulosos de até 10 cm de dimensão de rochas do Grupo Bambuí e do embasamento cristalino, imersos em uma matriz arcoseana de coloração vermelha-roxa.

As espessuras desta formação são bastante variáveis pois dependem em maior grau do seu "mise em place" local, visto a unidade estar sempre condicionada a pequenos grabens. Em vista disso foi estimada em determinados locais por Costa et alii (op.cit.) espessuras da ordem de 100, 250 e até 1080 metros.

O contato inferior desta formação tanto com a unidade superior do Grupo Bambuí quanto com o embasamento cristalino é de caráter nitidamente tectônico.

Com as outras unidades do Grupo Jaibaras o seu contato adquire um caráter normal por vezes gradacional.

4.6.2.3.2 - Formação Pacujá

A Formação Pacujá dentre as do Grupo Jaibaras é a que possui maior extensão territorial, estando presente em toda a zona do graben Jaibaras. Suas melhores exposições encontram-se localizadas no setor sul do graben mais notadamente no vale do rio Jaibaras.

A Formação Pacujá, que sobrepõe concordantemente a Formação Massapê, é constituída por uma sequência de arenitos líticos, arcoseanos, folhelhos vermelhos micáceos e subordinadamente grauvacas e horizontes conglomeráticos. Estes sedimentos apresentam colorações roxo-avermelhada castanha e cinza esverdeada, com elevado grau de imaturidade. O conjunto das formações Pacujá e Massapê pode ser tratado em termos de ambiência geológica como uma sequência molássica continental acumulada em fossa tectônica.

O que mais caracteriza a Formação Pacujá e a variedade faciológica dos seus constituintes, que parece estar condicionada ao seu posicionamento na bacia. Desta forma, na porção sul do graben há uma predominância de arenitos finos, arcoseanos e arcoseos sílticos de coloração castanha arroxeada e amarela-avermelhada, exibindo por vezes marcas de ondas e estratificação cruzada. Na porção central, exibe grande variações faciológicas, com os arenitos variando lateral e verticalmente desde do tipo lítico até típicos arcoseos, conservando porém em todas elas o elevado grau de imaturidade. As únicas representações de grauvacas foram registrados no setor norte, onde é mister a presença de ro

chas com tonalidades cinza-escura sem qualquer plano de estratificação e com elementos clásticos caoticamente dispersos na matriz.

A espessura da Formação Pacujá apresenta o mesmo problema que a da Formação Massapê, pois ambas estão condicionadas à zona do graben Jaibaras, sujeitas portanto a grande variações locais em termos de profundidade.

Desta forma as espessuras estimadas para esta formação situam-se segundo Costa et alii (op.cit.), em uma faixa que varia de 200 a 1200 metros.

Com relação a seus contatos cabe ressaltar,que na sua grande maioria são de caráter tectônico a não ser com a Formação Massapê quando exibe um comportamento normal.

4.6.2.3.3 - Formação Parapuí

Sob a denominação de Formação Parapuí encontra-se agrupada toda uma complexa "suite" de rochas vulcânicas, extensos derrames de lavas, termos piroclásticos e subvulcânicos, que cortam e recobrem as formações inferiores do Grupo Jaibaras. Petrograficamente correspondem a basaltos, andesitos, dacitos e riolitos geralmente espilitizados e queratofirizados, além de gabros e diabásios.

As rochas vulcânicas da Formação Parapuí tem suas áreas de ocorrência intimamente associadas ao graben Jaibaras e são por ele maiormente limitadas. Na seção setentrional do graben, isto é, de Sobral para norte, nas regiões compreendidas pelas folhas Senador Sá e Santana do Acaraú, ocorrem os mais espessos derrames de lavas espilitizadas,onde os tipos petrográficos dominantes são: basalto,andesito e daci

to.

Na porção sul do graben, mais notadamente ao longo da falha Café-Ipueiras e da falha do rio Jaibaras, a ocorrência desta unidade é bem marcada através de uma grande variedade de tipos litológicos, entre os quais se destacam os andesitos, dacitos, riolitos, diques e sills de rochas subvulcânicas.

Na caracterização petrográfica das diversas fácies que compõem a Formação Parapuí, foi verificado por Costa et alii (op.cit.) que as mesmas constituem uma típica Província Petrográfica, com variações contínuas na sua composição desde o polo mais básico (basalto-diabásio) até o polo mais ácido (riolitos).

O traço característico da Formação Parapuí, que a distingue das demais formações vulcânicas ocorrentes no Brasil, é a associação de lavas do tipo espilito-queratófiro, representada pelos basaltos e andesitos totalmente espilitizados e mineralogicamente definidos pela associação albita $\pm$ clorita $\pm$ epidoto $\pm$ tremolita $\pm$ actinolita $\pm$ calcita.

4.6.2.3.4 - Formação Aprazível

A Formação Aprazível, que culmina o episódio sedimentar do Grupo Jaibaras, é constituída por conglomerados grosseiros, com matriz arcoseana, que recobrem de forma indistinta as formações Massapê, Pacujá e Parapuí. As áreas de ocorrência da Formação Aprazível se restringem a segmentos do graben Jaibaras, localizados maiormente ao longo da falha Café-Ipueiras e na zona de cisalhamento Sobral-Pedro II. Petrograficamente é constituída por ortoconglomerados grosseiros,

polimíticos, mal classificados, contendo blocos de todos os tipos de rochas pré-Aprazível ocorrentes na área, tais como: gnaisse, xistos, filitos, ardósias, quartzitos e calcários do Grupo Bambuí, arenitos e conglomerados das formações Pacujá e Massapê, rochas vulcânicas da Formação Parapuí e blocos dos stocks graníticos Mucambo e Meruoca-Rosário. A matriz deste conglomerados é geralmente de composição arcoseana, de granulação grosseira e de coloração cinza amarelada a roxa.

Uma característica da Formação Aprazível, que a individualiza das demais do Grupo Jaibaras, é a sua forma de ocorrência, sempre em bancos horizontalizados,evidenciando a sua ausência como participante na tectônica quebrável verificada nas demais formações.

4.6.3 - Siluro - Devoniano

4.6.3.1 - Formação Serra Grande

A Bacia Sedimentar do Meio Norte encontra-se representada na área do projeto através dos sedimentos siluro-devonianos da Formação Serra Grande. Sua maior área de ocorrência se restringe a porção mais ocidental da área, onde constitui o suporte da serra da Ibiapaba.Representações secundárias de forma isolada se verificam no setor setentrional da área, notadamente na folha Santana do Acaraú, onde ocupam um pequeno graben encaixado em rochas do embasamento cristalino.

No setor ocidental da área a Formação Serra Grande constitui uma faixa contínua e regular de direção NNO-SSE, compreendendo a parte ocidental das folhas Tianguá,Frecheirinha, São Benedito, Reriutaba e Ipu, tendo como limite leste

a escarpa da serra da Ibiapaba.

Litologicamente a Formação Serra Grande é constituída por arenitos grosseiros e conglomerados, com ocasionais intercalações de folhelhos e siltitos. Estas litologias, notadamente na serra da Ibiapaba, constituem espessos bancos, quase sempre diaclasados, expostos em paredões com até 180 m de altura. Em alguns níveis é bem distinto o acamamento em estratos que atingem a escala do metro. Na região da Folha de Ipu, mais notadamente a noroeste da cidade homônima, aflora na porção basal desta formação um conglomerado grosseiro contendo seixos de quartzo, feldspato caulinizado, dispersos em uma matriz arenosa grosseira.

De todas as feições apresentadas pela Formação Serra Grande a que mais de destaca é a relacionada a morfologia do relevo que se apresenta sob a forma de cuesta, mesas, mesetas e morros testemunhos ao longo da serra anteriormente referida.

4.6.4 - Quaternário

4.6.4.1 - Aluviões

Na região deste trabalho as áreas das aluviões se restringem aos vales dos rios Acaraú e Coreaú, com menores representações em alguns cursos d'água das bacias dos referidos rios. O vale do rio Acaraú é a região de maior ocorrência, notadamente da cidade de Groairas para o norte, onde se desenvolve notável aluvionamento, em uma faixa contínua, com largura média de 1 a 2 km.

As áreas aluviais do rio Coreaú limitam-se geralmente a trechos de seu curso médio, a montante de boqueirões entalhados em rochas resistentes ou em linha de falha.

As aluviões dos canais ativos dos rios são geralmente de natureza arenosa, por vezes grosseira, incluindo frequentemente blocos de rochas.

4.7 - Arranjo Estrutural

Na área deste trabalho as grande feições estruturais encontram-se maiormente delineadas em seus traços regionais na região do embasamento cristalino. O elemento estrutural de maior destaque, desenvolvido na área do embasamento e ao qual se encontra associada as demais feições, é o lineamento Sobral-Pedro II. Este lineamento que atravessa a área com uma direção NE-SW, além de servir como limite tectônico entre o graben Jaibaras e o embasamento cristalino, é o elemento condicionante das feições tectônicas maiores, notadamente as de natureza rígida. Desta forma, toda a porção a leste desta geoclase mostra um acomodamento a esta estrutura, fato evidenciado nas direções dos eixos dos grandes dobramento e em maior escala nas direções dos grandes falhamentos, tais como o de Humberto Monte, Forquilha, Amanaiara e outros, que conferem para esta região um "trend" estrutural de direção NE-SW.

A tectônica plástica nesta porção da área corresponde a dobramento normais, cujos eixos se orientam grosseiramente na direção meridiana ou segundo NE-SW com caimento sistemático para sul.

Cabe ressaltar que no esboço geológico apresentado nos mapas, não figuram elementos estruturais tais como;eixos de dobras, lineação estrutura, fraturas, atitude da foliação ou de camada, os quais foram omitidos devido ao caráter do trabalho desenvolvido e para dar maior clareza nos mapas

de distribuição geoquímica.

Ainda nesta região se destaca, sobre o ponto de vista tectônico, a estrutura de forma circular da serra da Barriga, posicionada sem qualquer relacionamento com as feições estruturais locais e/ou regionais, evidenciando uma intrusão de massa granítica.

Nos terrenos do embasamento cristalino, situados a oeste do lineamento Sobral-Pedro II, os elementos estruturais maiores tais como eixos de dobras, falhas e lineações, possuem em parte comportamento semelhante àquele da região a leste do referido lineamento. Os dobramentos em sua maior parte são normais com planos axiais verticais e um sistemático caimento para sul. Uma exceção a esse comportamento se verifica na região a noroeste de Massapê, em área de ocorrência da unidade "A" do Pré-Cambriano, onde a litologia dominante (muscovita-biotita-xisto) exibe um estilo de dobramento do tipo recumbente, em franco contraste com o modelo desenvolvido em áreas do Pré-Cambriano B. Na porção norte das folhas Tianguá, Coreaú e Senador Sá, os elementos estruturais maiores exibem uma forte tendência a uma virgação, passando da direção E-W na sua porção mais ocidental para NE nas proximidades do lineamento Sobral-Pedro II. Este comportamento encontra-se bem representado através das faixas quartzíticas da unidade "B" desta porção da área, bem como, ao longo das falhas de Itacolomi e Arapá.

Ainda nesta região é onde se verifica em maior escala o acomodamento ou adaptação dos elementos estruturais maiores à geóclase principal (Lineamento Sobral-Pedro II), dando continuidade ao "trend" estrutural delineado na porção leste da referida geóclase.

Na área da bacia Bambuí e do graben Jaibaras destacam-se como elementos estruturais notáveis, os stocks graníticos da Meruoca-Rosário e de Mucambo. Na bacia Bambuí encontra-se delineado um comportamento estrutural que guarda semelhança em determinados aspectos ao verificado nos terrenos pré-cambrianos. Sua principal característica do ponto de vista estrutural é apresentar uma tectônica plástica bem desenvolvida, referenciada através dos dobramentos maiores, cujos eixos têm a mesma direção daqueles do embasamento cristalino (NE-SW) com diferença somente quanto a intensidade do dobramento.

A tectônica rígida nesta bacia, menos atuante que a plástica, é representada por um número reduzido de falhas de natureza transcorrente, localizadas na porção central da bacia, como também pelo falhamento de empurrão denominado de falha da Seriema. A característica principal destes elementos estruturais é a sua orientação preferencial na direção NE-SW como também a de funcionar como contato entre as unidades litológicas.

Enquanto na bacia Bambuí a tectônica de dobramentos assume papel relevante no graben Jaibaras esta atribuição é assumida pela tectônica quebrável. O graben Jaibaras do ponto de vista estrutural se caracteriza por ser mormente constituído por estruturas de afundamento, onde o elemento tectônico-estrutural de maior destaque são as falhas de gravidade.

Esta característica encontra seu maior fator condicionante através da geóclase Sobral-Pedro II bem como, da falha Café-Ipueiras, que no setor sul da bacia constituem os seus limites tectônicos. Nas porções centro e norte da bacia além dessas falhas, outras menos expressivas complementam o

cortejo do tectonismo ruptural, sempre constituindo estruturas de afundamento e geralmente funcionando como contato entre as unidades do Grupo Jaibaras.

Os stocks graníticos Meruoca-Rosário e Mucambo, além de intrinsicamente constituirem um elemento tectônico muito importante, apresentam um condicionamento tipicamente ruptural, pois seus contatos com as litologias circunvizinhas são efetuadas por intermédio de falhas, das quais se destaca pelo grau de importância a falha Café-Ipueiras.

No graben Jaibaras ainda se verifica uma adaptação das principais estruturas à direção do lineamento Sobral Pedro II, evidenciando desta maneira a continuação do"trend" estrutural desenvolvido nas áreas do embasamento cristalino.

Uma estrutura particularmente interessante, delineada no setor noroeste do stock Meruoca-Rosário e ao sul de Massapê, portanto em áreas do graben Jaibaras, é a janela estrutural do embasamento cristalino, que se constitui em um bloco limitado por falhas e pelo granito Meruoca.

4.8 - Geologia Econômica

Sob esse aspecto foi mínima a contribuição deste projeto uma vez que não logrou o cadastramento de bens minerais. As ocorrências minerais figuradas nos mapas se referem aquelas cadastradas pelo Projeto Jaibaras a saber: Calcário, Cianita, Ouro, Cobre, Fluorita, Chumbo, Manganês e Ferro. Destas ocorrências a que possui maior extensão territorial, bem como acumulações expressivas, é a do calcário epimetamórfico da Formação Frecheirinha.

Esta ocorrência, a qual se pode considerar como

jazida pelo seu potencial em termos de reservas, encontra-se atualmente em estado de subaproveitamento, sendo em sua maior parte utilizada para o fabrico da cal. Como exceção, destaca-se a lavra em termos industriais levado a efeito pela Companhia Cearense de Cimento Portland para o fabrico de cimento tipo portland. Outras ocorrências desse bem mineral são as pequenas lentes encaixadas em rochas pré-cambrianas, sendo comumente utilizadas no fabrico da cal. Cabe ressaltar que estas ocorrências do ponto de vista econômico não apresentam condições de importância, notadamente em termos industriais, devido principalmente as suas dimensões.

À mesma situação do ponto de vista econômico se enquadram as ocorrências de Ferro, Cianita, Manganês, Chumbo e Fluorita, que devido a seus particulares modos de ocorrência, aliados a sua pouca expressividade dimensional, não chegam a constituir corpos que apresentem uma real importância econômica.

Com relação ao cobre e ouro, objetos de estudo do presente trabalho, importantes ocorrências foram ocorrências foram descobertas e cadastradas pelo Projeto Jaibaras, destacando-se entre elas as de cobre. Sobre esse último mineral foram descobertas duas importantes ocorrências na forma de minerais oxidados, associadas às rochas vulcânicas da Formação Parapuí. Estas ocorrências encontram-se localizadas em áreas das fazendas Campina e Urubu, no município de Sobral.

A ocorrência da Fazenda Campina está associada a uma faixa de andesitos espilitizados e aglomerados vulcânicos, onde constitui um modo de ocorrência muito particular, na forma de impregnações e preenchimento de malaquita e azurita em blocos de rocha geralmente intemperizada.

A ocorrência da Fazenda Urubu encontra-se associada a complexos intrusivos de natureza gabro-diorítica e se manifesta na forma de impregnações de malaquita e azurita na rocha hospedeira.

Com semelhantes condicionamentos outras duas ocorrências foram detectadas presentemente por Costa et alii(op. cit.), por ocasião da execução do Projeto Aprazível, em áreas das fazendas Nova e Paissandu, também localizadas no município de Sobral. A mineralização em cobre nestas duas ocorrências também se manifesta sob a forma de impregnações de malaquita.

Além dessas ocorrências citadas existe a jazida de Pedra Verde localizada no município de Viçosa do Ceará, conhecida através da bibliografia e que atualmente está sendo objeto de pesquisa por parte da PROMISA. Esta jazida difere das demais ocorrências citadas em termos de posicionamento estrutural, pois se localiza fora do graben Jaibaras, em uma estrutura de afundamento. As rochas hospedeiras da mineralização são xistos e filonitos que se dispõem ao longo de uma linha de falha.

As ocorrências de ouro figuradas nos mapas, se restringem em termos de região de ocorrência, à área de Ipu - Reriutaba-Cariré. Nesta região desde muito tempo que se tem conhecimento das ocorrências de ouro, as quais, se encontram já incorporadas a tradição da crônica geológica sobre os recursos minerais do Estado do Ceará. Sua forma de ocorrência de que se tem conhecimento é nas aluviões de determinados riachos e nos colúvios lateríticos de natureza conglomerática, que ocorrem próximo ao sopé da serra da Ibiapaba.

Em termos de potenciabilidade de bens minerais a

área do presente trabalho possui ótimas perspectivas, notadamente na região da bacia Bambuí e do graben Jaibaras. Estes setores reunem todas as condições geológica-tectônicas, bem como, ambientais para serem portadoras de mineralizações, uma vez que a suite litológica predominante (granitos intrusivos, vulcanismo fissural e sequência vulcano-sedimentar-epimetamórfica), evidencia por si só a sua potencial vocação metalogênica.

Na região do embasamento cristalino são bem irrisórias as possibilidades de mineralização em metálicos no sentido econômico, devido principalmente as condições ambientais e geológicas predominantes que de modo algum favorecem tal perspectiva.

5 - TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

5 - TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

O planejamento da amostragem geoquímica por sedimento de corrente e concentrado de bateia foi elaborado a partir de fotos aéreas de escala de 1:25.000 e 1:70.000, onde os pontos foram plotados e posteriormente transferidos para mapas de distribuição geoquímica na escala de 1:50.000. Na fase de amostragem, com o objetivo de se obter uma padronização das características de cada ponto amostrado e das informações de campo , foram utilizadas fichas de campo programadas pela CPRM, cujo preenchimento foi executado no momento da coleta. O modelo destas fichas pode ser observado nas figuras 3, 4 e 5.

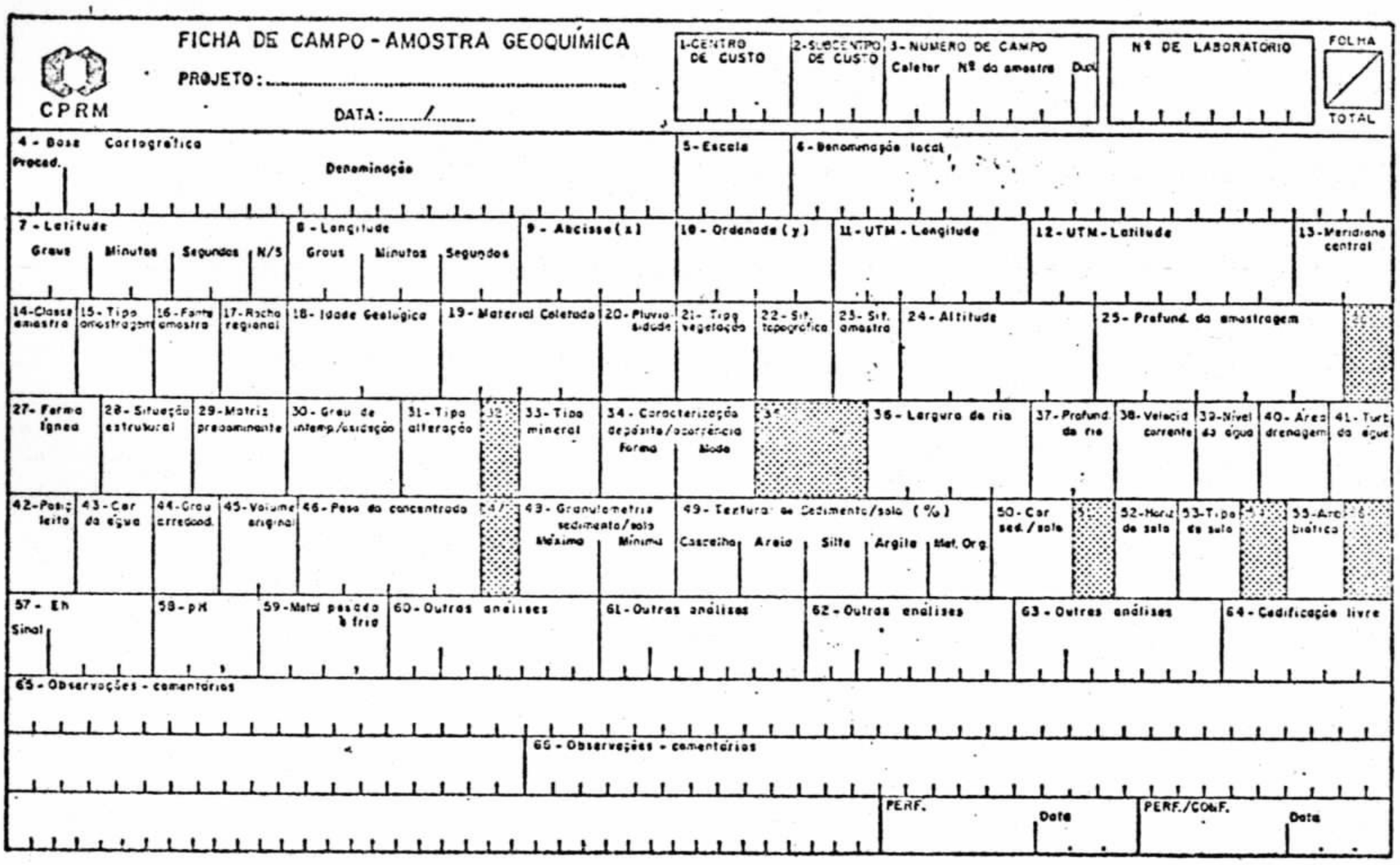


Fig. 3

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

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

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

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

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

18-IDADE GEOLÓGICA
(2 colunas)
A - Pré-Cambriano
B - Eo-Cambriano
C - Paleozóico
D - Cambriano
E - Ordoviciano
F - Siluriano
G - Devoniano
H - Carbonífero
I - Permiano
J - Mesozóico
K - Triássico
L - Jurássico
M - Cretáceo
N - Cenozóico
O - Terciário
P - Quaternário
X - Indeterminada

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

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

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

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

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

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

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

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

30-GRAU INTEMPERISMO/Oxidação
A - Decomposta ou Oxidada
B - Parcial-dec. ou Oxidada
C - Fresca ou não Oxidada

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

33-MINERAL/MINÉRIO
A - Metais Preciosos
B - Metais não Ferrosos
C - Metais Ferrosos
D - Metais Leves
E - Sb, As, Bi, Hg, Zr.
F - Fertilizantes
G - Minerais industriais
Z - Outros

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

49-TEXTURA DO SOLO/SED
Use em cada um dos campos números de 1 - 9 significando a porcentagem de cada um dos seguintes elementos:
Cascalho, Areia,
Silte, Argila e
Matéria Orgânica

50- COR DO SOLO
Idêntico ao Campo 43

52-HORIZONTE SOLO
A - A
B - B
C - C
D - A 00
E - A 0
F - B 1
G - B 2
H - Não Identificado
I - Composto
J - Sem zoneamento Ap

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

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

Fig. 4

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

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

Fig. 5

5.1 - Sedimentos de corrente

A prospecção por sedimentos ativos de corrente abrangeu toda a área do projeto, ou seja, as bacias dos rios Acaraú e Coreaú e seus formadores, independentemente da litologia de influência.

As áreas mais densamente amostradas são aquelas situadas na bacia Bambuí e no graben Jaibaras, cuja densidade média está em torno de 1 amostra/3 a 4 km^2, sendo que nas áreas do embasamento cristalino a densidade ficou em torno de 1 amostra/5 a 10 km^2, devido principalmente ao comportamento da rede hidrográfica desta região.

Na tabela I, são indicados, o nome do mapa de escala 1:50.000, o número de ponto de coleta, o número de réplica analítica e de campo e a quantidade de amostra analisada.

Nome do Mapa esc. 1:50.000	Nº de Ponto de Coleta.	Nº de Réplica Analíticas(RA)	Nº de Réplica de Campo(RC)	Nº de Amostras Analisadas.
Sobral	237	11	11	259
Humberto Monte	164	7	8	179
Groairas	136	6	8	150
Aracatiaçu	135	9	5	149
Tianguá	186	7	8	201
Coreaú	235	12	12	259
Frecheirinha	190	9	3	202
Mucambo	316	14	19	349
São Benedito	31	-	-	31
Reriutaba	122	4	6	132
Ipu	53	2	1	56

TABELA I - Distribuição dos pontos de coleta de sedimento de corrente nos mapas de escala 1:50.000.

Continuação da Tabela I

Nome do Mapa esc.1:50.000.	Nº de Ponto de Coleta.	Nº de Réplica analíticas(RA)	Nº de Réplica de Campo(RC)	Nº de Amostras Analisadas.
Macaraú	47	1	-	48
Hidrolândia	20	-	-	20
Senador Sá	68	4	3	75
Santana do Acaraú	31	1	3	35
Viçosa do Ceará	45	1	4	50
Chavez	73	6	2	81
T O T A L	2.089	94	93	2.276

Nesta tabela não consta o número de amostra coletadas no trabalho orientativo como também o número de amostras replicadas pelo laboratório. Desta forma, vale salientar que no serviço de orientação geoquímica foram coletadas 70 amostras sendo 35 originais e 35 réplicas de campo. Das amostras originais foram posteriormente conseguidas através de quarteamento outras 35 amostras que serviram como réplicas analíticas. Deste modo, o total de amostras não consideradas alcança a cifra de 105.

No planejamento da amostragem, os rios Acaraú e Coreaú foram considerados como drenagens de 1ª ordem e os seus formadores diretos, tais como os rios Jaibaras, Juazeiro e outros, de 2ª ordem.

Os pontos de coleta se localizaram, em drenagens de 3ª e 4ª ordem, isto é, nos tributários dos principais afluentes dos rios Acaraú e Coreaú. No trabalho de amostragem convencionou-se como norma de serviço coletar somente o material ativo contido na calha do curso d'água (Foto nº3), evitando desta maneira a influência das margens, que pode

riam modificar o comportamento geoquímico da amostra em termos de contaminação. As amostras coletadas foram do tipo composto, ou seja, os pontos de coleta foram escolhidos aleatoriamente num raio de 1 a 5 m do ponto estabelecido para a coleta.

Foram replicadas cerca de 8% do total das amostras (2382), para controle de acuidade tanto de laboratório como de coleta, e cada amostra totalizou cerca de 200 g de finos (silte e argila). Cabe porém salientar que no trabalho de amostragem se coletou aproximadamente, em termos de volume para cada amostra, o correspondente a 2 kg de material, que posteriormente foi reduzido a 200 g, separando desta forma a fração fina da grosseira, através de secagem, peneiramento e quarteação.

5.2 - Concentrado de bateia

Como um dos objetivos do projeto em epígrafe é a avaliação da potencialidade em ouro nas regiões de Cariré, Reriutaba e Ipu, onde trabalhos anteriormente desenvolvidos confirmaram a ocorrência desse bem mineral, foi realizado com essa diretriz um trabalho de prospecção aluvionar por concentrado de bateia.

No trabalho de amostragem desenvolvido procurou-se obter o maior recobrimento possível ou seja, amostrar a maioria dos cursos d'água que drenam as regiões acima mencionadas mesmo aquelas onde não se tinha conhecimento de ocorrência do mineral prospectado. Na fase de amostragem os pontos de coleta tiveram um intervalo de aproximadamente 1 km independente, não só das suas respectivas áreas de captação como também dos fatores densidade (amostra/km^2) e lito

logia. Na fase de coleta, o modo de amostragem adotado foi aquela de amostras compostas, sendo sempre visada a fração grosseira em contacto com o bed-rock (Foto nº 4).O material coletado foi padronizado, tendo todas as amostras um volume correspondente a 20 litros (Foto nº 5). Vale ressaltar que na época de coleta a maioria dos cursos d'água encontravam-se secos obrigando a acondicionar o material coletado em sacos de pano até o seu respectivo bateamento. Após a fase de bateamento, a fração pesada de cada amostra foi acondicionada em saco plástico e enviada para análise. Cabe assinalar que o bateamento foi executado por garimpeiros contratados na região (Foto nº 6).

Foram coletadas 387 amostras de concentrado de bateia, as quais se encontram distribuidas em quatro mapas de escalas 1:50.000 conforme mostra a tabela II.

Nome do mapa - Esc.1:50.000	Nº de amostras coletadas
Groairas	21
Reriutaba	251
Ipu	70
Macaraú	45
T o t a l	387

TABELA II - Distribuição das amostras de concentrado de bateia nos mapas de escala 1:50.000.

6 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICA ANALÍTICA

6 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E TÉCNICA ANALÍTICA

6.1 - Secagem e peneiramento.

6.1.1 - Sedimento de corrente.

As amostras de sedimento de corrente sofreram em sua grande maioria uma secagem e peneiramento prévio, efetuados na sede de campo. A secagem das amostras foi realizada através de um forno de evaporação construído para tal fim. Vale ressaltar que esta secagem se processou tão somente naquelas amostras que continham grande quantidade de água ou elevado grau de umidade. A esta fase seguiu-se a de quarteação/peneiramento, praticamente em todas as amostras, cujo objetivo principal era a separação da fração grosseira (areia, cascalho) da fração fina (silte, argila), uma vez que para cada amostra foi coletada um volume de material correspondente a 2 kg, quando possível.

Em laboratório as amostras foram novamente secadas em estufas a uma temperatura de 80°C. Após esta fase seguiu-se a do peneiramento propriamente dito, onde na maioria das amostras foi separada a fração granulométrica menor que 80 mesh e pulverizada em seguida, numa fração inferior a 150 mesh, sendo enviadas posteriormente para as determinações analíticas.

6.2 - Métodos Analíticos

6.2.1 - Colorimetria

Por esse método foi solicitado para análise so-

mente o elemento Arsênio (As). Para a determinação deste elemento utilizou-se uma pequena porção de cada amostra, que foi fundida com hidróxido de potássio e em seguida dissolvida em água. A solução assim constituída foi acidulada com ácido clorídrico, na qual introduziu-se zinco metálico (Mossy). Como resultado obtem-se a arsina, que reagindo em um sistema fechado com um papel impregnado de cloreto de mercurio produz uma cor em tons amarelo. A cor amarela assim obtida, foi comparada visualmente àquelas de padrões de arsênio em ppm.

6.2.2 - Espectrografia de Emissão.

Muito embora não constasse da programação do projeto análise por esse método, o mesmo foi utilizado na análise do Mo. A sua utilização se fez necessária devido a análise pelo método de absorção atômica para o elemento solicitado (Mo) conter, na ocasião, limitações de ordem instrumental do laboratório de análise.

Este método foi padronizado para análise de 30 elementos a saber: Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Se, Sa, Sr, V , W, Y, Zn e Zr.

Foram necessárias 10 mg de amostra, previamente pulverizada a 150 mesh, nas quais foram misturados 20 mg de pó de grafita, espectrograficamente puro, para logo em seguida ser colocada em eletrodo de grafita. As amostras foram queimadas em espectrógrafo WADSWORTH 1,5 m da JARREL ASH, durante dois minutos e 15 segundos e as linhas emitidas por cada elemento registradas em filme KODAK Sa-1. A revelação e a fixação foram executadas com revelador KODAK D-19 duran

te 2 minutos e a 18°C.

A comparação do filme das amostras com um filme de padrões espectrográficos obtidos em iguais condições foi feita visualmente em comparador JARREL ASH. Os padrões utilizados obedecem a série 1-2-5-10-20-50-100 ppm, etc. e as interpolações visuais entre estes valores foram sempre dados com 1,5-3-7-15 ppm etc.

A precisão de um valor tabulado foi de (±) um intervalo num limite de confiança de 68% ou dois intervalos, num limite de confiança de 95%.

6.2.3 - Eletrodo de íon específico

O método do íon específico foi utilizado na análise do fluor, para cuja determinação cada amostra foi fundida com uma mistura de carbonato de sódio e nitrato de potássio. Após o ataque a solução foi diluída com citrato de amônia, sendo o fluor determinado pelo método acima mencionado, cujas leituras obtidas foram registrados em ppm.

Convém aqui salientar, que as amostras do serviço orientativo foram analisadas em três diferentes frações granulométricas - 40 + 80, - 80 + 150 e - 150 mesh. Ainda com relação a estas amostras, vale ressaltar que foram as únicas que não conseguiram atender ao volume convencionado, devido a insuficiência de material no local da coleta. Como consequência desta falta de material, algumas amostras nas diferentes frações granulométricas não puderam ser analisadas, pois foram consideradas como insuficientes para análise.

6.2.4 - Espectrofotometria de absorção atômica.

Por este método foram analisados os seguintes elementos : Ag, Cu (CxCu), Pb, Zn, Fe, Mn e Au.

Na determinação do Cu, Pb, Au, Ag, Zn, Fe e Mn em sedimentos de corrente as amostras foram digeridas com HNO_3 concentrado a quente, sendo ainda utilizado para o caso do Pb a Ag um corretor de deutério. Na determinação de CxCu, as amostras foram digeridas com HCl 6M a frio. A quantidade de amostras utilizada foi de 0,5 gramas, que após o ataque com os ácidos acima mencionados foi diluído com água desionizada até um volume de 10 ml, homogeneizadas, centrifugadas e analisadas num espectrofotômetro de absorção atômica Perkin - Elmer 103, calibrado com padrões preparados em ácido nítrico 8M. Cabe ressaltar que algumas amostras foram analisadas para teste por um ataque total através dos ácidos fluorídrico e perclórico, para que fosse avaliado a eficácia de abertura do primeiro método. No entanto, se verificou que os resultados obtidos foram bem semelhantes entre si, conforme assinala a tabela III.

Elemento / Amostra	COBRE		ZINCO	
	$HF+HClO_4$	HNO_3	$HF+HClO_4$	HNO_3
EE-1035	30	25	170	130
EE-1035 B	25	25	170	130
EE-1036 B	25	30	130	80
EE-1039 B	30	35	140	75
EE-1040 B	30	35	140	80
EE-1054	45	15	130	45
EE-1054 A	15	15	90	45
EE-1057 B	20	15	90	40
EE-1060 A	10	10	45	25

TABELA III - Eficácia de abertura do HNO_3 em sedimento de corrente.

No que se refere ao zinco, embora o ataque total tenha apresentado valores mais elevados que os obtidos por HNO_3, mantiveram certa proporcionalidade, demonstrando a boa eficácia do primeiro método em termos de abertura.

Para a determinação de Au e Ag nas amostras de concentrado de bateia foi utilizado duas metodologias de preparação para análise. A primeira foi feita a partir de 10 gramas da amostra, calcinada a 700°C e atacada em solução de bromo a 0,5% em ácido bromídrico concentrado a quente, sendo o ouro extraído com metil-isobutil - cetona (MIBK). Após várias lavagens da camada orgânica com ácido bromídrico diluído e equilibrado com MIBK, o ouro foi dosado na solução através do espectrofotômetro de absorção atômica, calibrado com padrões de Au. A segunda foi feita a partir da fusão total de 30 ou 60 gramas da amostra pulverizada a menos que 140 mesh. Antes de proceder a fusão da amostra adicionou-se os seguintes materiais: PbO - 90g; Na_2O_3 - 60 g; Bórax - 10g; C-2, 8g; CaF_2 - 10g; Ag_2O - 10g. Após esta preparação o produto resultante foi fundido em forno elétrico a uma temperatura de 800°C e 1000°C, levando para isso cerca de uma hora. Como resultado desta fusão verifica-se a constituição de uma peróla de chumbo na qual está contida todo o Au e Ag presente na amostra. Após esse processo a peróla de chumbo foi copelada através de copelas de"bone ash" a temperatura de 770°C e 820°C com o objetivo de retirar o chumbo oxidado e formar os "beads" de prata no qual está concentrado todo o ouro e prata presente na amostra.

Em seguida os "beads" foram dissolvidos com água régia, sendo o Au extraído com metil-isobutil-cetona (MIBK) e então, analisado pelo espectrofotômetro de absorção atômica calibrado com padrões de Au.

7 - APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

7 - APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

7.1 - Generalidades

As amostras de sedimento de corrente do serviço regional, foram analisadas para cobre, chumbo, zinco, prata, fluor, molibdênio e arsênio. As amostras do serviço orientativo foram analisadas para cobre, chumbo, zinco, fluor, ferro, manganês e molibdênio.

O cobre, chumbo, zinco, prata, ferro e manganês foram determinados por espectofotometria de absorção atômica, o fluor pelo método do íon específico, o molibdênio por espectografia de emissão e o arsênio por colorimetria. Para a determinação do cobre foram utilizados dois ataques na preparação, através de HNO_3 a quente e HCl 6M a frio.

Alguns destes elementos, como o molibdênio e o arsênio apresentaram poucos valores definidos e, ás vezes, muito localizados, daí terem recebido um tratamento especial. A prata não apresentou nenhum valor definido, consequentemente foi descartada da interpretação.

O levantamento realizado através dos concentrados de bateia foi restrito a área sul do projeto, na região de Ipu, Reriutaba e Cariré, onde se localizam ocorrências de ouro e que pelo conhecimento da geologia regional estão restritas às mesmas.

Os concentrados de bateia foram analisados para ouro e prata através da espectofotometria de absorção atômica, sendo que em algumas das amostras (selecionadas) foram realizados ensaios por fusão. A prata não foi detectada em nenhuma amostra sendo descartada da interpretação.

Os resultados analíticos foram dados em ppm para todos os elementos exceto para o ferro que foi dado em percentagem.

Muitas vezes o conteúdo dos elementos analisados não alcançou os limites mínimos de detecção dos métodos utilizados ou a leitura apresentou interferência. Nestes casos os resultados são dados com qualificadores cujo objetivo é identificar tais comportamentos.

Os qualificadores utilizados pelo LAMIN são :

L - acompanha o valor do limite inferior de detecção do método e significa menos que este limite.

H - acompanha o valor obtido, ressalvando que houve interferência na leitura.

N - acompanha o valor do limite inferior de detecção e indica que não foi detectado.

G - acompanha o valor do limite superior de detecção e significa maior que este limite.

I - este qualificador é usado quando a quantidade de amostra é insuficiente para análise.

Os resultados das análises são plotados em boletins especiais segundo o método utilizado. Tais boletins são codificados para identificação do projeto, amostra, elemento analisado e conteúdo. Dessa forma são utilizados para integrarem juntamente com os dados de campo o Arquivo Geral do Projeto em computador.

Os elementos principais da interpretação foram o cobre, para os sedimentos de corrente, e o ouro, para os concentrados de bateia, sendo os demais enfocados como possíveis associados ao cobre e secundariamente como mineralizantes já que, o arcabouço geológico da área pode admitir tais comportamentos.

7.2 - Critérios para Interpretação

7.2.1 - Conceituação do Tratamento Estatístico.

Krumbein (1965), define população alvo como a população desejada baseada nos objetivos do estudo geológico realizado e população amostrada como parte da população alvo diretamente avaliável através da amostragem.

Neste trabalho as populações alvo foram determinadas tomando como base as características geológicas da área e as populações amostradas foram consideradas como sendo os sedimentos de corrente e concentrados de bateia.

As populações alvo foram para fins de interpretação determinadas como :

- Grupo Bambuí
- Grupo Jaibaras
- Embasamento Cristalino e granitos Araras e Barriga.
- Granito Meruoca
- Granito Mucambo
- Filitos
- Serra Grande

Para os concentrados de bateia, na determinação do ouro, não houve necessidade de se considerar as populações alvo determinadas, devido que o modelo de análise foi mais qualitativo do que quantitativo, tendo em vista a limitação do método de análise.

Os diversos estimadores da população são utilizados neste trabalho conforme as conceituações dadas a seguir.

- Distribuição normal é uma distribuição de frequência con

tínua que segue a equação de Gauss :

$$f(X)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\cdot\exp\left[-\frac{1}{2}\cdot\frac{(X-\bar{X})^2}{\sigma}\right]$$

onde x = log da variável em ppm

$\bar{X}$ = média geométrica

- Distribuição lognormal é um tipo de distribuição caracterizada pela propriedade dos logarítimos dos valores dos elementos apresentarem tendência a uma distribuição normal (Kock & Link, 1970).
- Média geométrica - média obtida através da fórmula :

$$MG = \sqrt[N]{X_1 . X_2 . X_3 \ldots X_n}$$

- Desvio geométrico é uma medida de dispersão da distribuição dos dados em relação a sua média geométrica segundo fórmula :

$$DG=\text{antilog}\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{n=1}^{n}(\log Xi-\log MG)^2}$$

- Background - é a abundância normal de um elemento em uma dada população, representado neste trabalho pela média geométrica ($\bar{X}$).
- Threshold (valor limiar) - O limite superior do background a partir do qual será considerado anômalo o valor.
- Constraste- relação que existe entre o valor máximo de uma população e o seu background.
- Grau de detecção - refere-se ao número de valores definidos em relação ao total dos valores analisados quimicamente para determinada variável.
- Coeficiente de correlação - fornece uma medida rigorosa da interelação entre duas ou mais variáveis indicando uma relação funcional direta, inversa ou mesmo uma completa independência entre as mesmas.
- Anomalia - é o afastamento dos padrões geoquímicos que são

normais para dada paisagem geoquímica. Ela é tomada aqui como os conjuntos de valores acima do threshold.

O tratamento estatístico utilizado constou de métodos uni e multivariados que constituem o sistema estatístico de amostragem geoquímica (SEAG) através do computador. Para cada uma das populações visadas determinou-se os valores médios (background) de conteúdo dos elementos como também os valores limiares (threshold) das mesmas.

Na determinação do valor limiar (threshold) alguns autores sugerem certos tipos de escolha. Boyle et alii (1971) consideram que em uma certa população, seriam anômalos os elementos que excedessem duas vêzes o background . Hawkes e Webb (1962), admitem para determinação do background, a média geométrica dos valores, e para o threshold o limite de 2,5% da curva de frequência acumulada relativa do método gráfico sugerido por Tennant e White (1959), aperfeiçoado por Lepeltier (op. cit.). Ainda aqueles autores sugerem, no caso de populações com distribuição lognormal ou aproximadamente lognormal, que o valor limiar pode ser determinado como o produto da média geométrica (tomada como background) pelo desvio geométrico ao quadrado.

O critério adotado para a determinação dos parâmetros dos estimadores variou dependendo da forma de distribuição estatística dos diferentes elementos, dos resultados do serviço orientativo realizado e do conhecimento geológico-geoquímico da área devido a trabalho anterior (Projeto Jaibaras).

Neste trabalho se adotou como critério para a determinação de valores limiares o conceito de Hawkes e Webb (op. cit.) ou seja, tomar como valor limiar nas populações-alvo consideradas como sendo o produto de média geométrica

pelo desvio geométrico ao quadrado. Foi ainda considerado nas populações alvo a faixa de valores entre os produtos MG x DG e MG x DG^2. A esta faixa de valores compreendidos entre o background e o limiar, denominamos de realce geoquímico. Cabe ressaltar que estes valores de natureza puramente estatística são no presente trabalho interpretados mais como indicadores de variações litológicas, com diferentes faixas de background dentro de uma população, do que propriamente uma anomalia vinculada a mineralizações. Entretanto, dependendo de seu relacionamento com as feições geológicas presentes e associação com os valores anômalos detectados podem ser considerados como indicadores de áreas possivelmente anômalas.

7.2.2 - Métodos Estatísticos e Programação Utilizada

O grande número de informações geradas pelos dados de campo colhidos durante a amostragem e pelos resultados de análise das amostras, acarretou a necessidade de se utilizar o processamento eletrônico através de computador, no arquivamento e interpretação dos dados. Isto se faz mais necessário, tendo em vista a necessidade de processamento em tempo hábil e baixo custo. Baseando-se nisto a CPRM desenvolveu uma série de programas de arquivamento e tratamento de dados geoquímicos com métodos estatísticos uni e multivariados, que constituem o SEAG (Sistema Estatístico de Amostragem Geoquímica).

Os dados de campo registrados na Ficha de Campo de Amostra Geoquímica e os resultados analíticos são acondicionados, através de programas especiais, num Arquivo Geral do Projeto. São plotados dentro deste arquivo na forma de matriz, de tal maneira que cada coluna representa uma amostra

com todas as informações contidas na sua respectiva ficha de campo (parâmetros gerais, descritivos e analíticos de campo) bem como os resultados de análise.

O estágio seguinte é a criação de matrizes de trabalho (sub-arquivos), onde as amostras são divididas em populações individualizadas segundo a necessidade de interpretação. Além das populações alvo, foram criados sub-arquivos auxiliares para efeito de esfoques especiais necessários a análise estatística.

Os sub-arquivos gerados foram :

- Originais e réplicas de campo
- Originais e réplicas analíticas
- Grupo Bambuí
- Grupo Jaibaras
- Embasamento Cristalino e granitos Barriga e Araras.
- Granito Meruoca
- Granito Mucambo
- Filitos
- Serra Grande
- Calcário Frecheirinha
- Termometamorfitos
- Diques
- Quartzitos
- Conglomerado Aprazível
- Formação Parapuí
- Amostras de concentrado para ouro.

As matrizes dos subarquivos são formadas apenas com a identificação e localização da amostra além dos resultados analíticos.

Os programas do SEAG utilizados na interpretação

são descritas a seguir :

- Contagem da Matriz (PRGQM 105). Este programa resume os dados analíticos encontrados na matriz segundo a disposição seguinte :

a) valores definidos - são valores quantitativos dos resultados de análise por elemento.

b) limite inferior de sensibilidade - registra o número de valores que estão com o qualificador L.

c) limite superior de sensibilidade - registra o número de valores com o qualificador G.

d) não detectado - valores com qualificador N.

e) não analisado - além de registrar o número de amostras não analisadas para determinado elemento engloba também os valores com qualificador H e I.

f) valor mínimo e máximo - para cada elemento registra o valor mínimo e o valor máximo encontrado.

g) grau de detecção - nesta coluna o programa indica o número de valores definidos em relação ao número total de amostras por elemento.

Este programa dá uma visão geral dos resultados e pode servir para o selecionamento de variáveis (elementos traço) nos programas seguintes .

- Listagem da Matriz (PRGQM 110). Este programa lista cada amostra com os seus respectivos parâmetro identificadores (número de campo e coordenadas) e resultados analíticos.

- Sumário das Estatísticas e Teste de Distribuição. Este programa calcula, através de uma série de opções

os parâmetros estimadores da população e testa as hipóteses de normalidade ou lognormalidade da distribuição da população segundo os testes de Kolmogorov-Smirnov e Chi-Quadrado. No primeiro teste a hipótese é rejeitada se, ao nível de significância de 5%, a diferença entre a distribuição teórica e a distribuição observada ultrapassar o valor $D=1,36/\sqrt{n}$ e ao nível de 1%, se esta diferença também ultrapassar $D = 1,63/\sqrt{n}$.

Os parâmetros calculados para cada população são média geométrica, média aritimética, desvio geométrico, desvio aritimético , valor mínimo, valor máximo, amplitude, assimetria, curtose e coeficiente de variação.

O programa admite uma série de opções:

a) processamento de toda a matriz ou selecionamento dos elementos.

b) A distribuição suposta é normal ou lognormal.

c) Os intervalos serão calculados por 6-step ou Sturges.

d) Os cálculos serão efetuados com os valores definidos, e/ou com os valores qualificados, censurando-se a distribuição pelo método de Cohen ou com os valores qualificados transformados em definidos.

- Matriz de correlação (PRGQM 305). É um programa de cálculo estatístico cujo objetivo é o cálculo do coeficiente de correlação, isto é, a relação entre a covariância de duas variáveis e o produto de seus desvios-padrão. Este coeficiente varia de + 1 a - 1. A correlação + 1 indica uma perfeita e direta relação entre duas variáveis e a - 1 indica uma relação inversa. Entre os dois extremos o coeficiente varia, refletindo a relação existente, incluindo o va

lor zero (0), que indica nenhuma correlação entre as duas variáveis. Geralmente se considera para os valores absolutos do coeficiente o seguinte critério: maior que 0,7 - excelente; entre 0,6 e 0,7 - boa; entre 0,5 e 0,6 - regular; entre 0,4 e 0,5 - baixa; e menor que 0,4 - nenhuma correlação. O sinal + ou - indica se a correlação é direta ou inversa.

- Gráfico de Probabilidade (PRGQM 515). Este programa constroi o histograma da distribuição do elemento e a curva de frequência acumulada adotada por Tennant e White (op. cit.) e aperfeiçoada por Lepeltier (op. cit).

As opções deste programa referem-se a forma de distribuição suposta, se normal ou lognormal, e aos tipos de intervalos a serem calculados, se por 6-step ou Sturges.

A grande vantagem da construção das curvas de frequência acumulada é a visualização direta da homogeneidade da população. Quando a curva tende para uma reta a população é homogênea. No caso de misturas de população, estas refletem-se em várias quebras na curva.

- Análise de Variância - One-Way (PRGQM 405). Este método estatístico tem como objetivo definir para cada possível fonte de variância, a parcela individual de contribuição para a variabilidade total observada entre os resultados (Ebens et alii - in BRASIL/MME/USAID, 1975).

Para a aplicação deste programa é necessário um modelo particular de coleta e uma escolha randômica de amostras a fim de evitar a introdução de "bias" que prejudicariam os resultados obtidos.

No caso particular do projeto as fontes de variância a serem determinadas seriam a parcela responsável pela amostragem em si e outra pela análise. A variância de amostragem mais a variância analítica constituem a variância

introduzida de campo. O modelo prevê a coleta de réplicas de campo e réplicas analíticas (quarteadas) em parte das amostras. A escolha dos pontos foi randômica como exige o programa.

Neste modelo apresentado foi estruturado em dois níveis para duas populações individualizadas: réplicas de campo e suas originais; e réplicas analíticas e suas originais. Em ambas, o 1º nível estabelece a variabilidade devida a fatores naturais, o 2º nível determina a variância introduzida de campo na primeira população e a variância analítica na segunda.

O programa fornece para todos os níveis e para cada elemento estudado a Soma dos Quadrados, Graus de Liberdade, Quadrado Médio e a Componente da Variância e a relação F para todos os níveis, exceto o último, indicando se existe significância ou não da variância segundo o nível de significância fornecido para o programa. Neste caso particular a relação F foi restrita ao primeiro nível.

A variância introduzida de campo não deve exceder a 50% (Ebens et alii, op. cit.), para que os resultados sejam confiáveis.

- Mapa de Localização (PRGQM - 505). Geralmente, em um serviço geoquímico regional, a última etapa a ser desenvolvida é a plotagem em mapas dos resultados obtidos para cada amostra considerada anômala, a fim de se determinar área para serviços consequentes (follow-up). Para a confecção destes mapas geoquímicos o SEAG desenvolveu um programa de localização de pontos, através das coordenadas onde são plotados os diversos pontos escolhidos.

Foram considerados 4 intervalos para a plotagem dos pontos.

- abaixo do background
- faixa de background (média geométrica)
- acima da média x desvio geométrico
- acima da média x (desvio geométrico)^2
- Programa de Transformações (PRGQM 120).Foi utilizado neste projeto o programa de transformação de variáveis.

Este programa foi desenvolvido pelo SEAG devido a necessidade de se eliminar certos qualificadores como também de efetuar cálculos entre as diversas variáveis. É um programa intermediário de preparação para outros programas.

No caso deste projeto foi utilizado para os seguintes cálculos :

- Eliminar o qualificador L através da multiplicação por 0,5 do valor qualificado.

- Eliminar o qualificador H pela retirada do qualificador e considerar o valor qualificado como definido.

- Eliminar os qualificadores I e B através da substituição dos mesmos pela média.

- Transformar todos os valores em unidades reduzidas através da fórmula $\frac{Xi - \overline{X}}{d}$ onde Xi é o valor da variável, $\overline{X}$ é a média aritimética da população em transformação e d é o desvio padrão da mesma.

Esta transformação em unidades reduzidas foi aplicada para cada uma das sete metrizes representativas da população-alvo. Estas matrizes foram depois ajuntadas através de um programa especial (PRGQM 135)e posteriormente plotadas em mapas através do PRGQM 505.

As unidades reduzidas homogeniza os dados elimi

nando os fatores responsáveis pela diferenciação das populações, no caso particular, as características geológicas da área. A média aritimética de todas as populações passa a ser igual a zero e o desvio padrão igual a 1.

7.3 - Sedimento de Corrente

7.3.1 - Generalidades

Preliminarmente ao levantamento regional de prospecção geoquímica, foi realizado um serviço de caráter orientativo com a finalidade de definir parâmetros característicos de áreas com mineralização e consequentemente obter um modelo do comportamento geoquímico dos diversos elementos. Este modelo serveria dessa forma para comparação com os resultados do trabalho regional.

As coletas de amostras do serviço geoquímico regional foram enquadradas dentro de sete grupo, representando cada um deles uma população alvo, discriminados segundo fatores litológicos.

A predominância de uma determinada unidade litoestratigráfica na bacia de captação da amostra caracteriza a sua filiação. Assim foram criados subarquivos de trabalho para o processamento de dados segundo os grupos de populações alvo. No quadro abaixo estão resumidos os diversos subarquivos criados.

ARQUIVO PRINCIPAL	Nº de Amostras	Arquivo Auxiliar	Nº de Amostras
Grupo Bambuí	477	Calcário Termometamorfitos Diques	84 73 46

ARQUIVO PRINCIPAL	Nº de Amostras	Arquivo Auxiliar	Nº de Amostras
Grupo Jaibaras	254	Formação Parapuí Conglomerado Aprazível.	72 31
Embasamento Cristalino e granitos Barriga e Araras.	1119	Quartzitos	316
Granito Meruoca	244	-	-
Granito Mucambo	186	-	-
Filitos	71	-	-
Serra Grande	87		

Dos subarquivos correspondentes aos Grupo Bambuí, Grupo Jaibaras, Embasamento Cristalino e granitos Barriga e Araras foram criados para análise em separado os arquivos Calcário, Termometamorfitos, Diques, Formação Parapuí, Conglomerado Aprazível e Quartzitos.

A criação destes subarquivos faz-se necessário tendo em vista a possibilidade das litologias que os caracterizam influenciarem na definição dos parâmetros.

No desenvolvimento da análise dos resultados observou-se a sequência seguinte: determinação das variâncias de amostragem e analítica com a finalidade de se obter a consistência dos resultados; paragênese de elementos visando associações características de tipologias particulares ; e finalmente determinação de áreas anômalas significativas para serviços de follow-up.

Além dos arquivos de caráter geoquímico- geológico, foram construídos alguns auxiliares para efeito de análise paralelas e de processamento intermediários; réplicas

de campo e suas originais; réplicas analíticas e suas originais; e arquivos de transformação. Os dois primeiros são para a aplicação do programa de análise de variância"one-way" e os demais são programas de eliminação de qualificadores e de operação entre variáveis.

7.3.2 - Serviço de Orientação Geoquímica

Uma das fases mais importantes de qualquer trabalho de natureza geoquímica é o serviço de orientação pois, através dele se toma conhecimento de determinadas condições e parâmetros de importância capital no estudo do comportamento geoquímico de uma área. Com esse objetivo foi realizado um estudo orientativo visando a determinação de parametros de natureza geoquímica dos elementos Pb, F, Zn e Cu com maior destaque para este último. Em sedimentos de corrente a área escolhida para este tipo de serviço foi a Fazenda Paissandu, localizada geologicamente dentro do graben Jaibaras e onde afloram vulcanitos, arenitos e calcários das formações Parapuí e Pacujá, com a presença de alguma mineralização de cobre (calcopirita) e fluor (fluorita).

A Fazenda Paissandu fica localizada dentro da área requerida pela CPRM para pesquisa de cobre e onde foram realizados serviços de geoquímica de solo para cobre e zinco e levantamento geológico de detalhe na escala 1:2.500 (Projeto Aprazível).

A mineralização presente na Fazenda Paissandu, muito embora seja a mais conspícua de toda a área, é incipiente em termos de quantidade.

O modelo de amostragem desenvolvido foi locado em um riacho que atravessa a malha de amostragem de solo do Pro

jeto Aprazível (100 x 50 m). Foram locados 35 pontos separados entre si de 50 m dentro do riacho Paissandu e em cada ponto foram coletadas três amostras, uma denominada original, uma réplica analítica (quarteada) e uma réplica de campo (coletada a 5 m da primeira Fig. 6).

Cada uma das amostras foi subdividida em três granulometrias - 40 + 80, - 80 + 150 e - 150 mesh. Todas elas foram analisadas para Ag, Pb, F, Zn, Fe, Mn, Mo, Cu e CxCu (cobre a frio). O total de amostras analisadas é de 315.

Um serviço de orientação geoquímica propõe e determina uma série de parâmetros :

- Tipo de dispersão geoquímica predominante na área.
- Intervalo ótimo de amostragem
- Tamanho da fração a ser analisada
- Elemento ou grupo de elementos que deve ser analisado e técnica analítica adequada.
- Efeitos do relevo, clima, vegetação, matéria orgânica, óxidos de Fe e Mn sobre à dispersão dos elementos.
- Determinação dos valores de background e limiar no meio amostrado.
- Influência de possíveis contaminações.

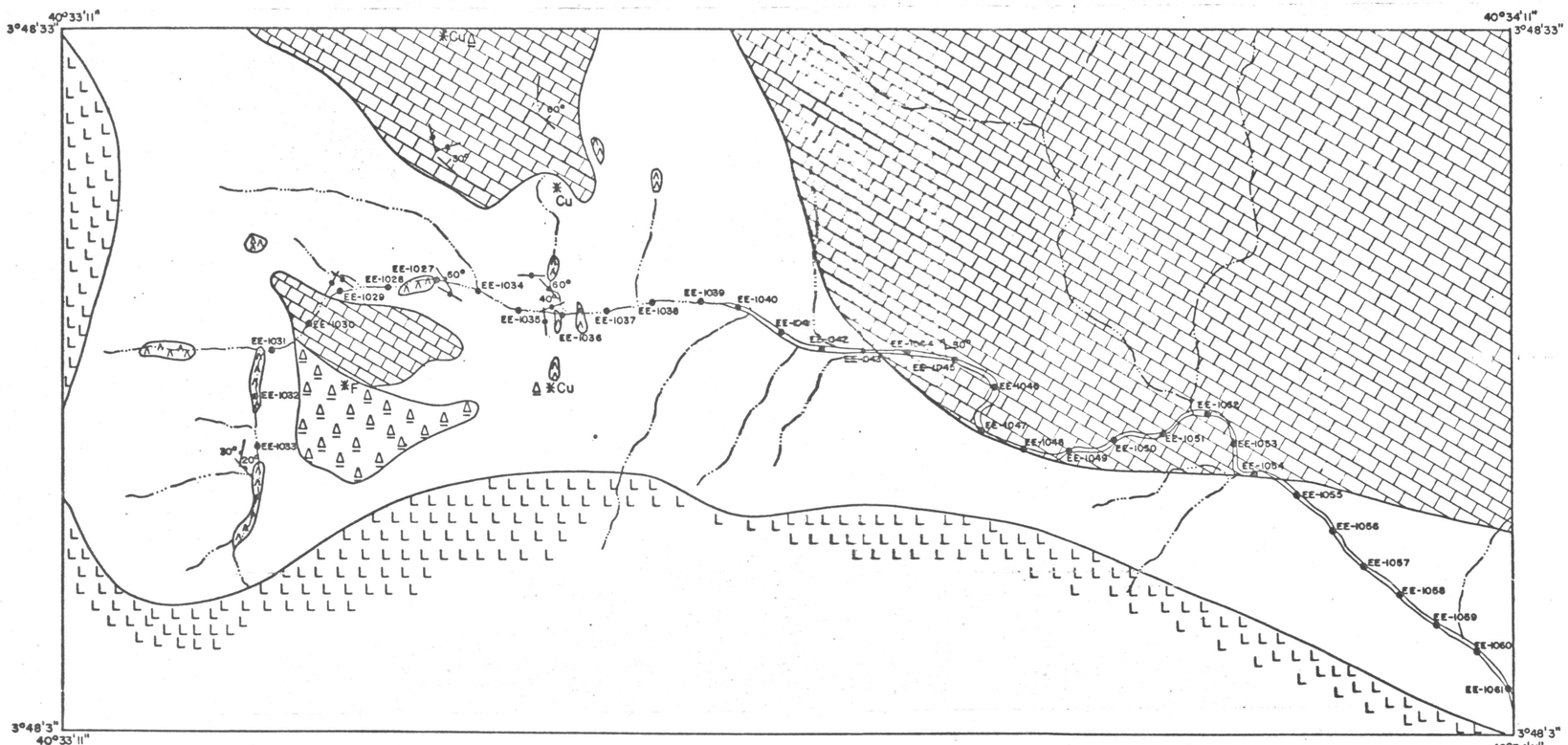
No caso particular do projeto estas finalidades estão restritas apenas a granulometria a ser analisada e determinação dos estimadores (background e valor limiar)de áreas mineralizadas. Os demais parâmetros foram pré- determimados quando do planejamento do projeto.

Foi aplicado o programa sumário das estatísticas (PRGQM 210), para determinar os estimadores das diversas gra

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

SERVIÇO ORIENTATIVO

MODELO DE AMOSTRAGEM



CPRM-PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL-RELATORIO FINAL-ENNES, E.R. et alii-1976

BASE GEOLÓGICA: MAPA FAZ. PAISSANDU
PROJETO APRAZIVEL

Escala 1 : 5.000

0 50 100 150 200 250 m

CONVENÇÕES

- Riolito
- Andesitos e basaltos não diferenciados
- Sequência carbonática incluindo calcários cinza a pretos, siltitos calcíferos, dolomitos e brechas carbonáticas
- Brechas e tufos ácidos
- Afloramentos

BLOCOS DISPERSOS NO SOLO

- a) Formação pacujá
- b) Brechas silicosas
- c) Andesitos e basaltos
- d) Riolito
- 40° Atitude da camada com valor medido
- 40° Atitude dos fraturamentos com valor medido; vertical
- Contato geológico

OCORRÊNCIAS MINERAIS

- Cu Cobre (impregnações de malaquita e/ou azurita e restos de calcopirita)
- F Fluorita (em veios ou disseminada, associada a brechas ácidas)
- EE-1000 Ponto de coleta de sedimento de corrente

NG

FIG. 6

Des: N. A

SERVIÇO ORIENTATIVO

PERFIL LONGITUDINAL DE DISPERSÃO DOS ELEMENTOS ANALISADOS NO RIACHO PAISSANDU

SEDIMENTO DE CORRENTE (<40>80) mesh

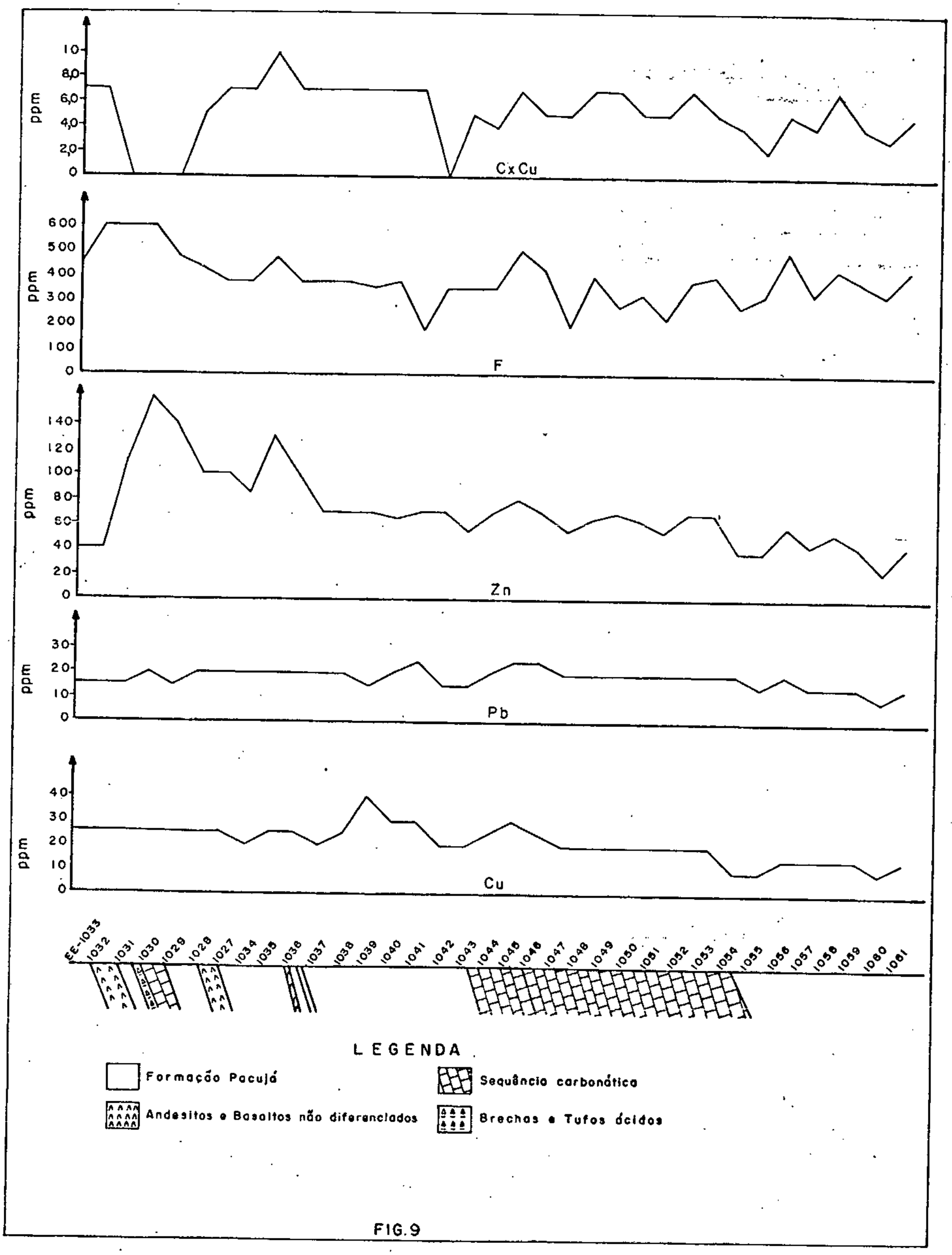


FIG. 9

7.3.3 - Apresentação de Mapas, Gráficos e Tabelas

Como já foi devidamente esclarecido, o tratamento estatístico dos dados obedeceu uma sequência lógica de processamento.

Inicialmente foi determinada a variância introduzida de campo a fim de verificar que elementos apresentavam resultados confiáveis. Admitiu-se o critério utilizado por Ebens et alii (op. cit.) de que os valores que não excederem 50% de variância introduzida são consistentes. Na figura 10 verifica-se que todos os elementos (Cu,Pb,Zn ,F,As e CxCu) analisados apresentaram índices dentro do aceitável . Deve-se ressaltar que muito embora analisada, a Ag não forneceu nenhum valor definido e foi eliminada a priori.

Um segundo critério utilizado no selecionamento das variáveis, foi o grau de detecção do elemento, ou seja a relação entre valores definidos e o número total de valores de cada elemento. A partir dai os elementos As e Mo que apresentaram um baixo grau de detecção foram analisados à parte, com pouca ou nenhuma utilização de tratamento estatístico, dependendo do subarquivo.

As variáveis Cu, CxCu, Pb, Zn e F foram tratados estatisticamente pelos diversos programas do SEAG.

O programa de sumário das estatísticas e teste de distribuição foi aplicado para cada um dos subarquivos para o cálculo da média geométrica e desvio geométrico, admitindo-se ser a distribuição lognormal. Esta suposição foi testada segundo os testes de distribuição de Kolmogorov-Smirnov e Chi-Quadrado. Em seguida, foi aplicado o programa gráfico de probabilidade que constroi os histogramas e a curva de probabilidade sugerida por Tennant e White (op. cit.)e aperfeiçoada por Lepeltier (op. cit.).

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

ELEMENTO	VARIÂNCIA INTRODUZIDA %	VARIÂNCIA DE AMOSTRAGEM %	VARIÂNCIA ANALÍTICA %
Cu AA	17	12	5
Pb AA	9	2	7
Zn AA	12	9	3
CxCu AA	25	3	22
As COL	35	0	35
F INS	7	3	4

AA – Absorção Atômica

COL – Colorimetria

INS – Instrumental

FIG. 10

CPRM – PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL – RELATÓRIO FINAL – ENNES, E. R. et alii – 1976

Os resultados obtidos pelos dois programas iniciais aplicados foram necessários na definição dos valores de background e limiar dos diversos elementos nas sete populações alvo.

Em seguida, aplicou-se o programa de matriz de correlação a fim de determinar possíveis associações geoquímicas de elementos, importantes na definição de tipologias minerais. Os resultados obtidos com este programa foram sumarizados nos diversos gráficos de correlação - figuras 11 a 17.

Deve-se analisar com bastante cuidado os valores de correlação durante sua interpretação. Quando os índices são elevados e as correlações direta ou inversa são boas a excelentes, pode-se com segurança afirmar que existe uma paragênese ou forte associação de distribuição dos elementos em questão. No caso de correlações regulares a baixa, deve-se ter o cuidado de analisar todos os fatores que poderiam ter afetado direta ou indiretamente o cálculo do índice. Num dado subarquivo pode haver uma população de background e uma população anômala e os valores dos índices de correlação podem variar abruptamente de não correlação em background, a correlação total em anomalias, e o valor de índice manter-se-ia baixo em valor absoluto.

Com base nos resultados obtidos no tratamento estatístico foram construídos os mapas divididos por associações mais conspícuas das diversas populações alvo, um para Pb, Zn, As e Mo e outro para Cu, CxCu e F.

Foram elaborados dois tipos de mapas geoquímicos, o mapa de distribuição dos elementos na escala 1:50.000 e o mapa de resíduos geoquímicos na escala 1:200.000. O primeiro foi construído levando-se em conta diferentes valores li

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

GRUPO BAMBUÍ

	F INS	As COL	Cx Cu AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Mo S
Mo S	•	—	•	•	—	•	1
Cu AA	○	(•)	◐	◕	○	1	
Pb AA	◕	•	◕	◕	1		
Zn AA	◕	(•)	○	1			
CxCu AA	◕	(•)	1				
As COL	(•)	1					
F INS	1						

◐ > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6-0,7 Correlação boa

◕ 0,5-0,6 Correlação regular

○ 0,4-0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

(•) Correlação negativa

— Nº de dados insuficiente para o cálculo

S — Espectrografia

AA — Absorção Atômica

COL- Colorimetria

INS—Instrumental

FIG.11

( )-CPRM- PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL-ENNES, E.R. et alii-1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

GRUPO JAIBARAS

	F INS	Cx Cu AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Mo S
Mo S	(•)	(•)	•	(•)	(•)	1
Cu AA	◕	●	◐	•	1	
Pb AA	○	•	◕	1		
Zn AA	◐	◐	1			
Cx Cu AA	◕	1				
F INS	1					

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6–0,7 Correlação boa

◕ 0,5–0,6 Correlação regular

○ 0,4–0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

( ) Correlação negativa

S – Espectrografia

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

FIG. 12

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

GRANITO MUCAMBO

	F INS	Cx Cu AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Mo S
Mo S	(•)	•	•	•	•	1
Cu AA	•	◐	•	•	1	
Pb AA	○	•	◐	1		
Zn AA	◐	•	1			
CxCu AA	•	1				
F INS	1					

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6-0,7 Correlação boa

◕ 0,5-0,6 Correlação regular

○ 0,4-0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

( ) Correlação negativa

S – Espectrografia

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

FIG. 13

(1) - CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL - ENNES, E. R. et alii - 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

GRANITO MERUOCA

	F INS	Cx Cu AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Mo S
Mo S	(•)	•	•	•	(•)	1
Cu AA	(•)	●	•	•	1	
Pb AA	•	•	●	1		
Zn AA	•	○	1			
Cx Cu AA	(•)	1				
F INS	1					

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6–0,7 Correlação boa

◔ 0,5–0,6 Correlação regular

○ 0,4–0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

( ) Correlação negativa

S – Espectrografia

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

FIG. 14

( ) - CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL - ENNES, E.R. et alii - 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES
EMBASAMENTO CRISTALINO E GRANITOS
BARRIGA E ARARAS

	F INS	As COL	CxCu AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Mo S
Mo S	•	—	•	•	•	(•)	1
Cu AA	◐	(•)	◐	◐	•	1	
Pb AA	○	(•)	•	◔	1		
Zn AA	●	(○)	◐	1			
CxCu AA	○	(•)	1				
As COL	(•)	1					
F INS	1						

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6-0,7 Correlação boa

◔ 0,5-0,6 Correlação regular

○ 0,4-0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

( ) Correlação negativa

— Nº de dados insuficientes para o cálculo

S – Espectrografia

AA – Absorção Atômica

COL – Colorimetria

INS – Instrumental

FIG.15

( ) - CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL - ENNES, E.R. et alii - 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

FILITOS

	F INS	Cx Cu AA	Zn AA	Pb' AA	Cu AA	Mo S
Cu AA	○	●	○	•	1	
Pb AA	○	(•)	◕	1		
Zn AA	◐	◕	1			
CxCu AA	•	1				
F INS	1					

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6 - 0,7 Correlação boa

◕ 0,5 - 0,6 Correlação regular

○ 0,4 - 0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

(•) Correlação negativa

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

FIG. 16

( ) - CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL - ENNES, E.R. et alii - 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

SERRA GRANDE

	F INS	Cx Cu AA	Zn AA	Pb AA	Cu AA	Mo S
Cu AA	●	◕	●	•	1	
Pb AA	•	•	•	1		
Zn AA	◐	◕	1			
CxCu AA	•	1				
F INS	1					

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6–0,7 Correlação boa

◕ 0,5–0,6 Correlação regular

○ 0,4–0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

( ) Correlação negativa

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

FIG. 17

( ) -CPRM- PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL-ENNES, E.R. et alii – 1976

miares para as diferentes populações alvo. Ressalte-se neste ponto que os valores definidos perdem sua importância absoluta e são substituídos pelos valores qualitativos V_1 e V_2 significando respectivamente valor inferior de realce geoquímico e valor limiar inferior de anomalias para cada elemento. Isto torna os valores resultantes, homogêneos e assimiláveis independente das litologias.

A apresentação das anomalias nos mapas de escala de 1:50.000 é feita através de células, isto é, a área de influência de cada amostra. A sistemática aplicada na construção das células obedeceu as seguintes etapas:

- Reconhecimento do ponto amostrado referente a anomalia.
- Delimitação da bacia de captação do ponto anômalo considerado.
- Delimitação da célula anômala relativa ao ponto amostrado.

As células anômalas ficam individualizadas através de cores diferentes para cada variável considerada. A utilização deste modo de apresentação das células anômalas teve como objetivo dar uma maior visualização ao observador do comportamento e distribuição das variáveis anômalas.

Na construção das células foi levada em consideração dois tipos de valores: realce geoquímico e as anomalias.

Nos subarquivos, Embasamento Cristalino e granitos Barriga e Araras; Serra Grande; Filitos; e Granito Mucambo o background foi determinado como sendo a média geométrica e o V_1 e V_2 respectivamente a média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico (V_1) e pelo desvio geométri

co ao quadrado (V_2).

Nos subarquivos Grupo Bambuí e Granito Meruoca os valores de background e limiar do Cu foram determinados pelo método gráfico de Lepeltier (op. cit.), enquanto os demais elementos pelo método anteriormente descrito. No caso do Grupo Jaibaras, os elementos Cu, Pb, Zn e F tiveram seus valores limiares determinados pelo background do serviço orientativo e a média geométrica considerada o valor obtido pelo anterior. Nas figuras 18 a 24 estão resumidos todos os estimadores das diversas populações alvo.

O mapa de resíduo foi construído na escala 1:200.000 para dar uma visão geral da distribuição dos elementos e a relação existente entre esta e as feições geológicas da região. Este mapa foi construído basicamente a partir do programa de transformação. Inicialmente sete subarquivos, correspondentes as populações alvo, foram transformados em unidades reduzidas, ou seja, para cada valor de cada variável foi aplicada a seguinte equação: $(Xi - \overline{X})/d$, onde Xi é o valor da variável $\overline{X}$ a média aritimética do subarquivo a que pertence e d o respectivo desvio padrão. Dessa forma o fator responsável pela diferenciação dos subarquivos é eliminado, pois ele é representado por sua média e pelo seu desvio. Assim sendo todas as populações alvo reduzidas possuem média aritimética igual a zero e o desvio padrão igual a um. Foram plotados nos mapas as amostras cujos valores dos diversos elementos excedessem a três unidades reduzidas, correspondentes portanto a três desvios padrões. Ainda nesse mapa foram plotados para e feito comparativo as amostras que possuiam valores iguais a V_2 do primeiro mapa. Nos pontos onde coincidiram os valores V_2 e os valores que excedem a três desvios padrões das unidades reduzidas foi

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
GRUPO BAMBUÍ

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V2
Cu * AA	9	1,621	12	25
Pb AA	10	1,637	16	27
Zn AA	15	1,776	27	47
CxCu AA	2	1,808	4	7
F INS	115	1,602	184	295

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

MG – Média Geométrica

DG – Desvio Geométrico

* – Os estimadores background V1 e V2 foram determinados por método gráfico Lepeltier(1969)

FIG. 18

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
GRUPO JAIBARAS

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V2
Cu AA	8	2,048	16	21
Pb AA	7	1,588	11	19
Zn AA	14	2,212	31	65
CxCu AA	2	2,067	4	7
F INS	126	1,939	244	471

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

MG – Média Geométrica

DG – Desvio Geométrico

FIG. 19

CPRM – PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL – RELATÓRIO FINAL – ENNES, E. R. et alii – 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
GRANITO MUCAMBO

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V2
Cu AA	6	1,613	10	16
Pb AA	10	1,792	18	32
Zn AA	21	1,971	41	82
CxCu AA	1,5	1,741	3	5
F INS	155	2,283	354	808

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

MG – Média Geométrica

DG – Desvio Geométrico

FIG. 20

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
GRANITO MERUOCA

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V2
Cu AA	7	1,866	13	24
Pb AA	15	1,625	24	40
Zn AA	28	1,781	50	89
CxCu * AA	2,5	1,971	5,2	17
F INS	140	1,732	242	420

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

MG – Média Geométrica

DG – Desvio Geométrico

* – Os estimadores background V1 e V2 foram determinados por método gráfico Lepeltier (1969)

FIG. 21

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
EMBASAMENTO CRISTALINO E GRANITOS
BARRIGA E ARARAS

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V2
Cu AA	8	1,881	15	28
Pb AA	8	1,835	15	27
Zn AA	17	2,031	35	70
CxCu AA	2	1,844	4	7
F INS	151	2,112	319	674

AA – Absorção Atômica

INS – Instrumental

MG – Média Geométrica

DG – Desvio Geométrico

FIG. 22

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
SERRA GRANDE

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V_1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V_2
Cu AA	7	1,672	12	20
Pb AA	7	1,735	12	21
Zn AA	11	2,106	23	49
CxCu AA	1,5	1,638	2	4
F INS	115	3,120	359	1119

AA - Absorção Atômica

INS - Instrumental

MG - Média Geométrica

DG - Desvio Geométrico

FIG. 23

CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL - RELATÓRIO FINAL - ENNES, E.R. et alii - 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO
FILITOS

ELEMENTO	BACKGROUND (MG)	DESVIO GEOMÉTRICO (DG)	REALCE GEOQUÍMICO (MGxDG) V1	ANOMALIA ($MGxDG^2$) V2
Cu AA	10	1,945	20	38
Pb AA	10	1,573	16	25
Zn AA	16	2,085	33	70
CxCu AA	2,5	1,975	5	10
F INS	119	2,192	261	572

AA - Absorção Atômica

INS - Instrumental

MG - Média Geométrica

DG - Desvio Geométrico

FIG.24

CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL - RELATÓRIO FINAL - ENNES, E. R. et alii - 1976

plotado um símbolo, que corresponde a "anomalias de 1ª ordem". Nos demais, que isoladamente representam V_2 ou valores anômalos das unidades reduzidas, foi plotado outro símbolo correspondente a "anomalia de 2ª ordem". Dessa foma dá-se ênfase aos pontos que, por dois caminhos de tratamento estatístico diferentes, apresentam-se como anômalos.

Dois tipos de histogramas foram construídos representando a distribuição dos elementos Cu, Pb, Zn, F e Mo por população alvo (figuras 25 a 35), um com as classes sendo calculadas pela fórmula de Sturges e outro constante no mapa com as classes representando os valores de background (B) e os valores limiares V_1 e V_2.

Para o Mo foram construídos histogramas cujas classes foram calculadas por 6 - steps, inclusive o constante no mapa devido ao pequeno número de resultados definidos. Este tipo de cálculo diferente para o Mo, é consequência do método analítico de espectrografia de emissão que se reporta neste tipo de classe. Para o As, tendo em vista a pequena amplitude de sua distribuição e ao baixo número de valores definidos não foi possível ser construído histogramas, e seus valores foram plotados no mapa sem consideração estatística.

Nos mapas de distribuição geoquímica são apresentados histogramas de frequência em função da significância da distribuição dos elementos analisados como também pelo número de amostras consideradas suficientes para a construção dos mesmos.

7.3.4 - Caracterização da Distribuição e Associação Geoquímica dos Elementos nos Sedimentos de Corrente.

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

COBRE

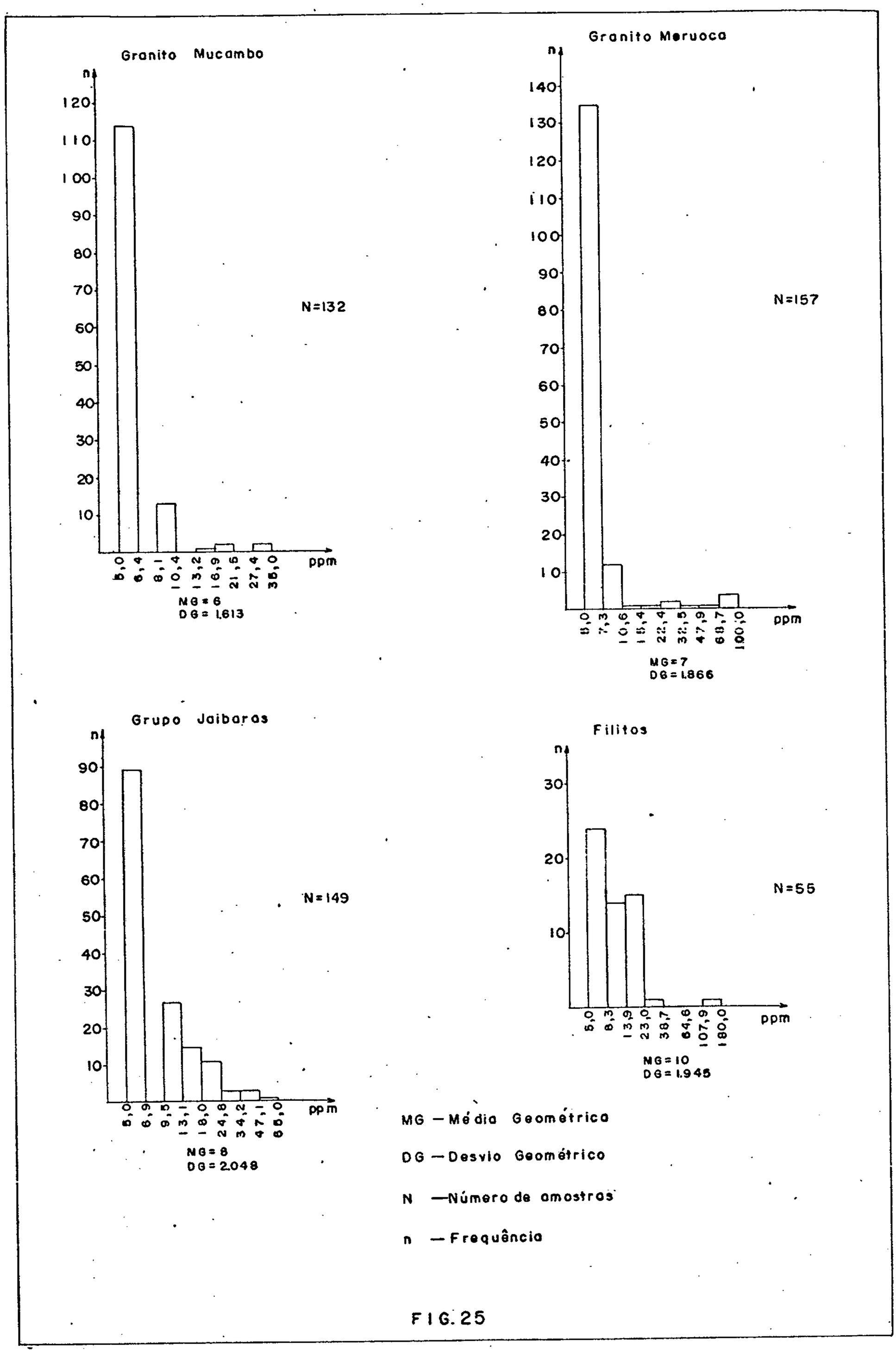


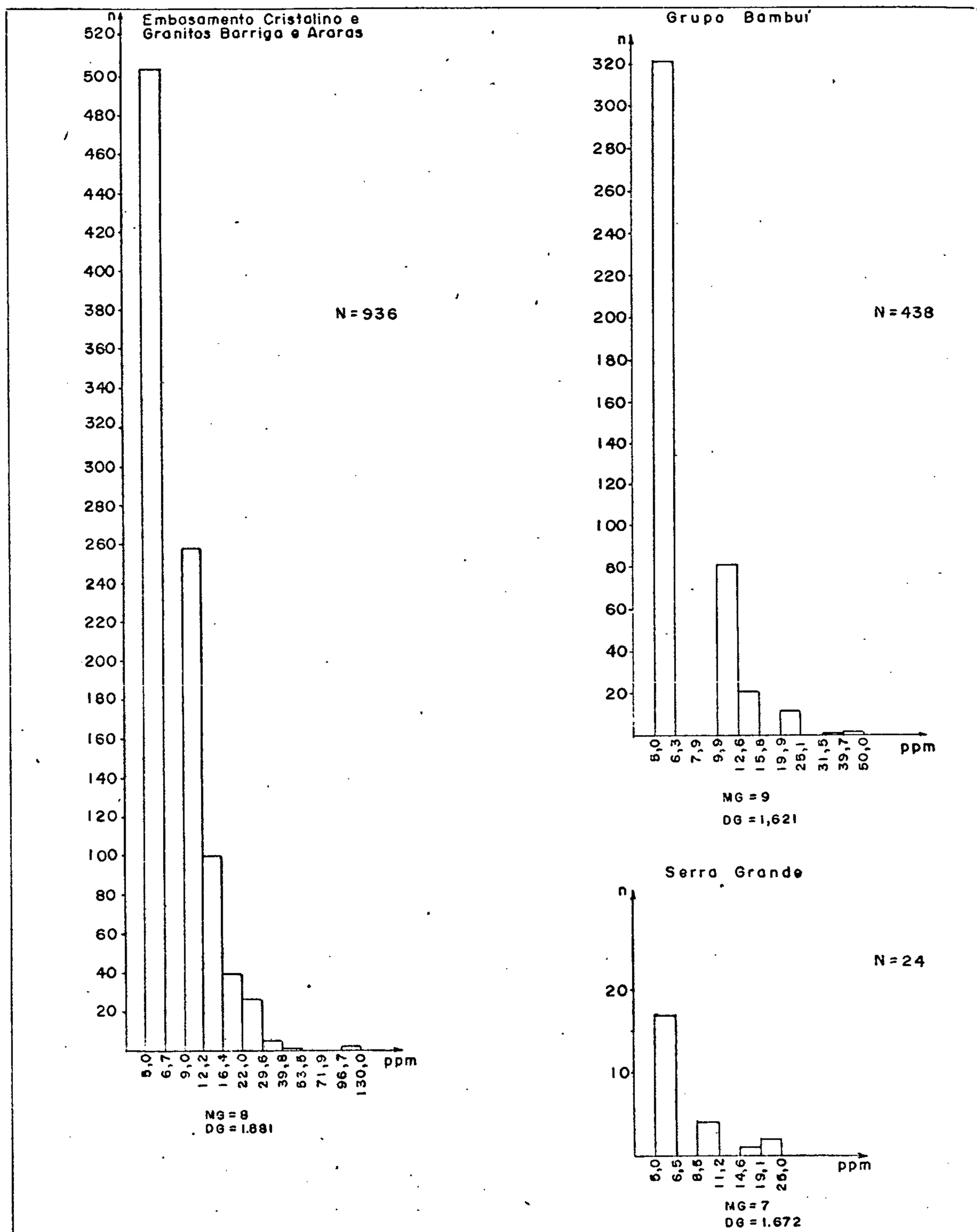
FIG. 25

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

COBRE



MG — Média Geométrica

DG — Desvio Geométrico

N — Número de amostras

n — Frequência

FIG.26

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

COBRE (Cx Cu)

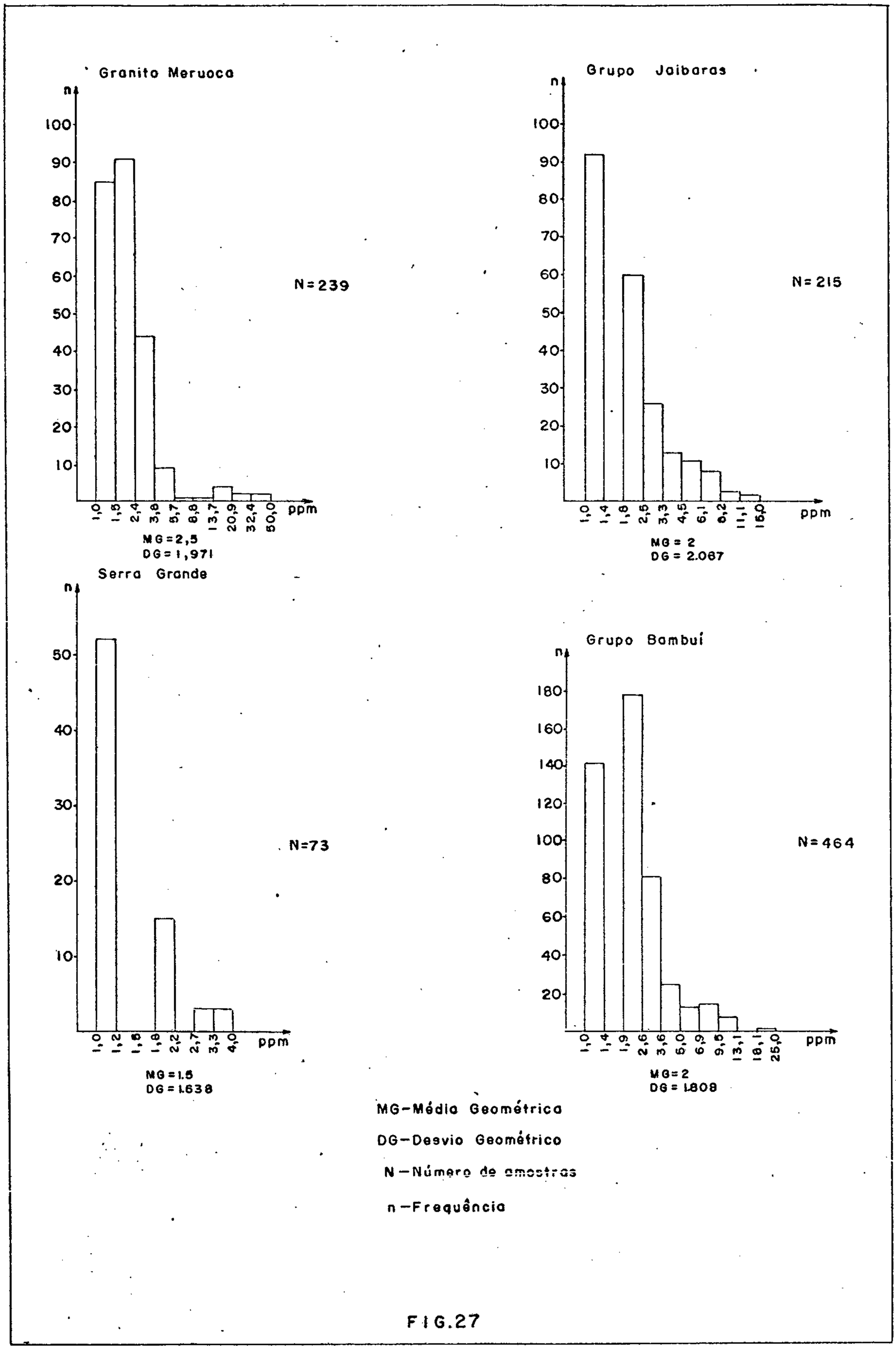


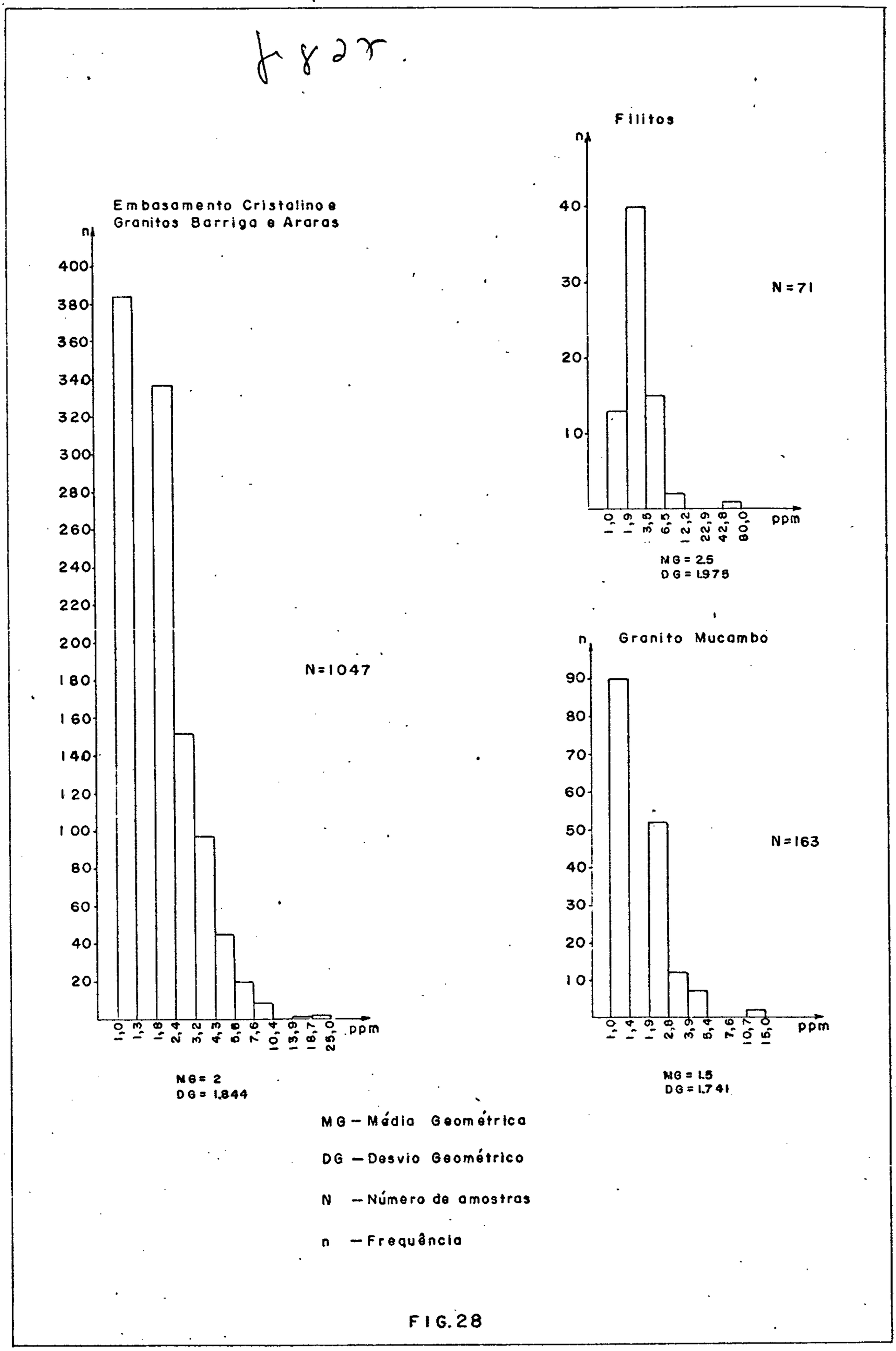
FIG.27

( )-CPRM-PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL-ENNES, E.R. et alii – 1976

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS
COBRE (CxCu)



MG — Média Geométrica

DG — Desvio Geométrico

N — Número de amostras

n — Frequência

FIG. 28

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

CHUMBO

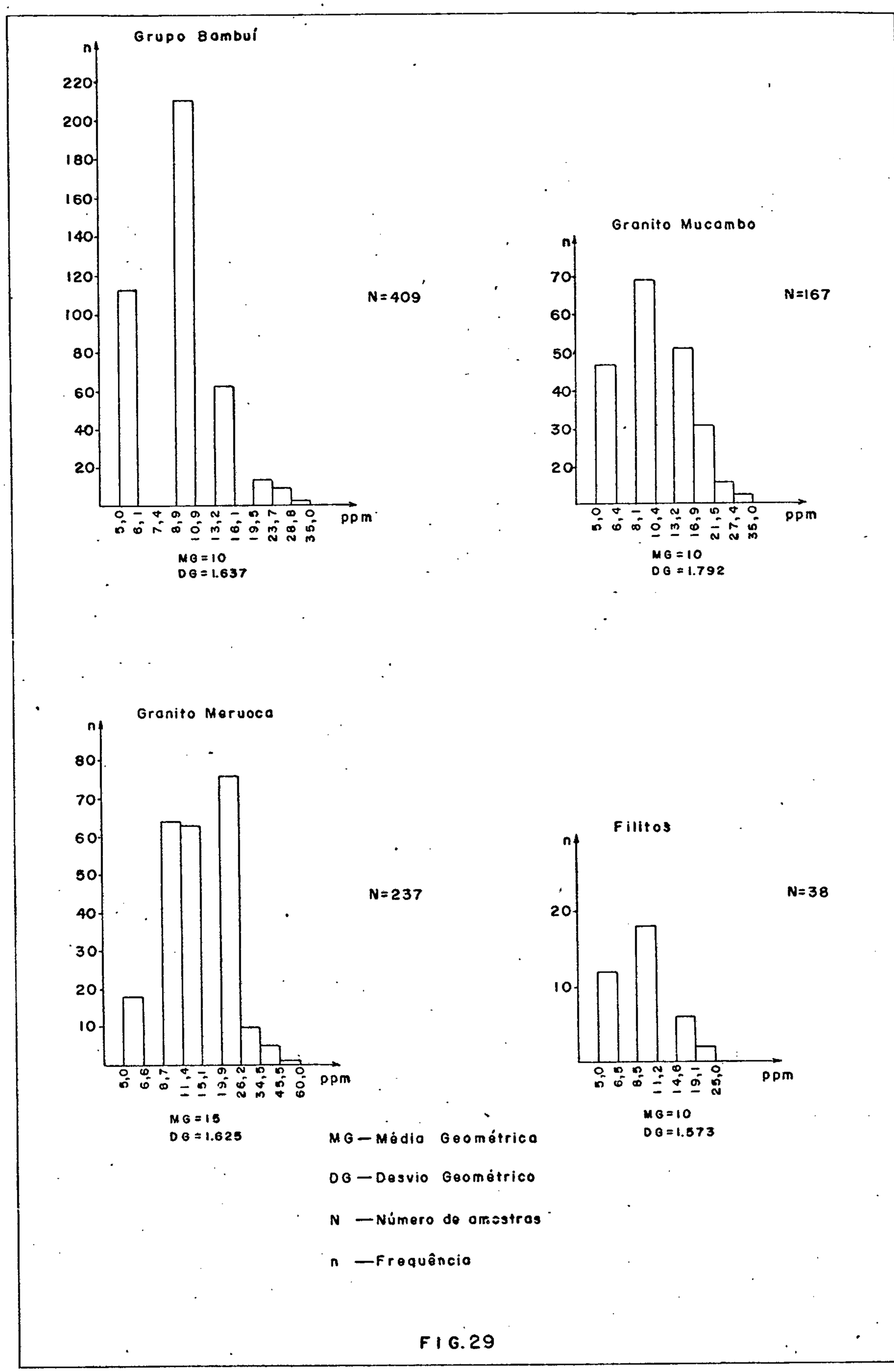


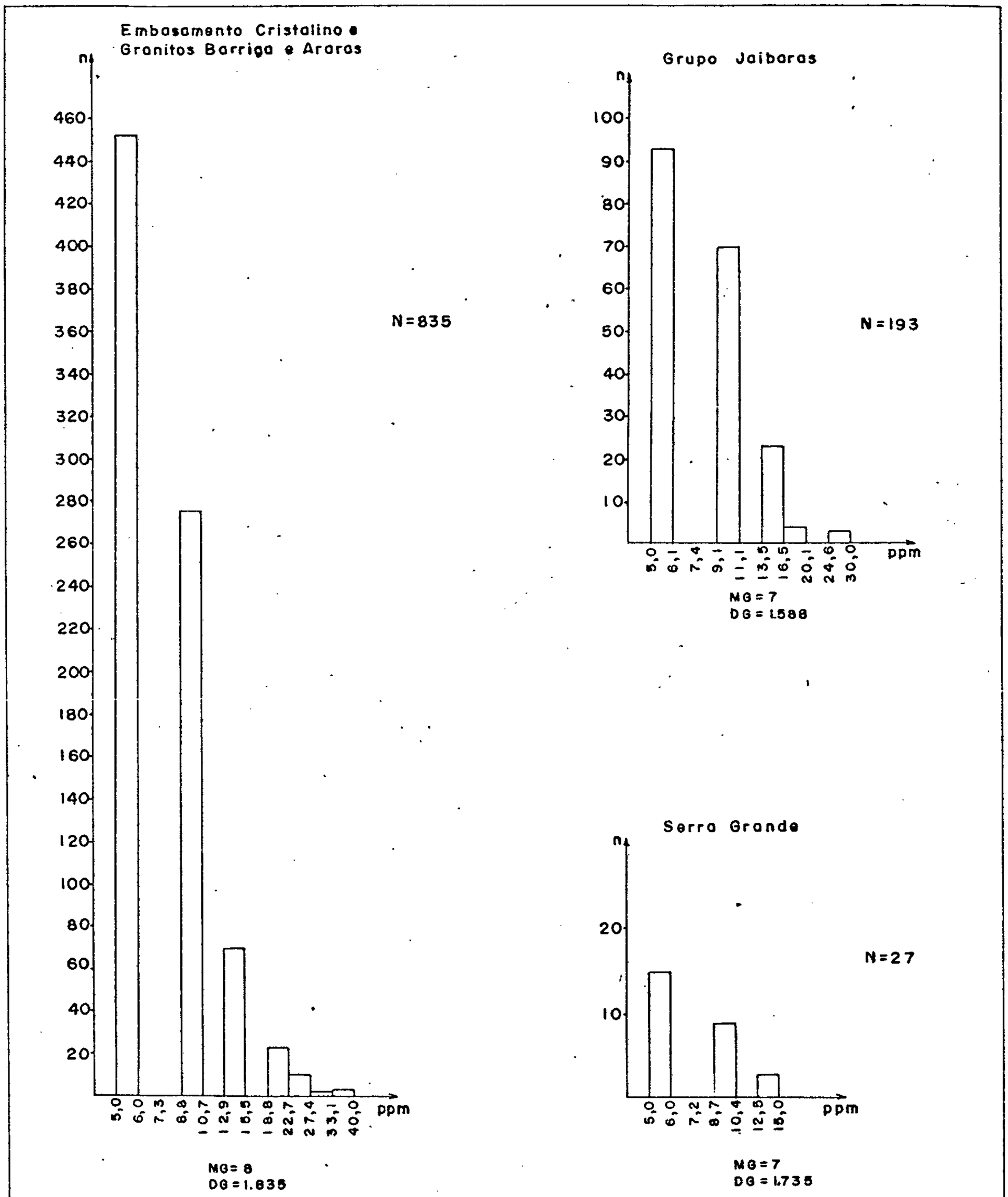
FIG.29

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

CHUMBO



MG — Média Geométrica

DG — Desvio Geométrico

N — Número de amostras

n — Frequência

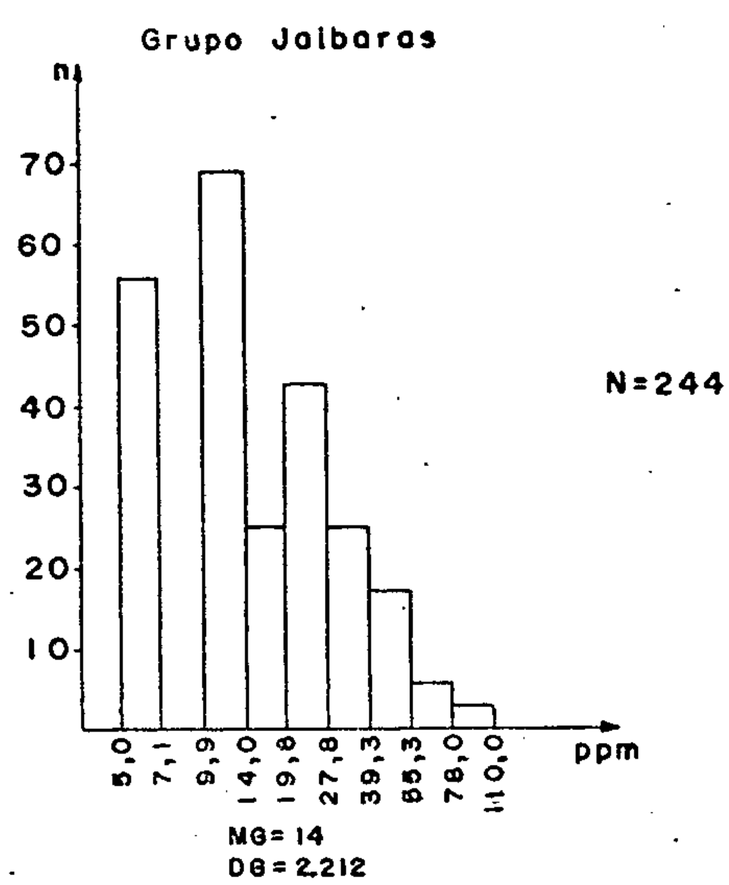
FIG. 30

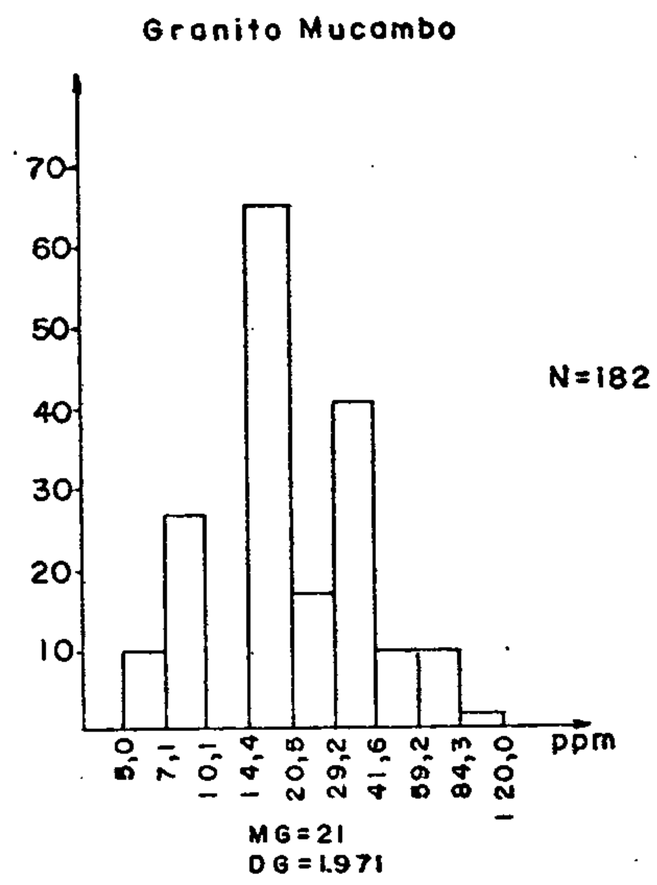
PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

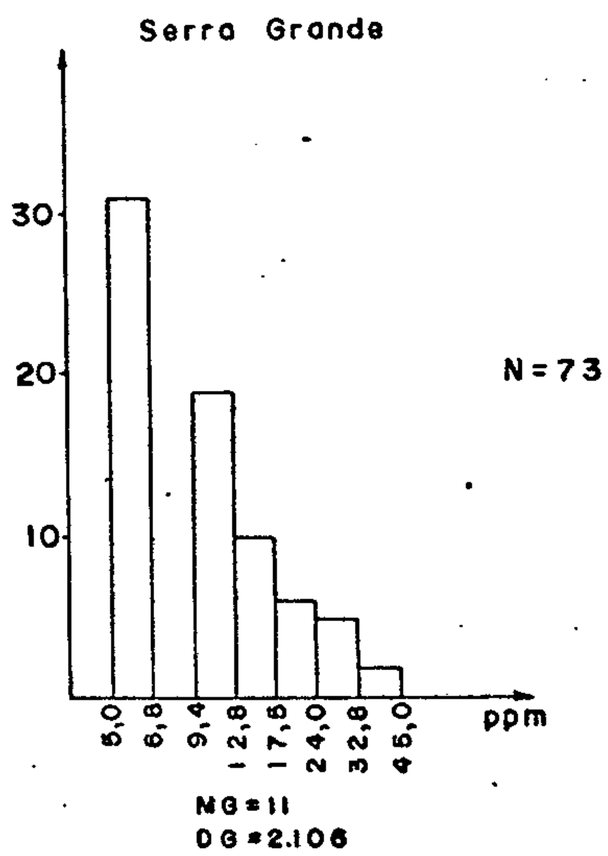
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

ZINCO







MG — Média Geométrica

DG — Desvio Geométrico

N — Número de amostras

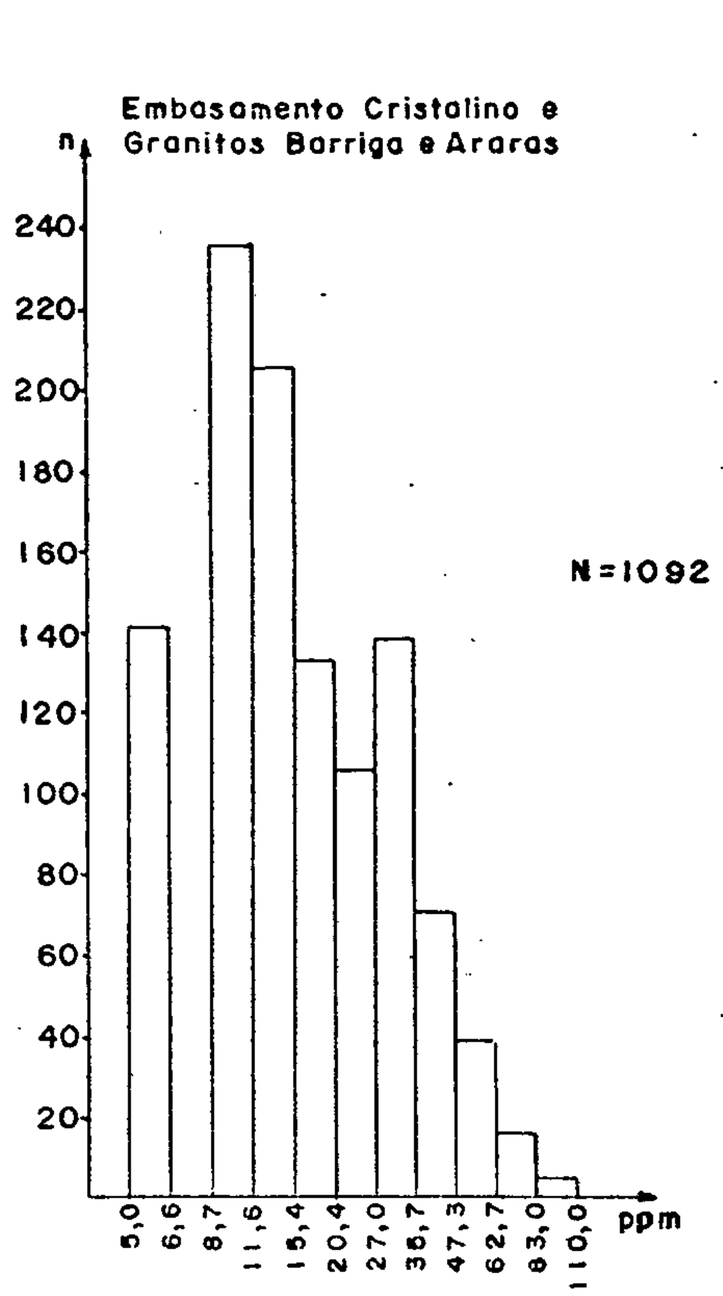
n — Frequência

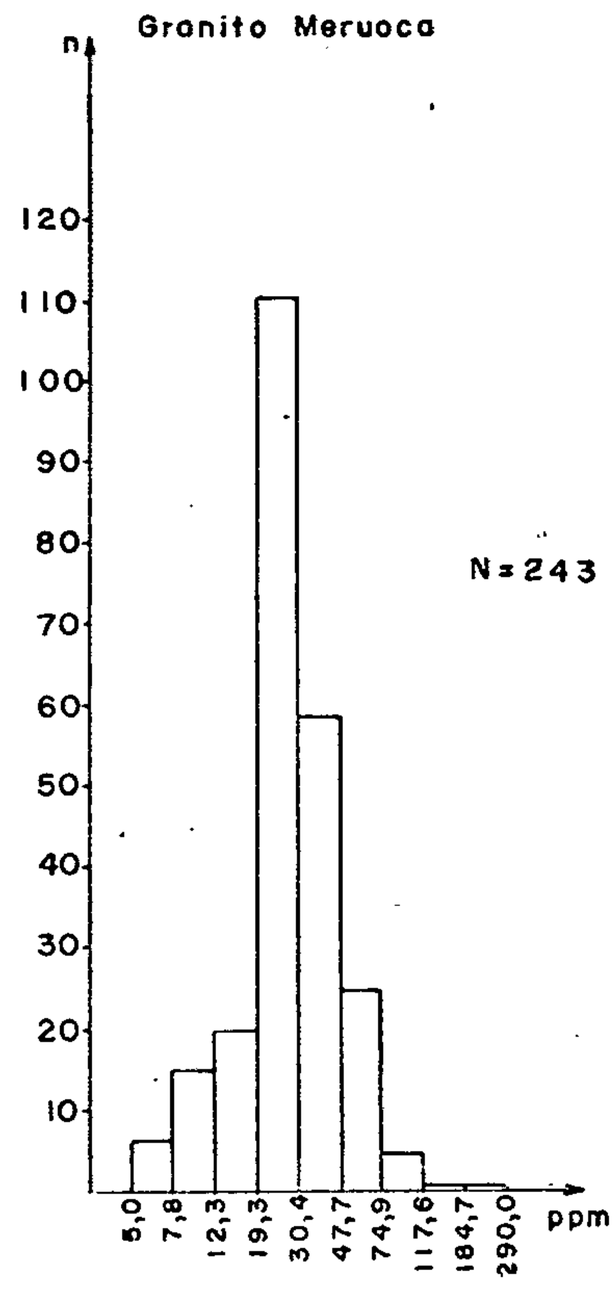
FIG.31

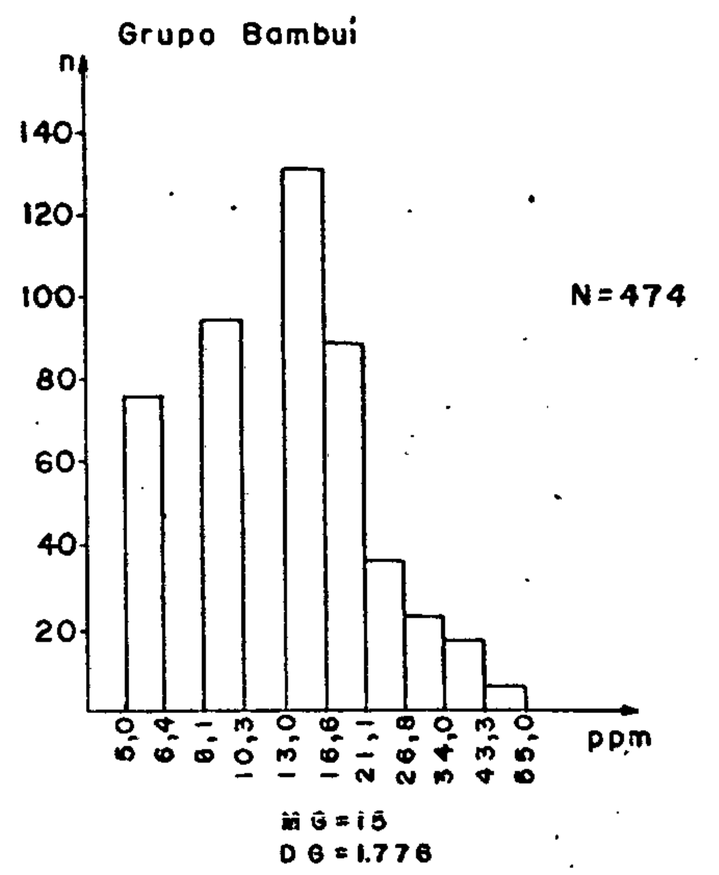
PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

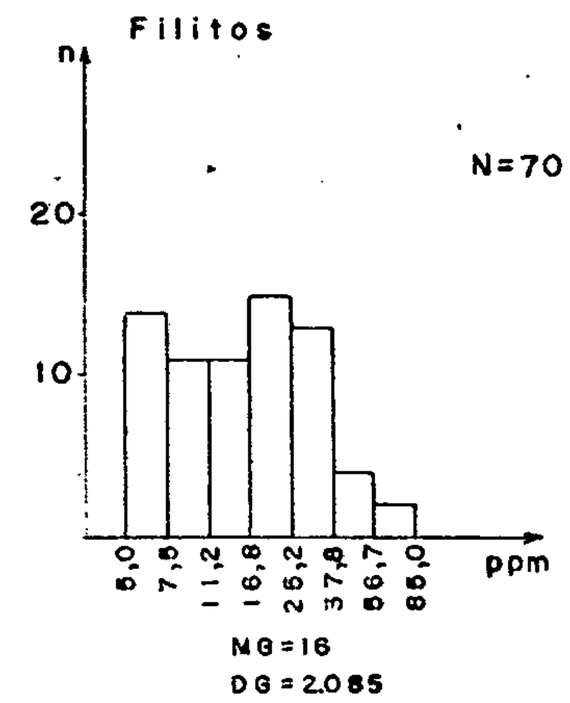
GEOQUÍMICA REGIONAL- SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS
ZINCO









MG — Média Geométrica

DG — Desvio Geométrico

N — Número de amostras

n — Frequência

FIG. 32

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

FLUOR

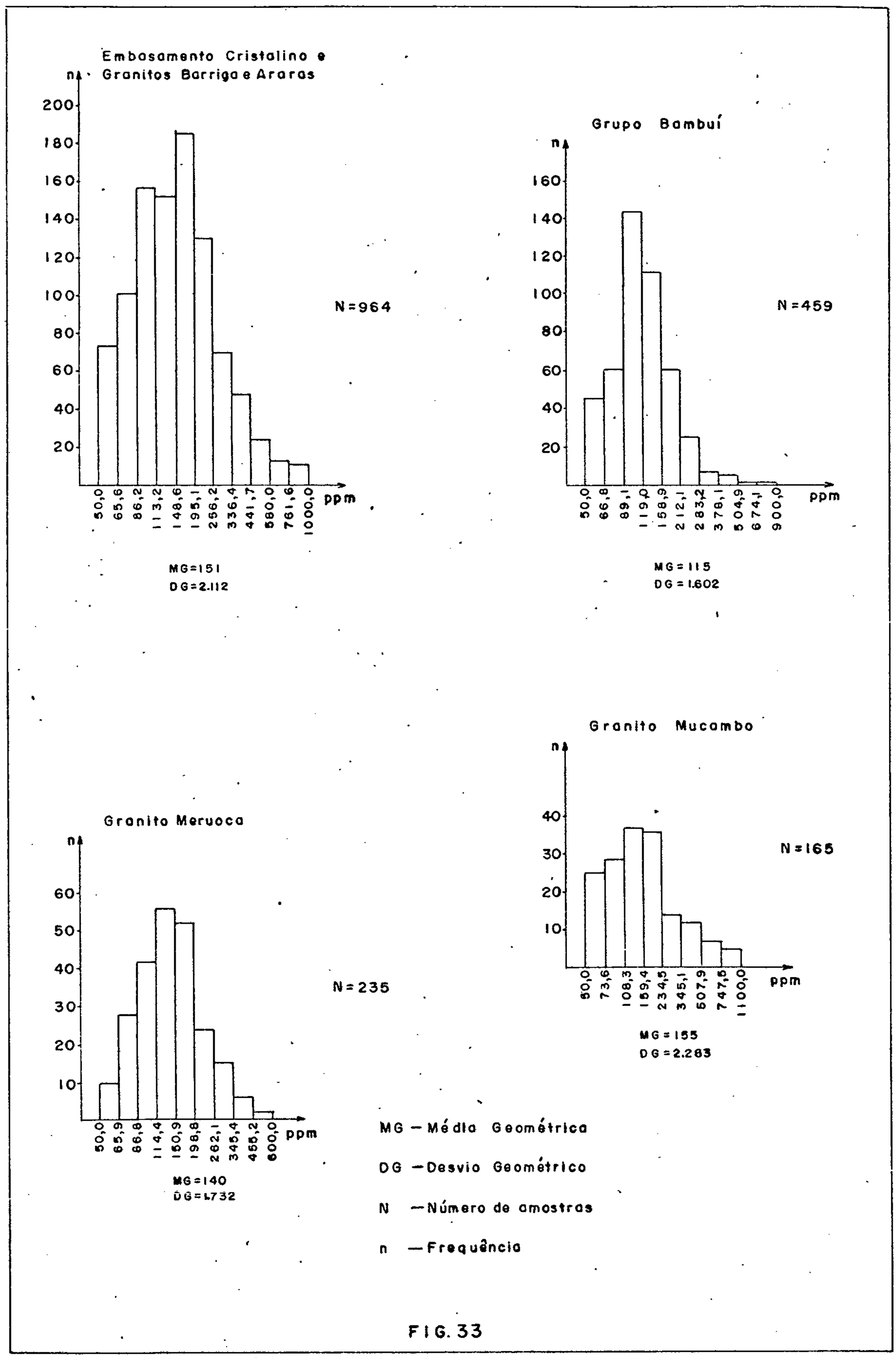


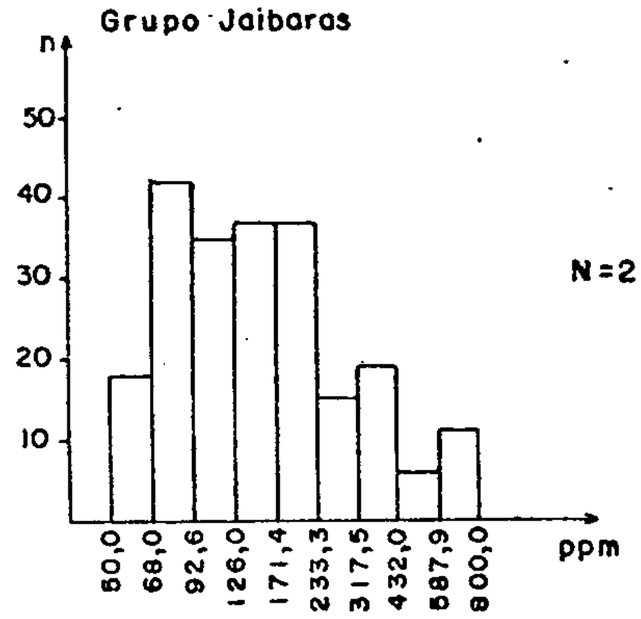
FIG. 33

CPRM - PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL - ENNES, E.R. et alii - 1976

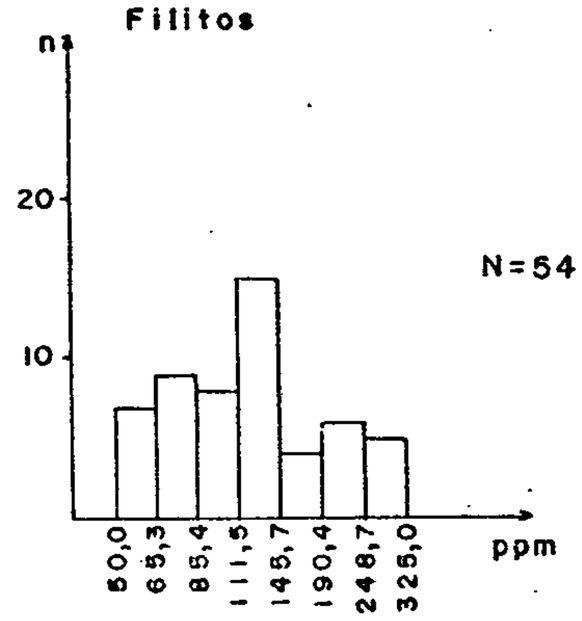
PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL- SEDIMENTO DE CORRENTE

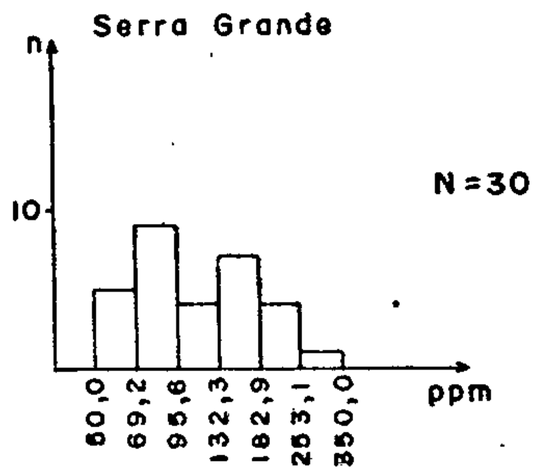
HISTOGRAMAS
FLUOR



MG=126
DG=1.939



MG=119
DG=2.192



MG=115
DG=3.120

MG — Média Geométrica

DG — Desvio Geométrico

N — Número de amostras

n — Frequência

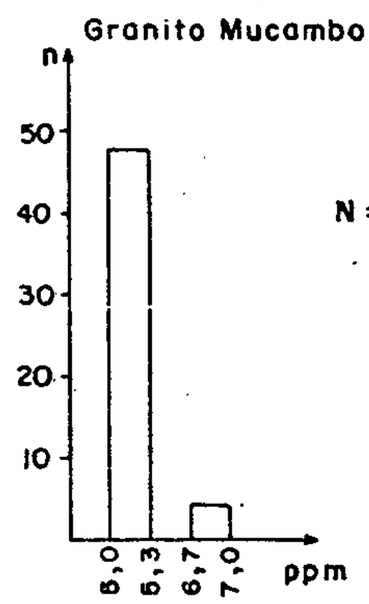
FIG. 34

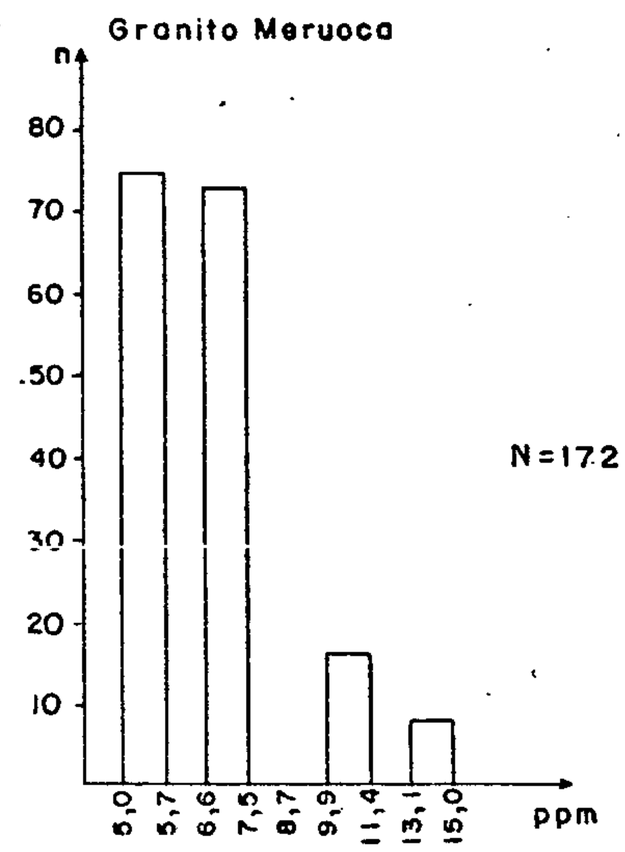
PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA REGIONAL – SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS

MOLIBDÊNIO





N — Número de amostras

n — Frequência

FIG. 35

7.3.4.1 - Grupo Bambuí

7.3.4.1.1 - Generalidades

Sob a denominação de Grupo Bambuí encontra-se representada uma sequência sedimentar de idade Єo-cambriana , litologicamente constituída por uma assembléia de tipos petrográficos, tais como: grauvacas, arenitos epimetamórficos, arcóseos, siltitos, calcários e ardósias, que em seu conjunto, alcançam uma espessura aproximada de 4000 metros. Esta sequência caracteriza, em termos de condicionamento, uma associação do tipo "flysh" depositada em zonas tectonicamente instáveis e de rápida subsidência.

Para os elementos cobre (Cu, CxCu), chumbo e zinco a hipótese de lognormalidade dos dados obtidos, não foi aceita nos níveis de 1% e 5% pelos testes de Kolmogorov - Smirnov e Chi-Quadrado. O fluor foi a única variável aceita nos dois níveis pelo primeiro teste, não sendo aceita , no entanto, em nenhum dos dois níveis pelo do Chi-Quadrado.

O par de variável que forneceu a melhor correlação nesta população foi o cobre analisado a quente (Cu) e a frio (CxCu; 0,6-0,7), sendo esta classificada como boa. Os pares variáveis Cu e Zn, Pb e F, Pb e CxCu, Pb e Zn, Zn e F, CxCu e F, apresentaram correlações regulares (0,5-0,6).O cobre a quente (Cu) apresentou baixa correlação (0,4-0,5) com o fluor e chumbo, o mesmo acontecendo com o CxCu em relação ao zinco. O arsênio e molibdênio se comportaram como variáveis independentes em relação aos demais elementos considerados apresentando, valores de correlação dentro do intervalo menor que 0,4. Neste trabalho pouca importância foi conferida a esses elementos tendo em vista o restrito número de valores definidos.

Com relação ao coeficiente de variação que em última análise é um dos estimadores do fator-dispersão geoquímica (Levinson-1974), verifica-se que dentre as variáveis Cu, Pb, Zn, CxCu e F, o Zn e F foram os que apresentaram coeficiente de variação mais elevados. Isto significa que , no meio amostrado e no ambiente secundário, estes elementos possuem em relação aos demais um maior poder de dispersão e mobilidade geoquímica.

7.3.4.1.2 - Comportamento do Cobre e Fluor

As variáveis Cu e CxCu apresentaram respectivamente os seguintes valores máximos e mínimos: 50 e 5,0 ppm e 25 e 1,0 ppm. Para o cobre a quente (Cu) os critérios do método de Lepeltier (op. cit.) foram adotados para avaliação dos valores de background e anomalia, sendo estes respectivamente os seguintes: 9 e 25 ppm. O CxCu e fluor apresentaram também respectivamente os seguintes valores: 2 e 7 ppm; 115 e 295 ppm. Cabe ressaltar que para estas últimas variáveis os valores acima mencionados (background e limiar) foram calculadas estatisticamente através de programas especiais de computação.

Os histogramas de frequência dos dados das variáveis Cu e CxCu embora transformados em escala logaritmica exibiram, configurações assimétricas em relação a distribuição normal como também evidenciaram distribuições distintas entre si. Este comportamento indica não só a presença de diferentes litologias como também pode estar denunciando tipos de dispersão diferentes. A priori, podemos admitir baseados na natureza da extração a frio, que os dados obtidos por esse método relacionam-se aos elementos dispersos hidromórficamente nos sedimentos. O cobre a quente, por sua vez,

por exibir uma configuração diferente daquela do CxCu, deve estar relacionado ao cobre que se encontra disperso nas fases hidromórfica e clástica.

Na região da bacia do Bambuí os realces geoquímicos do cobre (Cu e CxCu) como também do fluor encontram-se na sua maior parte condicionados à zona de ocorrência da Formação Frecheirinha, ou seja, na fase calcífera da sequência sedimentar. Este comportamento, parece ser uma das características destes elementos pois, em locais fora da influência deste fator litológico, as suas representações são bastantes restritas. Entretanto, vale ressaltar que alguns dos realces geoquímicos embora tenham sua célula sobre esta litologia, sua área de captação não se restringe somente a ela.

Inúmeros são os locais que ratificam a relação existente entre o comportamento e distribuição do cobre com a unidade litológica em questão. Dentre estes, se destacam aqueles localizados nas cercanias e porção sul da cidade de Frecheirinha, e no setor sul da Serra da Penanduba. Nestes locais e mais explicitamente na área de captação dos pontos que se revelaram como realce geoquímico, existe não só a presença da unidade calcífera como também, de algumas das outras pertencentes a sequência sedimentar do Bambuí No entanto, os realces geoquímicos detectados nestes locais se revelaram tão somente na zona de ocorrência da Formação Frecheirinha (vide mapas de distribuição das folhas Tianguá e Frecheirinha).

As outras representações de realce geoquímico fora de zona de ocorrência dos sedimentos calcíferos,como por exemplo, os detectados sobre os sedimentos das formações Coreaú e Trapiá, acreditamos serem provenientes da grande variação faciológica existente nessas formações como também,

devido a influência dos diques de natureza ácida que cortam sobretudo os sedimentos da Formação Coreaú (vide mapa de distribuição da folha Coreaú).

Existem também casos de realces geoquímicos ocasionados pela ocorrência de óxidos hidratados de ferro e manganês que, como se sabe, podem adsorver os elementos traços, aumentando desta forma nos sedimentos amostrados as concentrações de elementos, notadamente dos metálicos - realces próximos a ocorrência de ferro (vide mapa de distribuição da folha Mucambo).

Por outro lado, como a maioria dos realces se encontram restritos à região de ocorrência da Formação Frecheirinha (calcários e margas) é bem possível que estejam também refletindo o fator pH pois, como se sabe, em ambiente alcalino (pH elevado) os elementos traços perdem parte de sua mobilidade adquirindo forte tendência a se precipitarem. Desta forma se considerarmos como válida a influência do fator pH no comportamento geoquímico dos elementos considerados (Cu e F), somos levados a admitir pelo menos em nível de hipótese que, alguns dos realces geoquímicos e anomalias não estejam refletindo uma concentração significante mas sim aquela devida ao fator pH. Caso isto tenha ocorrido o que é bem possível, torna-se difícil discernir quais são os realces e anomalias portadoras de uma real significância geoquímica. Em vista disso, as anomalias e principalmente os realces devem ser considerados com bastante cautela pois, podem estar apenas denunciando falsas concentrações. Neste caso, é de bom alvitre considerar em termos de realces somente aqueles onde os elementos em questão (Cu,F) exibem não só uma maior associatividade entre si como também com os demais elementos considerados.

As bacias onde esta associação é mais representativa são aquelas relativas as estações EE-23, EE-63, EE-218, EE-222 e EE-491 onde o CxCu e Cu comparecem ao lado do Zn , Pb e F. Estes pontos encontram-se distribuídos nos mapas de distribuição geoquímica, correspondentes as folhas de Tianguá, Coreaú e Frecheirinha.

Outro fator de real destaque é a presença de realces geoquímicos relacionados ao fator tectônico, representado nesta região pela falha da Siriema e suas associadas. Pela observação dos mapas de distribuição geoquímica, esta possibilidade de contribuição parece ser pelo menos plausível uma vez que, a grande maioria dos realces geoquímicos se encontram subordinados a essa feição geológica, constituindo um verdadeiro "trend" de realce com direção NE-SW.

Muito embora o cobre (Cu, CxCu) apresente correlações regulares com Zn e Pb conforme se verifica no gráfico de correlação (fig. 11), esta correspondência em termos de realce geoquímico não se verifica. Entretanto, como a frequência percentual relativa dos valores de realces geoquímico do Cu e CxCu é muito baixa (7-9%) e dos valores de background bastante elevada (92-85%) é possível que a associação revelada pelo coeficiente de correlação do cobre com o Zn e Pb esteja principalmente relacionada com os valores de background. Por outro lado, a correlação do cobre analisado a quente com o cobre a frio se verifica não só em termos de realces geoquímicos como também de anomalias.O fluor por sua vez apresentou correlações regulares com o CxCu, Pb e Zn e uma maior frequência percentual de valores na faixa de realce geoquímico. Como este elemento em termos de realce e anomalia geralmente acompanha os do cobre, notadamente os do CxCu, faz-se mister salientar a sua importância como possível farejador na detecção deste último elemento.

As anomalias, de cobre e fluor por sua vez, encontram-se também maiormente distribuidas na região de influência dos sedimentos da Formação Frecheirinha. Raras são as anomalias fora dessa zona, entretanto, faz-se mister ressaltar aquelas fora dessa zona que aparecem associadas com os realces geoquímicos e anomalias dos demais elementos considerados. As anomalias que se enquadram neste caso são as correspondentes às bacias dos pontos EE-199 e EE-144, cujas litologias de influência são os sedimentos da Formação Coréaú e os constituintes litológicos da unidade embasamento cristalino.

As anomalias da zona dos sedimentos Frecheirinha, parecem seguir em linhas gerais o comportamento dos realces geoquímicos dessa região, notadamente no que se refere as feições geológicas presentes. Isto posto, como se pode observar nos mapas de distribuição geoquímica da bacia Bambuí (folhas Tianguá, Coreaú, Frecheirinha e Mucambo), as anomalias aparecem geralmente associadas aos realces geoquímicos aí detectados. Se por um lado esta situação vem contribuir para a consideração da existência de anomalias significantes, por outro lado se tomarmos por base os valores limiares do cobre (Cu-25 ppm; CxCu-7 ppm) e realce geoquímico (Cu-12 ppm; CxCu-4 ppm) se constata que são de pequena monta as diferenças existentes entre os limiares e os realces respectivos. Desta maneira é de boa medida ter em mente que aqueles valores considerados anômalos, bem próximos ao valor limiar, poderão na verdade constituir simples realces geoquímicos.

Levando em conta este problema acreditamos ser de bom alvitre considerar como anomalia significativa aquelas resultantes do tratamento estatístico por unidade reduzida. Essas anomalias se encontram assinaladas de acordo com

seu grau de significância no mapa de resíduos geoquímicos. Dentre elas assinalamos as correspondentes às estações : EE-63, EE-119, EE-144, EE-470, EE-654 e EE-670, para as quais sugerimos a realização de trabalhos de verificação. Cabe ressaltar que embora as estações EE-292, EE-293 e EE-352 configurem uma zona bem determinada, acreditamos que as mesmas não merecem muita confiança tendo em vista as suas localizações. As duas primeiras se encontram localizadas nas proximidades de um açude (contaminação por matéria organica) e a última em região de lavra de uma jazida de calcário.

7.3.4.1.3 - Comportamento do Zinco e Chumbo

O zinco apresentou valor mínimo 5,0 ppm e valor máximo de 55 ppm. O chumbo por sua vez apresentou variação de 5,0 a 35 ppm. As médias geométricas (background) do chumbo e zinco foram respectivamente 10 e 15 ppm e seus valores limiares 27 e 47 ppm.

O histograma do Pb e Zn tal qual os histogramas de Cu e CxCu, revelaram uma mistura de população, como também uma similaridade no que se refere a dispersão do Zn e CxCu, supondo-se assim que o Zn possa estar disperso predominantemente na forma hidromórfica tal qual o CxCu.

Considerando o que já foi amplamente comentado no capítulo 4 e na parte referente ao comportamento do cobre e fluor sobre as feições geológicas da bacia Bambuí, acreditamos ser desnecessário se fazer novamente considerações a esse respeito, senão aquelas que se fizerem necessário para um melhor entendimento do comportamento geoquímico dos elementos em questão.

Os realces geoquímicos do Pb e Zn de uma maneira geral parecem, conforme mostram os respectivos mapas de distribuição geoquímica (folhas Tianguá, Coreaú, Frecheirinha

e Mucambo), não possuir um condicionamento geológico semelhante ao verificado para o cobre. Enquanto que neste último, os realces geoquímicos se encontram mormente condicionados à Formação Frecheirinha, o Pb e o Zn não se apresentam de um modo geral subordinadas a uma unica unidade lito- estratigrafica . Por outro lado, levando-se em conta as correlações desses dois elementos com os demais considerados (o Pb apresenta correlações regulares - 0,5-0,6 com o F,CxCu e Zn; o Zn exibe correlações regulares com o F, Pb e Cu) verifica-se que esta associação deve ser mais em valores de background do que em termos de realces geoquímicos e anomalias conforme evidenciam os mapas de distribuição geoquímica.

Os histogramas de Pb e Zn apesar de terem configurações distintas possuem entre si um denominador comum , pois denunciam a existência de populações mistas, de natureza não muito significativa neste trabalho em termos geoquímicos, porém de alta significância em termos geológicos , pois evidenciam a complexidade litológica na região em questão.

Por outro lado, se compararmos os histogramas de Cu e CxCu com os desses elementos, verifica-se que a configuração dos histogramas do Cu e Pb e CxCu e Zn são bastante semelhantes levando-nos a admitir pelo menos em nível de hipótese que os mesmos possuem no ambiente secundário comportamentos semelhantes.

Outro fator que vem a corroborar com essa similaridade verificada nos histogramas é o coeficiente de variação destas variáveis pois, os pares Cu e Pb e Zn e CxCu apresentam uma correpondência de valores conforme mostram seus respectivos valores: Cu-0,450; Pb-0,460; Zn-0,619 ; CxCu-0,648. Esta correspondência, vem ratificar de certo modo a analogia existente na configuração dos histogramas, bem

como, evidencia formas de dispersão algo semelhantes.

Os valores obtidos para os realces geoquímicos do Pb e Zn são relativamente baixos (Pb - 16 ppm; Zn-27 ppm) se comparados com os valores de suas respectivas médias geométricas - (Pb-10 ppm; Zn-15 ppm). Desta forma é de bom termo tomar certa precaução na consideração dos realces geoquímicos, levando-se também em conta que o intervalo de registro do método analítico utilizado é de 5 ppm.

Desta maneira, acreditamos ser de boa medida levar em consideração os realces geoquímicos de Pb e Zn que denotaram uma associação entre si como também, associações com realces geoquímicos de Cu e CxCu. Nestes casos, encontram-se situados os realces geoquímicos correspondentes às células relativas aos pontos: EE-23, EE-193, EE-218,EE-222, EE-290 e EE-491, que estão distribuídas nas folhas de Tianguá, Coreaú, Frecheirinha e Mucambo.

As anomalias de Pb e Zn cujos valores mínimos foram respectivamente 27 e 47 ppm, ostentam um comportamento semelhante aos realces no que tange a sua não associatividade preferencial à quaisquer feições de natureza geológica . Os valores mínimos e máximo detectados para estes elementos foram respectivamente para o Pb - 5 e 35 ppm e para o Zn-5 e 55 ppm. A simples análise destes valores nos leva a admitir, se considerarmos intervalo de registro do método analítico (5 ppm) e seus valores de background, uma certa precariedade na real significância geoquímica das anomalias consideradas, notadamente as de chumbo.

Os pontos anômalos para Pb e Zn foram os seguintes : EE-144, EE-199 e EE-470 para o Pb e EE-144, EE-264 , EE-191, e EE-199 para o Zn. Cabe salientar que nos pontos EE-470, EE-191 e EE-264, foram detectados realce e/ou anomalia de Cu, CxCu e F.

Não obstante as considerações feitas sobre a significância das anomalias consideradas, as anomalias de Zn e Pb acima assinaladas devem ser objeto de um trabalho de verificação. No mapa de residuos geoquímicos os pontos anômalos estão assinalados como anomalias de 1ª e 2ª ordem.

7.3.4.1.4 - Comportamento do Arsênio e Molibdênio.

O arsênio e o molibdênio, como já citado anteriormente, foram descartados da interpretação devido tão somente a pouca representatividade dos resultados obtidos . Seus resultados foram de tal maneira insuficientes que não pudemos estabelecer com segurança os principais estimadores da população. Entretanto, alguns dos seus resultados mais expressivos encontram-se figurados nos mapas de distribuição geoquímica, porém sem nenhum valor interpretativo. Merece destaque especial um único valor de arsênio com 140 ppm, encontrado na amostra coletada na estação EE-23, relacionado a realce geoquímico de Pb, Zn, CxCu e F.

7.3.4.2 - Grupo Jaibaras

7.3.4.2.1 - Generalidades

Como já comentado anteriormente, no Grupo Jaibaras encontram-se consignadas uma suite litológica bastante complexa onde se destacam tipos petrográficos pertencentes a uma sequência sedimentar epimetamórfica e a um variado complexo de rochas vulcânicas e sub-vulcânicas. Os representantes mais destacáveis da sequência sedimentar são:ortoconglomerados polimíticos, arenitos líticos, arcóseos,grauvacas e folhelhos . Nas rochas vulcânicas e sub-vulcânicas (Formação Parapuí) entre outras se destacam os seguintes tipos pe

trográficos: basaltos, andesitos, dacitos, dioritos, gabros e riolitos. Outra feição geológica de real destaque são os grandes falhamentos de natureza transcorrente (Lineamento Sobral-Pedro II e falha Café-Ipueiras), que a grosso modo constituem os limites tectônicos da ocorrência deste grupo. Do ponto de vista tectônico, o Grupo Jaibaras se encontra condicionado em uma zona que pela sua característica de posicionamento estrutural pode-se atribuir a denominação de graben ou fossa tectônica.

No teste de Kolmogorov-Smirnov e Chi-Quadrado a hipótese de lognormalidade para o Cu e CxCu, não foi aceita em nenhum dos dois níveis de significância. No caso do fluor esta hipótese foi aceita somente pelo primeiro teste, assim mesmo ao nível de 1%. A hipótese de lognormalidade para o zinco e chumbo também não foi aceita em nenhum dos dois níveis nos testes acima mencionados.

Quanto aos valores de correlação obtidos, verifica-se que o cobre a quente (Cu), apresenta correlação excelente (maior que 0,7) com o cobre a frio, boa com o zinco, regular com o fluor e nenhuma com o chumbo. O cobre a frio, exibe com os demais elementos considerados os mesmos índices de correlação exibidos pelo cobre a quente. O fluor por sua vez mostra correlações regulares com o elemento cobre (Cu e CxCu), boa com o zinco e baixa com o chumbo.

Levando em consideração, que o coeficiente de variação constitui um estimador da dispersão geoquímica, verifica-se que na população alvo - Grupo Jaibaras, este parâmetro geoquímico obteve índices relativamente elevados (maior do que 0,6) na maioria das variáveis consideradas (Cu - 0,649; Zn-0,897; CxCu-0,727; F-0,742). O chumbo obteve um

baixo coeficiente de variação (0,488) evidenciando assim a sua baixa mobilidade geoquímica no ambiente secundário.

7.3.4.2.2 - Comportamento do Cobre e Fluor

Os valores mínimos e máximos detectados para o Cu, CxCu e F foram respectivamente os seguintes: Cu- 5,0 e 65 ppm; CxCu - 1,0 e 15 ppm; F - 50 e 800 ppm. O background para estes elementos foi considerado como sendo a média geométrica de cada um deles (Cu - 8 ppm; CxCu - 2 ppm; F- 125 ppm).

Os histogramas de frequência do Cu e CxCu, com os dados transformados logaritmicamente exibiram configurações assimétricas positivas que podem estar refletindo os diversos tipos litológicos da unidade. Suas configurações semelhantes, associadas aos seus coeficientes de variação denunciam não só um comportamento geoquímico semelhante como também detectam a presença de diferentes tipos litológicos. Além disso, os histogramas também evidenciam através das configurações bimodais de pelo menos duas populações diferentes. Uma caracterizada pelos valores baixos e outra definida pelos valores médios e altos.

O histograma de fluor embora não se assemelhe em termos de configuração com o Cu e CxCu vem ratificar pelo seu próprio comportamento a presença de populações diferentes em termos de litologia ou de população com comportamento geoquímico distinto. Um outro fator comum no comportamento do fluor em relação ao do Cu e CxCu é a sua configuração bimodal, que de modo semelhante ao verificado com o elemento cobre, denuncia a presença de populações caracteristicamente diferentes.

nulometrias, como também determinar seus contrastes (Fig.7).

A ocorrência de Pedra Verde no município de Viçosa do Ceará, já considerada jazida devido a sua potencialidade, não foi utilizada motivada pelo fato de estar em serviços de prospecção bastante adiantados, com galerias e extração preliminar de minérios, além do mais se encontra localizada numa área de relevo acidentado com desníveis de até 600 m, não refletindo consequentemente toda a área do projeto.

Os resultados obtidos neste serviço de orientação estão limitados a população alvo Grupo Jaibaras já que o modelo foi restrito a esta ambiência geológica. No entanto como esta população é a de maior potencialidade em termos de prováveis jazidas de cobre, os seus parâmetros foram levados em consideração, com reservas na escolha dos estimadores das demais populações-alvo.

Observando a figura 7 se constata que nas amostras coletadas sob influência da ocorrência de cobre existente na Fazenda Paissandu, os maiores contrastes foram verificados na fração mais grosseira, o que denuncia uma fase clástica dos elementos considerados. No entanto, verifica-se que as médias mais elevadas alcançadas para os elementos analisados situam-se na fração-150 mesh, embora estas não apresentem diferença realmente significativa em relação as encontradas nas outras frações.

Para as cinco variáveis consideradas, em termos de média, praticamente não houve diferença alguma entre as frações - 40 + 80 mesh e - 80 + 150 mesh. Na fração - 150 mesh nota-se uma elevação mais sensível da média principalmente do zinco, que foi acrescida de oito unidades e do flu or de 119 unidades, em relação as médias respectivas obtidas na fração mais grosseira (- 40 + 80 mesh).

PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

SERVIÇO ORIENTATIVO-SEDIMENTO DE CORRENTE

ESTIMADORES DAS POPULAÇÕES ALVO

ELEMENTO	< 40 > 80 mesh			< 80 > 150 mesh			< 150 mesh		
	MG	DG	C	MG	DG	C	MG	DG	C
Cu AA	21	1,357	1,63	21	1,326	1,91	25	1,298	1,64
Pb AA	18	1,175	1,38	19	1,175	1,30	17	1,194	1,21
Zn AA	68	1,510	2,94	65	1,431	3,06	76	1,453	2,62
CxCu AA	5	1,457	2,94	5,5	1,351	1,78	6,5	1,274	1,54
F INS	352	1,334	1,71	376	1,261	1,59	471	1,217	1,49

MG - Média Geométrica

DG - Desvio Gemétrico

C - Contraste

AA - Absorção Atômica

INS - Instrumental

FIG. 7

Este comportamento geral do contraste e das médias obtidas favorece a idéia de que a fração - 80 mesh é satisfatória, uma vez que engloba tanto as frações mais finas onde os elementos estão dispersos predominantemente da forma hidromórfica, como também inclui a fração - 80 + 150 mesh onde se verificam os contrastes mais elevados.

Os índices de correlação obtidos nas originais e réplicas das amostras de sedimentos da área-piloto (Fig. 8) revelam excelentes correlações do cobre à quente (Cu) com o cobre a frio (CxCu) e ferro. O cobre a quente ainda apresentou boa correlação com o zinco e fluor.

Convém assinalar o fato de que o ferro, mostrando baixa correlação com o manganês (0,4-0,5) influenciou mais notadamente a distribuição dos elementos metálicos que este último. O ferro apresenta, de uma maneira geral, coeficientes de correlação mais elevados com o zinco (0,6-0,7) e cobre (maior que 0,7), mantendo-se o manganês como variável independente em relação a esses dois elementos. Somente o chumbo apresentou boa correlação com o Mn (0,5-0,6).

Os perfis longitudinais de distribuição dos elementos (Fig. 9) no riacho Paissandu, apresentam o comportamento dos elementos considerados na fração - 40 + 80 mesh . Nota-se no entanto, que somente o zinco e o cobre mostram relevo geoquímico mais ou menos constante com uma suave queda de valores na medida que se afasta das rochas vulcânicas.

É interessante notar que os valores encontrados para os elementos em termos de concentração absoluta são relativamente baixos, tendo em vista estarem relacionados a uma zona mineralizada.

PROJETO GEOQUIMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL SUREG-RE

GEOQUÍMICA DO SERVIÇO ORIENTATIVO – SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA<40>80 MESH

	Cu AA	Pb AA	Zn AA	C x Cu AA	F INS	Fe AA	Mn AA
Mn AA	•	◕	•	○	•	○	1
Fe AA	●	○	◐	○	•	1	
F INS	◐	•	○	◐	1		
CxCu AA	●	•	◕	1			
Zn AA	◐	•	1				
Pb AA	•	1					
Cu AA	1						

● > 0,7 Correlação excelente

◐ 0,6–0,7 Correlação boa

◕ 0,5–0,6 Correlação regular

○ 0,4–0,5 Correlação baixa

• < 0,4 Sem correlação

AA Absorção Atômica

INS Instrumental

FIG. 8

CPRM–PROJETO GEOQUÍMICA PARA COBRE NA ÁREA DE SOBRAL RELATÓRIO FINAL–ENNES, E. R. et alii – 1976

Na região de ocorrência de população alvo - Grupo Jaibaras, os realces geoquímicos e anomalias do cobre (Cu e CxCu) como também do fluor, encontram-se na sua grande maioria, condicionados àquelas regiões onde é mister a presença dos constituintes da Formação Parapuí. Este comportamento de distribuição que muito se assemelha ao verificado para com estes elementos na população alvo - Grupo Bambuí, parece ser aqui uma de suas principais características. Este fato se torna bem mais evidente se compararmos o número de realces geoquímicos e anomalias detectadas na zona de influência dessa unidade lito-estratigráfica com aqueles fora dela, verificando-se que estes últimos são bem mais restritos. Esta verificação pode ser constatada pela simples análise visual dos mapas de distribuição geoquímica desses elementos. (Vide folhas Mucambo e Sobral).

Por outro lado, se levarmos em conta as formas irregulares de ocorrências desta formação, o grau de confiabilidade dos dados geológicos e notadamente seu posicionamento estratigráfico, podemos considerar pelo menos em termos de suposição, que os realces geoquímicos e anomalias verificadas fora do âmbito de sua influência estão na realidade a ela condicionadas. Um fato que vem a corroborar com esta hipótese é, em primeiro lugar, sua natureza magmática, e em segundo lugar é plausível se admitir que nos locais onde não foi registrado a sua presença, tenham sofrido um processo de enriquecimento secundário através da migração de íons metálicos provenientes desta formação para as camadas superiores, sendo possível, a detecção de valores mais elevados na bacia de captação que os contenham.

Dentre as estações que melhor evidenciam o relacionamento entre realce geoquímico e Formação Parapuí foram

aquelas correspondentes a bacia dos pontos EE-737, EE-738, EE-920, EE-942, EE-1212 e EE-1213. Entretanto, cabe ressaltar que a maioria dos realces geoquímicos detectados fora da zona de influência da Formação Parapuí encontram-se em sua maior parte condicionada a região de ocorrência de Formação Aprazível. Esta formação como já se sabe, representa o último estágio sedimentar do Grupo Jaibaras, apresentando como constituintes litológicos, blocos, fragmentos e seixos, de todas as rochas pré - Aprazível, inclusive da Formação Parapuí. Desta forma é plausível se admitir que possivelmente os realces geoquímicos provenientes desta formação estejam em parte relacionados com os componentes litológicos provenientes da Formação Parapuí.

Os realces geoquímicos e as anomalias parecem estar relacionadas a uma outra feição geológica de real destaque. Esta feição que se verifica por toda região de ocorrência do Grupo Jaibaras é em última análise o seu próprio condicionamento tectônico-estrutural, qual seja aquele na forma de graben. Como representantes maiores deste condicionamento se destacam os falhamentos Sobral - Pedro II e' Café-Ipueiras. Como foi na zona de influência destes falhamentos que foram detectados o maior conjunto de realces e anomalias, isto nos leva a admitir a possibilidade de que estes elementos geológicos tenham de alguma forma contribuido na detecção destes parâmetros geoquímicos.

Os índices de associatividade exibidos pelo cobre a quente e a frio, o fluor e o zinco, foram de um modo geral confirmados não só em termos de realces geoquímicos como também de anomalias. Entretanto, com o chumbo estes elementos, com exceção do Zn, mostraram um comportamento associativo diferente daquele evidenciado pelo gráfico de cor

relação, levando-nos a admitir que o baixo grau de correlação do Cu (CxCu) e F com o Pb estejam na realidade mormente vinculados aos valores de background e isto porque, os realces e anomalias destes elementos se encontram geralmente em franca associatividade conforme evidenciam os mapas de distribuição geoquímica.

Antes de se levar em consideração a real significância tanto dos realces geoquímicos quanto das anomalias, acreditamos ser de boa medida ressaltar determinados aspectos dos resultados obtidos. Em primeiro lugar, devido ao excesso de valores baixos a média geométrica (background) das variáveis em questão foram, como não podia deixar de ser , relativamente baixas (Cu - 8 ppm, CxCu - 2 ppm, F-126 ppm). Os valores máximos detectados para cada uma dessas variáveis foram respectivamente 65 ppm, 15 ppm, e 800 ppm, os quais são relativamente altos em comparação com as suas respectivas médias geométricas. Os valores estabelecidos para realce e anomalia das variáveis em questão são respectivamente os seguintes: Cu - 16 ppm e 21 ppm; CxCu - 4 ppm e 7 ppm; F - 244 e 471 ppm. Considerando que no método analítico utilizado, os registros das leituras dos valores foram tomados em intervalos de 5 ppm, salvo exceção do CxCu que foi de 1 ppm, a diferença no caso do cobre a quente (Cu) , de um valor mínimo de realce para um valor mínimo de anomalia fica em torno de um intervalo de registro (5 ppm).

Desta maneira, como a grande maioria dos valores analíticos foram relativamente baixos, situando-se na faixa de 5 a 15 ppm para o cobre a quente e de 1 a 5 ppm para o cobre a frio, é fácil supor que muitos dos valores considerados anômalos podem ser na realidade simples realces geo

químicos. Por outro lado, se levarmos em consideração o fato que os realces e as anomalias se encontram associadas aos constituintes litológicos da Formação Parapuí, é possível admitir que estes parâmetros estejam refletindo uma variação de background desta unidade lito-estratigráfica.

Porém, como é mister, em determinados locais a ocorrência de mineralizações de cobre e fluor, as quais se encontram refletidas através dos realces e de anomalias, conforme se encontra assinalado no mapa de distribuição geoquímica (folha Mucambo) e, levando em consideração os valores máximos de Cu e CxCu do serviço orientativo (Cu - 40 ppm; CxCu - 10 ppm), verifica-se que pelo menos é razoável se admitir que os valores medianamente expressivos sejam de real significância.

Considerando estas observações, torna-se difícil estabelecer os limites reais dos valores de realces e anomalias e quais aqueles realmente significantes. Em termos de realces geoquímicos para as variáveis em questão acreditamos ser de boa medida considerarmos em primeiro lugar, aqueles associados às anomalias e neste caso se destacam as estações EE - 774, EE- 802, EE - 806, e em segundo lugar, os portadores de uma maior associatividade entre si como se verifica nas estações EE - 737, EE - 738 e EE - 920.

Com relação as anomalias, ao nosso ver as mais significantes são aquelas que além de se apresentarem diretamente relacionadas com a Formação Parapuí foram também consideradas nos dois processos de tratamento estatístico. Estas anomalias se encontram assinaladas como de 1ª ordem no mapa de resíduos geoquímicos e correspondem as estações EE - 779, EE - 780, EE - 798, EE - 799, EE - 803, EE - 804,

EE - 805, EE - 891 e EE - 899, as quais em conjunto definem um segmento de área no qual recomenda-se a realização de trabalho de follow-up.

7.3.4.2.3 - Comportamento do Chumbo e Zinco

O chumbo dentre os demais elementos considerados foi o que apresentou o mais baixo coeficiente de variação (0,488). Este fato evidencia que este elemento possui com relação aos demais um menor poder de dispersão geoquímica no ambiente considerado. Já o zinco ao contrário do chumbo obteve coeficiente de variação bem elevado (0,897), o que lhe confere dentre os elementos pesquisados como o elemento possuidor de maior poder dispersivo.

Os valores mínimo e máximo detectados para o Pb e Zn foram respectivamente 5 e 30 ppm, para o Pb e 5 e 100 ppm para Zn. As suas médias geométricas respectivas foram 7 e 14 ppm.

Os histogramas de frequência de Pb e Zn de modo semelhante com as do cobre (Cu e CxCu), embora transformados logaritmicamente revelaram configurações assimétricas positivas em relação a distribuição normal. Embora considerando as suas configurações diferentes, os histogramas de chumbo e zinco evidenciam a existência de mais de uma população de valores, caso bem evidenciado, principalmente com o do zinco. Este fato vem em parte ratificar a complexidade geológica da área bem como a tendência de não lognormalidade da distribuição de elementos.

Os realces geoquímicos e anomalias de Pb e Zn seguem, em primeira aproximação, o mesmo condicionamento geológico do cobre (Cu e CxCu) e fluor. Este fato pode ser

verificado nos mapas de distribuição geoquímica onde a grande maioria dos realces e anomalias se apresentaram condicionados a Formação Parapuí como também às feições estruturais do grupo em questão. Desta forma, consideramos como válidos também para estes elementos as observações registradas na descrição do cobre e fluor com respeito ao condicionamento geológico destes parâmetros geoquímicos.

Os índices de correlação apresentados por estes elementos para com o cobre (Cu e CxCu) e fluor em termos de realces e anomalias foram em parte verificados. Entretanto, no caso do chumbo, pelo gráfico de correlação apresenta uma baixa correlação com o fluor e nenhuma com o cobre (Cu e CxCu), todavia em termos de realces e anomalias estes índices de correlação não se correspondem, pois geralmente onde há principalmente realces geoquímicos de fluor e cobre (Cu e CxCu) verifica-se também o de chumbo. Em vista disso, é válido admitir que os índices de correlação do chumbo com as outras variáveis sejam mais em termos de valores de background que de realces ou anomalias.

Outro fator que deve ter influenciado o comportamento do chumbo em relação ao fluor e cobre (Cu, CxCu), talvez seja porque o coeficiente de variação destes últimos elementos serem bastante elevados, pois assim sendo, a mobilidade diferencial e maior dispersão desses elementos em relação ao chumbo, favorecem a obtenção de valores de correlação menores embora possam estar associados não na amostra em si mas no canal de drenagem onde estão dispersos.

A mesma situação observada, principalmente com o cobre (Cu e CxCu) em termos de realces e anomalias, se verifica também com o chumbo, se compararmos os seus respectivos valores absolutos de realce e anomalia (V_1 e V_2), levan

do-se também em consideração as limitações do método analítico com respeito ao intervalo de registro dos valores analiticos. Os valores de realce e anomalia estabelecidos para este elemento (Pb) foram respectivamente 11 e 19 ppm. Como estes valores não se encontram registrados, devido o intervalo de leitura de 5 ppm, foram considerados como realce os pontos cujos valores analíticos são de 15 ppm e como anomalias (V_2) aqueles com valores iguais ou superiores a 20 ppm.

Desta forma, se verifica que para uma determinada estação ser considerada realce e ou anomalia basta que a diferença entre seus respectivos valores analíticos seja apenas de um intervalo de leitura (5 ppm). Por outro lado, se considerarmos o valor máximo detectado para o chumbo (30 ppm), a sua média geométrica (7 ppm) e a complexidade litológica da área, é bem provável que os realces assinalados ou mesmo anomalias possam estar refletindo somente variações geoquímicas das litologias presentes e não propriamente concentrações anormais ligados a ocorrência mineral.

No caso do zinco os realces e anomalias podem ser levadas em consideração com maior segurança, tendo em vista a maior amplitude de valores obtidos, resultando uma média geométrica igual a 14 ppm, realce 31 ppm e anomalia 65 ppm. Entretanto, se considerarmos como válidas as observações feitas para o chumbo verifica-se que esta expressividade de valores possa ser não de muita significância, devido a configuração isolada e caótica de sua distribuição (vide mapas de distribuição geoquímica - folhas Mucambo e Sobral).

Considerando os comentários e observações acima mencionados, torna-se difícil estabelecer dentre os realces e anomalias quais são as realmente significativas. Acredita

mos ser de boa medida considerarmos como realces mais significativos aqueles mais estreitamente relacionados com os realces dos demais elementos e como anomalias, aquelas registradas no mapa de resíduos como anomalia de 1ª ordem. No primeiro caso se encontram enquadradas as bacias relativas as estações EE - 774, EE - 778, EE - 802, EE - 803, EE-811, EE - 896 e EE - 1301 e no segundo, as estações EE - 804, EE - 805, EE - 966 e EE - 1302, sendo que para estas últimas recomenda-se que seja realizado um trabalho de verificação.

7.3.4.2.4 - Comportamento do Arsênio e Molibdênio

O arsênio e o molibdênio foram descartados da interpretação devido a pouca representatividade de seus resultados. O arsênio não foi detectado em nenhuma amostra, sendo o molibdênio registrado em 21. Os resultados mais expressivos deste último elemento encontram-se figurados nos mapas de distribuição geoquímica (folhas Mucambo e Sobral), porém sem nenhum valor interpretativo. Cabe ainda ressaltar, que a maioria destes pontos estão localizados em bacias de captação cuja área está sob influência dos granitos Mucambo e Meruoca, sendo portanto bem provável que tais resultados estejam refletindo tão somente os referidos granitos.

7.3.4.3 - Granito Mucambo e Meruoca

7.3.4.3.1 - Generalidades

Muito embora tivessemos considerado no tratamento estatístico dos dados a independência das populações alvo - Granito Mucambo e Meruoca, acreditamos ser de boa medida na interpretação, considerarmos estas populações em con

junto se bem que, guardando as suas respectivas individualidades. Esta medida permite principalmente se visualizar melhor o comportamento geoquímico dos elementos considerados notadamente em termos de distribuição.

Sob a denominação de Granito Mucambo e Meruoca encontram-se consignados os dois stocks graníticos de natureza plutônica existentes na área. Petrograficamente correspondem a hornblenda-biotita-granito, e/ou biotita - granito contendo variações que o aproximam do tipo monzonítico. Além das diferenças texturais e petrográficas estes dois stocks apresentam uma diferença de afinidade química conforme salienta Costa et alii (op.cit.), possuindo o primeiro, uma afinidade mais calco-alcalina que o segundo.

No teste de Kolmogorov-Smirnov e do Chi-Quadrado foi rejeitada a hipótese de lognormalidade nos dois níveis de significância (5% e 1%) para as variáveis Cu, CxCu, Pb e Mo tanto para o Granito Mucambo quanto para o Meruoca. Já o fluor e o zinco nestes dois granitos foram aceitos só pelo primeiro teste.

No Granito Mucambo os pares de variáveis que apresentam os maiores índices de correlação foram o cobre analisado a quente com o a frio (maior que 0,7), o Pb com o Zn (0,6 - 0,7) e o Zn com o F (0,6 - 0,7). Com os demais pares de variáveis quais sejam: cobre (Cu - CxCu) com o F, Zn, Pb e Mo, quando não se apresentam sem correlação (menor que 0,4) registram índices muito baixos como é o caso do F com o Pb (0,4 - 0,5).

No Granito Meruoca os índices de correlação foram algo semelhantes com as do Mucambo. Os pares de variá

veis Cu e CxCu; Zn e Pb obtiveram índices de correlação excelentes (maior que 0,7). Com os demais pares de variáveis os índices de correlação variaram de baixo (0,4 - 0,5) como é o caso do CxCu com o Zn, a sem correlação (entre as demais), contendo ainda índices de correlação negativa como é o caso do cobre (Cu, CxCu) com o F. A similaridade de comportamento dos índices de correlação desses dois granitos associados ao tipo de distribuição vem em parte homologar a semelhança de comportamento geoquímico existente entre os mesmos.

Muito embora os índices de correlação e tipos de distribuição dos elementos dos granitos Mucambo e Meruoca apresentarem certa similaridade, o mesmo não acontece com os coeficientes de variação apresentados (vide sumário dos estimadores), verificando-se assim que no granito Meruoca os elementos considerados alcançaram de um modo geral índices de dispersão maiores que no granito Mucambo.

A contribuição da Forma Serra Grande no Granito Mucambo sob a forma de solo coluvial bem como uma maior presença de diques básicos no Meruoca, podem constituir os principais fatores dessa variabilidade. É bem certo que a diferente tendência calco-alcalina e alcalina existente entre os dois granitos possa também ter influenciado marcadamente no maior ou menor grau de dispersão dos elementos no ambiente secundário.

7.3.4.3.2 - Comportamento do Cobre e Fluor

Os valores mínimos e máximos verificados para as variáveis Cu, CxCu e F foram os seguintes: Cu - 5 e 35 ppm; CxCu - 1,0 e 15 ppm; F - 50 e 1100 ppm no Mucambo e Cu- 5,0

e 100 ppm, CxCu - 1,0 e 50 ppm; F - 50 e 600 ppm, no Meruoca. No Granito Mucambo as médias geométricas das variáveis Cu, CxCu e F foram respectivamente 6, 1,5 e 155 ppm, e no Meruoca para as mesmas variáveis os valores;7, 2,5 e 140 ppm. Os valores de realce geoquímico e anomalia para estas variáveis foram respectivamente os seguintes: Cu - 10 e 16 ppm, CxCu - 3 e 5 ppm, F - 354 e 808 ppm no Granito Mucambo; e Cu 13 e 24 ppm; CxCu 5,2 e 17 ppm; F - 242 e 420 ppm no Meruoca.

A simples análise visual destes valores revela que os valores de realce geoquímico e anomalias do Mucambo e Meruoca não se enquadram em uma mesma faixa ou seja, não se correspondem, podendo o valor de realce do Meruoca ser considerado anomalia no Mucambo.

Os histogramas de frequência das variáveis Cu e CxCu, tanto no Granito Mucambo como no Meruoca exibem configurações assimétricas positivas com relação a distribuição normal. As configurações dos histogramas são bastante semelhantes, o que denota em parte a similaridade do comportamento em termos de distribuição bem como denuncia a existência de dois tipos de população; uma decorrente do excesso de valores baixos (faixa de background) e outra de valores imediatamente mais expressivos, que constituem a faixa de valores de realces geoquímicos e anomalias. A assimetria e curtose apresentada para o Cu e CxCu são aproximadamente semelhantes, sendo obtidos os valores respectivos de 3,463 e 14,876 no Meruoca e para o Mucambo os valores 3,163 e 13,537.

Os histogramas de frequência do fluor também apresentaram uma certa identidade entre si, denunciando prin

cipalmente um comportamento semelhante deste elemento nos dois granitos bem como delineam a existência de uma população com excesso de valores baixos e outra com valores medinamente expressivos, que refletem como no caso do cobre os valores de realce e anomalias. A assimetria e curtose apresentada por este elemento são em parte semelhantes apresentando valores de 0,229 e 2,865 para o Meruoca e 0,596 e 2,782 para o Mucambo.

Os realces geoquímicos e as anomalias detectadas para cobre (Cu e CxCu) e fluor vieram a confirmar os índices de correlação existentes entre essas variáveis, pois, tanto no Granito Mucambo quanto no Meruoca, o comportamento associativo destes elementos nos mapas de distribuição geoquímica obedeceram em linhas gerais aqueles registrados na matriz de correlação.

Um comportamento particularmente interessante se delinea no Granito Mucambo para com os realces e anomalias destes elementos em termos de localização pois, o maior número destes parâmetros se localizam ao redor da serra do Carnutim, que por sua vez constitui no único elemento de real destaque em termos morfológicos. Esta situação pode ser explicada se levarmos em consideração o relativo recobrimento na forma de solos transportados ocorrente ao sul da serra acima mencionada pelos constituintes litológicos da Formação Serra Grande. Este recobrimento ao nosso ver também contribuiu em parte para que os estimadores da população (background, realce e anomalia) do Granito Mucambo fossem relativamente mais baixos do que as do Granito Meruoca, ao ponto dos valores absolutos de realce deste último ser no caso do Cu e CxCu, o valor da anomalia do primeiro.

No Granito Meruoca a distribuição dos realces e anomalias em termos de localização parece em primeira análise ser destituída de qualquer controle a não ser do próprio granito. Entretanto, é mister neste granito a ocorrência na forma de diques e derrames de alguns dos tipos litológicos da Formação Parapuí. Este fato pode ser possivelmente considerado como uma das causas das diferenças existentes entre os principais estimadores da população dos granitos Mucambo e Meruoca.

Os realces geoquímicos e anomalias de fluor deve ser tomados e ou considerados com uma certa reserva, pois como se sabe é mister a sua presença nos dois granitos notadamente no Mucambo. Neste granito, o fluor chega a constituir uma ocorrência enquanto que no Meruoca, aparece, como bem assinala Costa et alii (op.cit.), nas análises petrográficas como mineral acessório, porém com presença constante. Desta forma, os realces e anomalias deste elemento podem estar refletindo zonas de maior concentração como também podem estar apenas denunciando um comportamento normal deste elemento, principalmente no caso do Granito Mucambo.

A consideração da real significância dos realces e anomalias geoquímicas nos dois granitos torna-se bastante difícil se levarmos em consideração notadamente para o caso do cobre (Cu e CxCu) os valores estabelecidos para background, V_1 e V_2 bem como os valores máximos detectados. Estes valores já citados anteriormente, evidenciam a pequena diferença entre estes últimos valores e os de background. Porém, por outro lado, podem também estar refletindo um aumento de concentração deste elemento.

Desta forma, acreditamos ser de bom alvitre considerar os realces geoquímicos mais relacionados com valores de anomalias determinadas pelos dois métodos estatísticos utilizados. No caso dos realces, se destacam as bacias relativas as estações EE-573, EE-649, EE-672 no Granito Mucambo e as estações EE-387, EE-1140, EE-1149, EE-1151, EE-1157, EE-1159 e EE-1167 no Meruoca. No caso das anomalias para cobre e fluor se destacam os relacionados as estações EE-670, EE-673, EE-786 e EE-741 no Granito Mucambo e as bacias correspondentes aos pontos EE-1132, EE-1065, EE-1070 e EE-1076 no Meruoca.

Para as anomalias do Granito Mucambo, sugerimos que seja realizado um trabalho de verificação de anomalias enquanto que para as do Meruoca recomendamos a realização de trabalho de follow up (vide mapa de resíduos geoquímicos).

7.3.4.3.3 - Comportamento do Chumbo e Zinco

O chumbo nas populações alvo granitos Mucambo e Meruoca rejeitou a hipótese de distribuição lognormal nos testes Kolmogorov - Smirnov e Chi - Quadrado nos dois níveis de significância (5% e 1%). O zinco por sua vez foi aceito pelo primeiro teste (Kolmogorov-Smirnov) porém no nível de significância de 1%.

Nos granitos Mucambo e Meruoca o par de variável chumbo e zinco apresentou índices de correlações bastante semelhantes, sendo que no primeiro a correlação foi boa (0,6 - 0,7) e no segundo excelente (maior que 0,7). Com as demais variáveis estes elementos tanto no Mucambo quanto no

Meruoca quando não se apresentaram sem correlação (menor que 0,4) registraram índices muito baixos (0,4 - 0,5).

Os coeficientes de variação do Pb e Zn nos granitos Mucambo e Meruoca foram de um modo geral bantante semelhantes: 0,501 e 0,629 para Pb e Zn no Meruoca, 0,539 e 0,711 para os mesmos elementos no Mucambo. Esta identidade de valores indica que no âmbito desses granitos o Pb e o Zn possuem o poder de dispersão bastante semelhantes o que vem em parte ratificar a sua boa associatividade.

No Granito Mucambo as médias geométricas das variáveis Pb e Zn foram respectivamente as seguintes: 10 e 21 ppm e no Meruoca 15 e 28 ppm. Por outro lado, os valores de realces geoquímicos e anomalias estabelecidas para estas variáveis foram as seguintes: Pb - 18 e 32 ppm; Zn - 41 e 82 ppm no Granito Mucambo e Pb - 24 e 40 ppm; Zn - 50 e 89 ppm no Meruoca. A simples análise visual destes valores evidencia que os valores de realces do Pb e Zn do Granito Mucambo são inferiores aos seus correspondentes no Meruoca, bem como os seus respectivos limites inferiores de anomalia. Este fato demonstra que valores considerados como realce no Mucambo pode no Meruoca ser simples background.

Os histogramas dos elementos em questão dos dois granitos exibem configuração bem semelhante, notadamente aqueles relativos ao chumbo. De maneira geral estes histogramas demonstram que as populações alvos consideradas se caracterizam por possuir um relativo excesso de valores de background e uma pequena quantidade de valores correspondentes a anomalias.

Os realces geoquímicos e anomalias figuradas

nos mapas de distribuição geoquímica ratificam o comportamento destes elementos em termos de correlação, pois obedecem em linhas gerais a associatividade delineada no gráfico de correlação. Estes parâmetros geoquímicos possuem em termos de localização as mesmas verificadas para os elementos cobre e fluor, isto é se distribuem ao redor da serra do Carnutim no Granito Mucambo e na porção central do Granito Meruoca. Consideramos também como válidas para estes elementos as observações geológicas citadas na descrição do comportamento do cobre e fluor no que diz respeito a influência do material provindo da Formação Serra Grande e de alguns dos constituintes litológicos da Formação Parapuí, respectivamente nos granitos Mucambo e Meruoca.

Se considerarmos os valores das médias geométricas (background), dos realces geoquímicos e anomalias, bem como, o intervalo de registro (5 ppm) e a amplitude (valores mínimos e máximos) dos elementos em questão, verifica se a precariedade em termos de significação geoquímica dos resultados obtidos, notadamente os que se referem as anomalias. O chumbo como já citado anteriormente apresenta como background, realce e anomalia respectivamente os seguintes valores: 10, 18 e 32 ppm no Granito Mucambo e 15, 24 e 40 ppm no Granito Meruoca. O zinco por sua vez exibe os seguintes valores: 21, 41 e 82 ppm no Granito Mucambo e 28, 50 e 89 ppm no Granito Meruoca.

A simples análise visual destes dados se verifica que o valor de anomalia só excede grosseiramente o do background por 3 vezes no caso do chumbo e por quatro vezes no caso do zinco. Este fato aliado ao pequeno número de valores anômalos e sua aleatoriaridade de distribuição em ter

mos de localização, não configurando zonas de predominância, leva-nos a considerar com bastante cautela a sua real significância geoquímica, se ainda admitirmos a natural variância de amostragem e analítica.

Considerando este fato torna-se bastante difícil discernir entre os valores de realce e anomalia quais são as mais significativas. Acreditamos ser de boa medida considerar em termos de realce geoquímico aqueles em que o chumbo e zinco apresentam uma melhor associatividade. Neste caso, se destacam as bacias relativas as estações EE-554, EE-574, EE-672, EE-678 e EE-787 no Granito Mucambo e as estações EE-1065, EE-1127, EE-1131, EE-1135, EE-1147 e EE- 1128 Granito Meruoca.

Com relação as anomalias é de bom alvitre considerar mormente aquelas registradas no mapa de resíduos geoquímicos correspondentes as estações EE-580, EE-673, EE-786 no Granito Mucambo e as estações EE-1091 e EE-1234 no Granito Meruoca, sendo todas relativas ao zinco. O chumbo não obteve quase nenhuma representatividade a não ser as estações EE-580 no Granito Mucambo e nos pontos EE-1091 e EE-1234 no Meruoca.

Não obstante recomenda-se que nas estações anômalas sejam efetuados trabalhos de verificação de anomalia.

7.3.4.3.4 - Comportamento do Molibdênio e Arsênio

O molibdênio embora tenha sido descartado da interpretação nas demais populações alvos, devido a pouca representatividade dos resultados obtidos, foi nos granitos Meruoca e Mucambo onde apresentou a maioria dos valores de

finidos.

A avaliação dos resultados através de cálculos estatísticos foi evitado em virtude, do método analítico utilizado apresentar limite inferior de detecção elevado para o Mo (5 ppm) e registro de leituras em 6 - steps, como também devido a pequena variação de concentração deste elemento (5 a 15 ppm). Dada a frequência relativamente elevada de valores com 5 ppm bem como, a sua caótica distribuição nessas populações, consideramos esse valor como background. Os valores 7 a 15 ppm foram respectivamente considerados como realces geoquímicos (V_1) e anomalias (V_2).

No Granito Mucambo este elemento alcança pouca representatividade em termos de frequência o que, não acontece com relação ao Granito Meruoca. Neste último, o molibdênio chega a configurar uma bem definida zona de predominância onde geralmente predominam os valores iguais ou maiores que 7 ppm. Muito embora se reconheça que o molibdênio se apresenta em concentração normalmente mais elevada neste tipo de rocha (1,9 ppm segundo Hawks e Webb - op.cit.) é de se considerar que valores de 7 e 15 ppm em sedimento de corrente constituam anomalias de real significância.

Tendo em vista as observações acima citadas sugerimos que sejam realizadas verificações de natureza geológica-geoquímica nas estações EE-1097, EE-1098, EE-1099, EE-1100, EE-1101, EE-1103, EE-1104, EE-1105, EE-1109, EE-1118 e EE-1119 (vide mapa de distribuição geoquímica da folha Sobral).

Outrossim sugerimos que a análise deste elemento seja realizada por absorção atômica com intervalo de registro de 1 ppm, tendo por finalidade a definição da real sig

nificância de seu comportamento geoquímico.

O arsênio comparece com algumas isoladas representações somente no Granito Meruoca. Os seus resultados da mesma forma que os do molibdênio encontram-se figurados no mapa de distribuição geoquímica relativo à folha Sobral, porém, sem nenhum valor interpretativo.

7.3.4.4 - Embasamento Cristalino e Granitos Araras e Barriga.

7.3.4.4.1 - Generalidades.

Sob a denominação de embasamento cristalino encontram-se consignadas, uma suite litológica onde se destacam os seguintes tipos: migmatitos heterogêneos (epibolitos, diadisitos, agmatitos), gnaisses biotíticos, micaxistos, granitos metassomáticos à biotita e horblenda com áreas de composição diorítica (granitóide Araras), granitos com fácies porfiróide e pegmatóide (granitóide Barriga), quartzitos, rochas calco-silicatadas, calcários, anfibolitos e diabásios. Cabe ressaltar que estes últimos tipos litológicos se encontram maiormente condicionados a unidade lito-estrutural Pré-cambriano "B" quartzitos.

7.3.4.4.2 - Comportamento do Cobre e Fluor

O cobre a quente e o cobre a frio, apresentam no embasamento cristalino valores mínimos de 5,0 e 1,0 ppm e máximos de 130 e 25 ppm respectivamente. Nesta unidade o Cu, CxCu e o F apresentaram boa correlação entre si.

Os histogramas de frequência revelam distribui

ção assimétrica positiva para ambas as variáveis, sendo obtidos valores de assimetria de 0,549 para CxCu e de 0,981 para o Cu. Além disso, os histogramas revelam ainda o grande número de valores baixos que segundo Lepeltier (op.cit.) pode ser atribuido a complexidade litológica presente na população considerada.

Na região do embasamento, que também inclui os granitos Barriga e Araras, os realces geoquímicos concentram-se maiormente na porção leste da folha Groairas e oeste da folha Aracatiaçu. Nota-se que a presença desses realces nesta zona coincidem de um modo geral com aquela onde é mister a presença de anfibolitos, diabásios, rochas calco - silicatadas e calcários metamórficos. Além disso os realces geoquímicos encontram-se também associados a falhas e fraturas onde como se sabe é mais propícia a existência de mineralização do tipo hidrotermal. Por outro lado, já na região sul da área (folhas Reriutaba, Ipu e Macaraú) os realces e anomalias podem também estar relacionadas aos veios polimetálicos, cuja presença foi registrada nesta região por Costa et alii (op.cit.).

Assim sendo, faz-se assinalar a precariedade dos realces geoquímicos notadamente para o cobre, como indicador de confiança de possíveis ocorrências, pois considerando o acima exposto e o fato de que o limite inferior estabelecido para os realces (V_1) do cobre a quente (15 ppm)e do CxCu (4 ppm) estão bem próximas de suas respectivas médias Cu - 8 ppm e CxCu - 2 ppm. Desta forma é plausível se admitir que a maioria dos realces possa estar na verdade refletindo mais as variações de background do que uma concentração anormal.

Na parte norte da área, os migmatitos são mais

homogêneos, o relevo geoquímico é bastante suave, sendo raros os realces geoquímicos. A única anomalia verificada nesta região do embasamento está relacionada ao ponto EE-1399. Entretanto, esta anomalia pode ser oriunda de uma possível contaminação, dada a proximidade do ponto anômalo com estrada de ferro.

As anomalias de primeira e segunda ordem registradas no mapa de resíduos geoquímicos estão provavelmente relacionadas a variações litológicas da unidade considerada, ou mesmo a presença de veios polimetálicos principalmente na região de Cariré e Ipu, como também, a possíveis contaminações devido estarem em uma maior parte localizadas em regiões próximas a estrada de ferro e rodovias.

Por outro lado, como estas anomalias em seu conjunto não configuram uma bem definida zona de predominância, possuindo sim um carácter bastante aleatório em termo de localização, e considerando que geralmente devem estar refletindo mais uma variação litológica do que uma concentração anormal, somos levados a interpretá-las como anomalias não significativas. Entretanto, convém aqui salientar o ponto EE-2274, localizado ao sul da cidade de Viçosa do Ceará, que embora constituindo um ponto isolado merece especial atenção não só por ter registrado um valor de 110 ppm de cobre, como também, devido a sua proximidade com a jazida de Pedra Verde. A esta estação recomendamos que seja realizado um trabalho de verificação de anomalia.

O fluor, por sua vez, apresentou variação de 50 a 1000 ppm e média geométrica de 180 ppm. A suposição de lognormalidade não foi aceita pelos testes de Kolmogorov-Smirnorv e Chi-Quadrado, embora entre os elementos conside

rados no embasamento cristalino foi o que apresentou valores de assimetria (0,402) e curtose (2,805) menores e mais elevado índice de coeficiente de variação (0,657). No que se refere aos realces geoquímicos estes sempre acompanham os os realces de Cu e CxCu, embora também ocorram isoladamente em algumas células. Com respeito as anomalias diagnosticadas, as únicas a nosso ver de real significância são aquelas situadas em áreas de dominância do granitóide Araras, relativas aos pontos EE-2147, EE-2149, EE-2150, EE-2151, EE-2153, EE-2154 e EE-2155, os quais em conjunto, configuram uma bem definida zona de predominância. Para uma caracterização da real significância destas anomalias recomendamos que nesta zona seja efetuado trabalho de follow-up.

7.3.4.4.3 - Comportamento do Chumbo e Zinco

O chumbo e o zinco apresentaram respectivamente valores mínimos de 5 ppm e máximos de 40 e 110 ppm. Cabe ressaltar que o valor máximo do zinco foi detectado na estação EE-203, localizada nas proximidades da falha de Arapá (vide mapa de distribuição relativo a folha Coreaú).

O chumbo apresentou média geométrica de 8 ppm e o Zn de 17 ppm. O coeficiente de variação do chumbo (0,231) apresentou-se menor que a do zinco (0,775), o que revela a sua baixa mobilidade em contraste com o zinco que em todas as unidades se mostrou o mais móvel dos elementos considerados.

Com relação a correlações, o Pb mostrou regular correlação com o zinco, e este último excelente correlação com o F, e boa com o Cu e CxCu. O histograma do zinco exibe uma configuração bimodal e o do chumbo um excesso de valores baixos, o que reflete uma não homogeneidade na distribu

ição desses elementos na unidade considerada. Seus realces geoquímicos acompanham de um modo geral os realces do CxCu e F, corroborando na limitação da região do embasamento onde há uma maior frequência de rochas-silicatadas, diques de diabásios, fraturas e falhas.

As anomalias de chumbo e zinco também estão condicionadas à zonas de ocorrências dos tipos litológicos acima mencionados, o que nos leva a admitir que essas anomalias estão também apenas refletindo o comportamento geoquímico maior das litologias em apreço (rochas calco-silicatada, diabásicios e rochas afins) do que propriamente uma concentração anormal destes elementos.

7.3.4.4.4 - Comportamento do Arsênio e Molibdênio

O arsênio e o molibdênio, dado os seus baixíssimos graus de detecção, poucos ou até mesmo raros foram os valores definidos detectados. Estes valores estão plotados nos mapas de distribuição geoquímica (folhas Sobral, Humberto Monte, Groairas e Aracatiaçu), porém sem nenhum valor interpretativo. Ao exame visual destes mapas, nota-se claramente que estes elementos em termos de distribuição, ora, se apresentam associados a valores de realce e anomalias dos demais elementos e ora, desvinculados destes em áreas de background. Desta forma, concluimos que os dados obtidos para estes elementos em nada contribuiram na caracterização geológica-geoquímica da unidade considerada.

7.3.4.5 - Filitos

7.3.4.5.1 - Generalidades

Sob a denominação de filitos encontram-se desig

nados além dos filitos as seguintes litologias: micaxistos, calcários e termometamorfitos. Este conjunto litológico se encontra figurado nos mapas de distribuição geoquímica sob a denominação de Pré-Cambriano "A" filitos. Esta unidade ficou bem caracterizada geológica e geoquimicamente, não obstante o baixo grau de detecção obtida para alguns elementos (Pb - 38: 71; Cu - 55 : 71 e F - 54 : 71). Dada a pouca significância dos dados geoquímicos obtidos, o comportamento dos elementos são discutidos em conjunto.

7.3.4.5.2 - Comportamento do Cobre, Chumbo, Zinco, Fluor, Arsênio e Molibdênio.

A hipótese da distribuição lognormal para os elementos acima mencionados foi aceita para todos eles exceto para o cobre a quente, arsênio e molibdênio, revelando assim a boa individualização geoquímica desta unidade.

Nesta população o zinco, apresentou coeficiente de variação bem elevado (0,846), seguido do cobre a frio (0,768), do cobre a quente (Cu) (0,746) e fluor (0,510), apresentando o chumbo o mais baixo coeficiente de variação (0,477). No gráfico da correlação o cobre a quente (Cu) apresenta excelente correlação (maior que 0,7) com o cobre a frio (CxCu), baixa (0,4 - 0,5) com o fluor e zinco e nenhuma com o chumbo. O zinco exibe boa correlação (0,6 - 0,7) com o fluor, regular (0,5 - 0,6) com o cobre a frio, (CxCu) e chumbo. O fluor por sua vez mostra baixa correlação (0,4-0,5) com o cobre a quente (Cu) e chumbo e nenhuma com o cobre a frio (CxCu).

É interessante assinalar que de uma maneira geral não se verificou diferença significativa entre a distribuição dos elementos considerados no Grupo Jaibaras e na

população alvo - filitos, pois a média dos elementos pesquisados são bem semelhantes entre si, como também os limites inferiores dos realces geoquímicos (V_1) e anomalias geoquímicas (V_2) respectivas.

Faz-se mister salientar que embora o cobre tenha apresentado uma variação de 5 a 180 ppm, somente este último valor excedeu a concentração de 25 ppm, sendo a média geométrica para o conjunto de dados de apenas 9 ppm. Acrescente-se também que o valor de 180 ppm foi o único valor anômalo comprovadamente significante cuja amostra EE-2297 relaciona-se a jazida de Pedra Verde. Esta amostra apresentou também valor anômalo de CxCu (80 ppm). No entanto, os valores dos outros elementos não acompanharam esta anomalia.

O zinco se destaca somente na amostra EE-1234, com um valor anômalo de 85 ppm, coincidindo inclusive com anomalia de Pb (25 ppm) e realce de F. Note-se, no entanto, que sua área de captação encontra-se quase totalmente sobre o Granito Meruoca (vide mapa de distribuição da folha Sobral).

O fluor não apresentou valores significativos a não ser em termos de realce, os quais, geralmente se encontram associados com os de cobre a frio. O arsênio e molibdênio não apresentaram nenhum valor definido , dispensando desta forma qualquer comentário sobre os mesmos.

A rigor, os realces geoquímicos ou mesmo as anomalias, salvo o da estação EE-2297 (relacionado a Pedra Verde) devem ser encarados com cautela devido a pequena amplitude dos valores dos elementos pesquisados, pois estão provavelmente refletindo valores das variações normais de back

ground dos constituintes litológicos desta unidade.

7.3.4.6 - Formação Serra Grande

7.3.4.6.1 - Generalidades

A Formação Serra Grande, como se sabe, é constituída principalmente por arenitos grosseiros arcoseanos e conglomerados. Apenas 87 amostras de sedimentos de corrente foram coletadas em drenagens sobre esta formação ou sob sua influência, dada a pouca importância de que se reveste em termos de mineralização.

Devido ao limitado número de dados e a pouca significância dos mesmos o comportamento dos elementos pesquisados são discutidos em conjunto.

7.3.4.6.2 - Comportamento do Cobre, Chumbo, Zinco, Fluor, Arsênio e Molibdênio.

Das 87 amostras submetidas as análises, somente em 24 o Cu foi detectado, apresentando valor mínimo de 5 ppm e máximo de 25 ppm com média geométrica de 6,6 ppm. O CxCu, por sua vez, apresentou variação de 1,0 a 4 ppm com média geométrica de 1,27 ppm.

O cobre a quente apresentou excelente correlação com o zinco e fluor e regular com CxCu. O zinco demonstrando uma maior dispersão relativa que os demais elementos, apresentou variação de 5,0 a 45 ppm, e média geométrica de 9,2 ppm, exibindo ainda boa correlação com o fluor e regular com o CxCu.

Convém aqui assinalar que a configuração dos histogramas dos elementos revelam em geral a existência de duas populações, tanto que a hipótese de lognormalidade não foi aceita pelos testes Kolmogorov-Smirnov e Chi-Quadrado, exceto para o fluor. Este comportamento já era esperado uma vez que, parte das amostras foram coletadas em drenagens que não só pertenciam a esta formação mas também que recebiam contribuições de unidades vizinhas. Daí termos que considerar que mesmo os valores mais expressivos podem estar relacionados a concentrações resultantes dessas contribuições.

Não obstante, a pouca probabilidade de ocorrências destes elementos nesta formação, estão plotadas nos mapas de resíduos algumas estações que deram resultados mais significativos cm termos de valor, porém a nosso ver destituídos de uma real expressividade geoquímica.

Quanto ao arsênio e molibdênio nenhuma amostra revelou valor definido, dispensando, portanto qualquer comentário.

7.4 - Comentários Finais sobre a Prospecção Geoquímica por Sedimento de Corrente.

No âmbito geral do projeto o que mais desperta a atenção é o fato de que nas populações alvo consideradas, os dados geoquímicos obtidos para os elementos analisados, notadamente o cobre e chumbo, além de apresentarem excesso de valores baixos, registram amplitude de concentrações bastante reduzida, mesmo em áreas de ambiência geológica favorável a mineralização.

Isto levou a que várias populações não apresentassem distribuição lognormal. Lepeltier (op.cit.) enumera 3 fatores responsáveis por este comportamento: a) falta de homogeneidade na amostragem; b) grau de confiabilidade das cartas geológicas c) erros analíticos.

Neste trabalho a análise de variância demonstrou claramente a consistência dos dados em termos de amostragem e análise geoquímica. Com relação as cartas geológicas são de maneira geral bem consistentes, mesmo levando-se em conta a escala das mesmas (1:100.000). Desta forma, acreditamos que o fator responsável pela configuração dos dados obtidos seja atribuída a falta de homogeneidade na amostragem. Esta por sua vez, pode ter várias causas: a) contribuição de material de colapso das margens no sedimento amostrado ou poucos finos; b) heterogeneidade natural do elemento no sedimento por problema de dispersão diferencial. No caso presente, é válido admitir que a alta densidade de amostragem aliada a forma da dispersão predominantemente clástica notadamente para o cobre e chumbo, possa constituir um dos principais responsáveis pelo relevo geoquímico obtido. Isto porque em regiões de clima semi-árido o intemperismo físico predomina sobre o químico, condicionando uma dispersão predominantemente clástica dos elementos nos sedimentos de corrente. Acrescente-se a isto o fato de que na área do projeto a estação das chuvas é concentrada em poucos meses do ano, tendo além disso um caráter torrencial, provocando uma grande desagregação nas margens dos cursos d'água, diluindo desta forma a concentração dos elementos nos sedimentos de corrente notadamente naqueles de alta ordem de drenagem.

Não obstante as considerações acima mencionadas, que limitam de certa forma a avaliação mais segura da real

significância dos dados obtidos, os valores considerados anômalos pelos critérios adotados, puserem em destaque as ocorrências minerais conhecidas na área do projeto. Este fato vem confirmar que os resultados obtidos não comprometem os critérios e a metodologia aplicada na seleção de áreas potencialmente promissoras em termos de ocorrências minerais.

7.5 - Concentrado de Bateia

7.5.1 - Generalidades

Devido a ocorrência de ouro nas regiões de Ipu, Reriutaba e Cariré mencionada em diversos trabalhos, havia necessidade de um estudo que permitisse definir não só o comportamento e distribuição deste elemento, como também, avaliar suas perspectivas de potenciabilidade.

Um estudo com essa finalidade, foi realizado pelo Projeto Jaibaras que, a luz dos resultados obtidos, recomendou a realização de trabalhos de prospecção aluvionar por concentrado de bateia. Estes trabalhos teriam por objetivo selecionar "áreas alvos" como também caracterizar os principais parâmetros definidores de seu comportamento e distribuição. Atendendo a esta recomendação e sendo a mesma uma das diretrizes deste projeto, foi realizada nas regiões acima citadas um trabalho de prospecção aluvionar por concentrado de bateia.

O modelo de amostragem estabelecido, incluindo modo de amostragem, tipo de material visado, quantidade deste material e outras considerações a respeito, encontram-se mencionadas no capítulo 5, não cabendo aqui abordá-las

outra vez.

O maior problema encontrado no decorrer desta pesquisa foi com relação a metodologia aplicada no tratamento analítico. Os concentrados de bateia foram analisados pelo método espectrofotometria de absorção atômica no qual, se considera apenas 10 gramas de material. Entretanto, na análise de algumas amostras foi considerada uma alíquota maior, sendo esta de 30 ou 60 gramas. Neste caso as amostras antes de serem analisadas sofreram uma preparação especial através do método ensaio por fusão.

Desta forma, se levarmos em consideração os pesos dos concentrados e o importante fator de que o ouro é um mineral de difícil homogeneização, se verifica que a probabilidade de detecção pelo método analítico utilizado é bastante reduzida. Este problema ficou bem evidenciado nos resultados de análises de algumas amostras coletadas em determinados locais (NNW de Reriutaba) onde é mister a presença de ouro. Nas amostras desta região, analisadas com alíquota de 10 gramas não foi detectada a presença de ouro, porém, refazendo a análise com alíquota de 30 ou 60 gramas, esta presença foi confirmada. Desta forma é bem possível que este caso tenha acontecido em outras amostras uma vez que o peso médio dos concentrados ficou em torno de 200 gramas.

Levando em conta este problema ou seja a limitação do método de preparação e análise, o critério adotado na interpretação dos resultados obtidos é mais qualitativo do que quantitativo. Vale também ressaltar que devido ter se adotado formas diferentes na preparação das amostras, o limite de sensibilidade do método analítico ficou com

dois valores; um com 0,02 ppm, quando a alíquota considerada era de 30 ou 60 gramas e o outro com 0,05 ppm quando a alíquota era de 10 gramas.

7.5.2 - Apresentação de Mapas

A sistemática aplicada no tratamento estatístico obedeceu em linhas gerais àquela empregada nos dados de prospecção geoquímica por sedimento de corrente. Entretanto, enquanto que nesta última foram consideradas, por necessidade de interpretação diversas populações alvos, no caso do ouro, foi considerada apenas uma população alvo correspondente a área potencialmente mineralizada. Nesta população foi aplicado somente o programa - Sumário das Estatística e Teste de Distribuição. Neste programa, através do teste Kolmogorov - Smirnov foi examinada as hipóteses de normalidade e lognormalidade da distribuição da população sendo aceita somente esta última.

Com os dados fornecidos por este programa ficou estabelecido, que o valor da média geométrica seria o principal parâmetro definidor em termos quantitativo e qualificativo da população considerada. Outro valor considerado foi o limite de sensibilidade do método analítico devido tão somente a limitação intrínsica do mesmo. Como há dois limites de sensibilidade (0,02 e 0,05 ppm) adotou-se este último devido a grande maioria das análises realizadas terem por limite este valor. Desta forma, nos mapas de distribuição as amostras portadoras de ouro estão compreendidas em 3 intervalos de valores a saber: menor que 0,05 ppm; maior ou igual a 0,05 ppm e menor que 0,122 ppm; maior que 0,122 ppm. Das 387 amostras coletadas somente em 65 foi detectada a presença de ouro as quais, se encontram distribui

das da seguinte forma nos intervalos acima citados: 29 amostras no primeiro intervalo; 7 no segundo e 29 no terceiro.

Na representação destes intervalos de valores nos mapas de distribuição, foi utilizada uma simbologia gráfica onde a espessura do traço determina o respectivo intervalo de valor.

7.5.3 - Interpretação dos Resultados

A prospecção aluvionar realizada apesar da limitação do método analítico utilizado alcançou seu objetivo pois, logrou estabelecer os elementos definidores do comportamento e distribuição do mineral prospectado.

Como se sabe, todo mineral pesado presente em aluviões é de natureza secundária, requerendo pois uma matriz original onde se apresentam no estado primário. Com efeito, partindo desta premissa, com suporte nas informações já existentes sobre esse bem mineral na área prospectada , pode-se formar uma concepção com relação ao comportamento e distribuição do mineral pesquisado.

Na região onde foi lançado trabalho de procpecção aluvionar é mister a ocorrência de veios polimetálicos e do quartzo os quais foram não só verificados neste trabalho , como também, em outros anteriormente desenvolvidos tais como os de: Andrade (1969) e Campos (1969). Segundo esses autores, os veios e particularmente os polimetálicos apresentam mineralizações em galena, blenda , pirita, calcopirita e ouro. O ouro nestes veios foi também o principal motivo da prospecção aluvionar realizada por Costa et alii (op. cit.) no Projeto Jaibaras na qual , logrou detectar a

sua presença, porém em quantidade não significativa. Deste modo, parece estar bem claro que o principal elemento geológico condicionante da ocorrência de ouro na forma primária são os já mencionados veios (polimetálicos e de quartzo) os quais, se apresentam geralmente encaixados em rochas do embasamento cristalino (migmatitos heterogêneos).

A ocorrência de ouro nas aluviões também está relacionada a outros elementos geológicos como: no material coluvial ferruginoso, mal classificado, com cimento lateritico, que se assemelha a um fanglomerado (Costa er alii , op. cit), ocorrente em determinadas regiões do flanco da Serra da Ibiapaba e, no conglomerado basal (Camadas Ipu) da Formação Serra Grande (Fotos nºs 7 e 8). Desta maneira, acreditamos que o ouro contido nas aluviões seja proveniente de dois condicionamentos distintos; o primeiro de origem primária e o segundo de origem secundária (ouro nas camadas Ipu e no fanglomerado).

Os resultados obtidos na prospecção realizada evidenciam pelo menos em tese tais condicionamentos pois, a presença deste mineral foi registrada em maior escala na maioria dos cursos d'água que drenam os elementos geológicos acima mencionados. Esta evidência encontra-se muito bem destacada nos respectivos mapas de distribuição onde pela sua presença chegam a constituir zonas de predominância. Estas zonas se distribuem ao longo da escarpa da Serra da Ibiapaba e em determinados locais, onde geralmente se verifica a ocorrência dos já mencionados veios. Dessas zonas de predominância recomenda-se como prioritária em termos de futuros trabalhos àquelas condicionadas ao conglomerados basais da Formação Serra Grande.

8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 - Conclusões

A prospecção geoquímica regional realizada pelo projeto em epígrafe permitiu que fossem feitas as seguintes conclusões:

1 - No âmbito geral do projeto, os objetivos propostos para a escala de trabalho foram alcançados, tendo-se conseguido através da metodologia adotada a seleção de duas áreas anômalas para cobre (Grupo Jaibaras e Granito Meruoca), uma para fluor no embasamento cristalino e uma quarta para ouro, ao longo do conglomerado basal da Formação Serra Grande.

2 - O processamento e tratamento estatístico dos dados como auxiliares na avaliação e interpretação dos resultados permitiram determinar os critérios interpretativos utilizados neste trabalho.

3 - A análise de variância através das duplicatas de campo e laboratório mostrou a consistência e reprodutibilidade de amostragem e de análises de laboratório para os elementos considerados na interpretação.

4 - O teste de fração granulométrica realizado no serviço orientativo revelou em termos de média geométrica e contraste, entre os resultados obtidos nas frações - 40 + 80; - 80 + 150; - 150 mesh, que os elementos considerados encontram-se dispersos tanto clástica como hidromorficamente nos sedimentos de corrente.

5 - O serviço orientativo revelou a existência da influência do ferro e uma quase nula do manganês na distri

buição do cobre e zinco. No entanto, esta influência não chega a provocar falsas anomalias, dispensando-se assim suas análises no trabalho de âmbito regional.

6 - A distribuição dos elementos analisados se apresenta de um modo geral condicionada às feições geológicas ocorrentes na área. Desta forma, cada população alvo considerada exibe características particulares em termos de distribuição e comportamento geoquímico dos elementos.

7 - A pequena amplitude apresentada pelos elementos pesquisados nas populações consideradas dificultou a segura determinação dos parâmetros geoquímicos, (realce e anomalia) inferindo dúvidas sobre os limites reais dos mesmos, notadamente para os relativos ao cobre e chumbo.

8 - O fluor e zinco, devido a sua maior mobilidade geoquímica no ambiente secundário, desempenharam papel assaz importante na seleção de áreas anômalas, bem como, refletiram as variações litológicas das populações alvos consideradas.

9 - O arsênio e molibdênio foram descartados da interpretação devido a pouca significância dos resultados obtidos, tendo o primeiro apresentado uma caótica distribuição e quanto ao segundo, os poucos valores definidos encontram-se unicamente vinculados aos granitos Mucambo e Meruoca.

10 - No que se refere à prospecção geoquímica de ouro por concentrado de batéia verificou-se que os resultados obtidos não foram mais satisfatórios devido principalmente a limitação do método analítico. No entanto, logrou estabelecer, pelo menos em tese, as unidades geológicos as quais o elemento pesquisado se encontra subordinado. Essas unidades geológicas são: o conglomerado basal da Formação Serra

Grande (camadas Ipu) e os veios polimetálicos.

11 - O embasamento cristalino, de um modo geral, deve ser, do ponto de vista geoquímico, descartado como área potencialmente promissora em termos de mineralização de cobre, chumbo e zinco, tendo por base os resultados obtidos e conhecimento geológico da área. Entretanto, para o fluor merece especial atenção tendo em vista os altos valores registrados para esse elemento no granitóide Araras.

12 - O Grupo Bambuí muito embora não tenha apresentado valores anômalos, que em conjunto configurassem uma bem definida zona de predominância, merece especial atenção devido principalmente ser a sua ambiência geológica potencialmente favorável a mineralizações de cobre, chumbo, zinco e fluor.

8.2 - Recomendações

Levando em consideração os resultados obtidos e as conclusões já mencionadas, recomenda-se que:

1 - Os resultados de análise geoquímica por absorção atômica, pelo menos para cobre e zinco, em futuros trabalhos sejam registrados a intervalo regulares de 1 ppm, a fim de que sejam verificadas as variações geoquímicas locais e regionais indispensáveis a correta interpretação dos dados obtidos. Outrossim, os registros neste intervalo facilitariam a obtenção de histogramas mais regulares principalmente com respeito a sua configuração na faixa de valores de background

2 - Em futuros trabalhos de geoquímica para ouro, através de concentrado de bateia, seja utilizada a mesma metodologia de amostragem adotada neste trabalho, porém com outro procedimento na preparação da amostra, a fim de que se

jam superados os problemas relacionados com a detecção e dosagem deste elemento. Desta forma, sugere-se que a amostra de concentrado antes de ser analisada seja submetida a separação densimétrica e magnética, objetivando o estudo somente da fração pesada não magnética. Nesta fração deverá ser dosada o ouro extraível por MIBK, através da espectrofotometria de absorção atômica.

3 - Seja desenvolvido trabalho de follow-up, visando a pesquisa de cobre, chumbo, zinco e fluor, no segmento de área definida na população alvo - Grupo Jaibaras, através das estações anômalas: EE-779, EE-780, EE-798, EE-799, EE-803, EE-804, EE-805, EE-891 e EE-899. Vale mais uma vez salientar que estas anomalias se encontram posicionadas em uma região de ambiência geológica potencialmente favorável a existência de mineralizações.

4 - Seja realizado trabalho de follow-up visando a pesquisa notadamente de cobre na população alvo - Granito Meruoca, no segmento de área delineada pelas estações EE-1065, EE-1070, EE-1076 e EE-1132. Esta investigação se justifica tendo em vista em primeiro lugar, os valores anômalos detectados e em segundo lugar, devido a ocorrência no âmbito do granito de litologias pertencentes ao Grupo Jaibaras (Formação Parapuí).

5 - Seja realizado trabalho de follow-up visando a pesquisa de fluor na população alvo -Embasamento Cristalino, na região relativa as estações anômalas: EE-2147, EE-2149, EE-2150, EE-2151, EE-2153, EE-2154 e EE-2155. Cabe ressaltar que estas estações se encontram posicionadas na região de ocorrência do granitóide Araras, onde configuram uma zona bem definida em termos de distribuição. Esta investigação se jus

tifica tendo em vista os resultados obtidos.

6 - Seja realizado nas populações alvos Grupo Bambuí, granitos Mucambo e Meruoca trabalhos de verificação de anomalias nas estações assinaladas na parte referente a interpretação dos resultados.

7 - Seja desenvolvido na estação EE-2274 um trabalho de verificação de anomalia tendo em vista os resultados obtidos - 110 ppm de Cu e 25 ppm de CxCu. Esta estação se localiza a aproximadamente 18 km ao sul da jazida de Pedra Verde.

8 - Os trabalhos de verificação sejam efetuados através da coleta de algumas amostras de sedimentos de corrente ao longo do riacho principal da bacia anômala, como também em seus tributários. Durante a coleta das amostras deverão ser efetuadas observações geológicas que se fizerem necessárias com eventual amostragem de solo e rocha. Dosagens rápidas para cobre e fluor, poderão ser realizadas no próprio campo por vias colorimétricas (Cu) e eletrodo de íon específico para fluor.

9 - Os trabalhos de follow-up sejam conduzidos da seguinte maneira:

a. Amostragem longitudinal de sedimentos de corrente em intervalos regulares de 100 metros ao longo dos riachos onde foram detectadas as anomalias, bem como nos tributários de maior ordem, para que seja definido o relevo geoquímico de toda a bacia, bem como as zonas de "cut off".

b. Deverá ser dado especial atenção ao proble

ma contaminação uma vez que sua influência como se sabe, traduz na detecção de anomalias não significativas. Por outro lado todos os indícios de mineralização, que por ventura sejam descobertos, deverão ser minuciosamente investigados.

c. Durante a coleta de sedimento de corrente deverá ser efetuado um rígido controle geológico com amostragem de solos e rochas das unidades litológicas presentes, inclusive com abertura de trincheiras se assim fizer necessário.

d. Deverá ser efetuado um estudo cuidadoso da topografia local e de possíveis fatores que estejam influenciando a drenagem das bacias consideradas.

10 - Nos trabalhos indicados para follow-up e/ou verificações de anomalias, seja eliminada a determinação do arsênio em todas as populações alvos consideradas e do molibdênio nos Grupos Jaibaras e Bambuí, dada a pouca significância dos resultados obtidos, além do pequeno número de valores definidos. Recomenda-se também que as análises de molibdênio a serem efetuadas nos serviços indicados para os granitos Meruoca-Mucambo sejam realizadas por abosrção atômica para melhor caracterização da significância de sua distribuição. No trabalho de follow-up no embasamento cristalino somente o fluor deverá ser analisado.

11 - Para o ouro seja realizado um programa especial de pesquisa visando toda a faixa de ocorrência do con

glomerado basal da Formação Serra Grande. Esta pesquisa terá por finalidade verificar se realmente o elemento pesquisado está condicionado a litologia acima mencionada, como também, em caso positivo, definir sua potencialidade em termos econômicos.

9 - BIBLIOGRAFIA

9 - BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, Guanahyro Antunes - Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de petróleo. Relatório nº 371 inédito. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1969. 55 p. ilust.

ALMEIDA, F.F.M. - Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 23, São Paulo,1969. Anais... São Paulo, Soc.Bras.Geol., 1969. p.29 - 46.

ANDRADE, A.R.F. - Geologia da área de Ipu e contribuição a geologia econômica da Mina Saco, Ceará. - Relatório de Graduação em Geologia. Recife UFPE/Esc.Geol.,1969. 47 p.ilust. 1 map (in bolso).

BOYLE, R.W. & GARRET, R.G. - Geochemical prospecting a review of its status and future. Earth. Science Review: 6: 51-75, 1971.

BRASIL. CPRM - Projeto Aprazível: pesquisa de cobre. Relatório preliminar de pesquisa. Relatório inédito (s.identif). Recife, 1975. 37 p. ilust.

BRASIL. MME/USAID - Relatório integrado do curso de geoquímica. Relatório inédito (s.identif). Rio de Janeiro, 1975,56 p. ilust. 6 map. color (in bolso).

BRAUN, O.P.G. - Contribuição a geomorfologia do Brasil Central. Revista Brasileira de Geografia. Rio de janeiro, 32 (3): 3-39, 1971.

CAMPOS, M. - Ocorrências de ouro nos municípios de Ipu e Reriutaba. Fortaleza, DNPM, 1969. n.p. (Relatório Técnico, 84).

COSTA, Mário Jorge et alii - Projeto Jaibaras. Relatório Final. Relatório inédito (s.identif.). Recife, DNPM/CPRM, 1973 v.1, ilust.

HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. - Geochemistry in mineral exploration. New York, Harper & Row, 1962 (c). 415 p. ilust. (A Harper International Student Reprint).

KEGEL, W. - Contribuição para o estudo do devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro DNPM/DGM, 1953. 48 p. (Boletim, 141).

KOCH, JR., George S. & LINK, Richard F. - Statistical analysis of geological data. New York, John Wiley & Sons Inc, 1971 (c) 2 v. ilust.

KOPPEN, W. - Climatologia. Trad. de Pedro Perez. México, Fundo de Cultura Econômica, 1948. n.p.

KRUMBEIN, W.C. & GRAYBILL, Francklin A. - An introduction to statistical models in geology. New York, McGraw-Hill, 1965 (c). 475 p. (International Séries in the Earth Sciences).

LEPELTIER, C. - A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, Lancaster, 64: 538-550, 1969.

LEVINSON, A.A. - Introduction to exploration geochemistry. Calgary, Applied Publishing, 1974 (c). 612 p.ilust.

SILVA, Adelbani B. da - Inventário hidrogeológico básico do nordeste, folha nº 5 - Fortaleza - SO. Recife, SUDENE Div. Doc., 1970. 103 p. ilust. 1 map. color (in bolso).(Brasil, SUDENE. Hidrogeologia, 27).

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

10 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

CPRM

Foto nº 1 - Vista parcial do relevo de escarpa desenvolvido na Serra da Ibiapaba. Local - proximidades da cidade de Ipu.

Foto nº 2 - Aspecto típico dos paredões alcantilados, talhados em arenitos, da Formação Serra Grande. Local - Serra da Ibiapaba - cidade de Ipu.

CPRM

Foto nº 3 - Mostra o procedimento adotado na amostragem geoquímica de sedimento de corrente

Foto nº 4 - Amostragem do concentrado de bateia, visando a fração grosseira em contato com o"bed-rock".

CPRM

Foto nº 5 - Mostra outro aspecto da amostragem do concentrado de bateia. Notar a padronização do material coletado.

Foto nº 6 - Mostra o bateamento realizado nas amostras de concentrado de bateia.

CPRM

Foto nº 7 - Aspecto geral de um banco do conglomerado basal da Formação Serra Grande. Local - riacho Juré.

Foto nº 8 - Aspecto de detalhe do conglomerado basal da Formação Serra Grande. Local - riacho Juré.