MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

RELATÓRIO FINAL

TEXTO

VOLUME I

I:96

SUREMI
SEDOTE
CPRM
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 755
N.º de Volumes: 5 V.: 1-5
OSTENSIVO
PHL 14185

José Maria do Nascimento Pastana

Aluízio Marçal Moraes de Souza

Arminio Gonçalves Vale

Carlos Alberto Serra de Faria

Maria Eugenia C. M. Santos

Paulo Roberto Siqueira de Assunção

Sérgio João Frizzo

Tomaz de Aquino Massoud Lobato

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

1978

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE

Chefe do Projeto	*José Maria do N. Pastana*
Equipe Executora	*Aluísio Marçal M. de Souza*
	Arminio Gonçalves Vale
	Carlos Alberto S. de Faria
	Carlos Alberto dos Santos
	Maria Eugenia C. M. Santos
	Paulo Pontes Araujo
	Paulo Roberto S. de Assunção
	Sérgio João Frizzo
	Tomaz de Aquino Massoud Lobato
Colaboração Especial	*Fernando Pereira de Carvalho*
	Carlos Otávio Ferreira Puty
	Luis Carlos Buriti Pereira
Coordenação	*Agildo Pina Neves*
	Jarbas Lima Dias

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

Vol. I - TEXTO

Vol. II - MAPAS GEOLÓGICOS/GEOQUIMÍCOS-ANEXOS I a XII

Vol. III - MAPAS DE AMOSTRAGEM-ANEXOS I a XVI

Vol. IV - FICHAS DE CADASTRO DE OCORRÊNCIAS MINERAIS/ ANÁLISES CALCOGRÁFICAS/ANÁLISES PETROGRÁFICAS E FICHAS DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS.

Vol. V - ARQUIVO GEOQUÍMICO

CPRM

A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente relatório contém os informes obtidos através dos trabalhos desenvolvidos na área do Projeto Sulfetos de Alenquer-Monte Alegre, a qual abrange uma superfície de aproximadamente 6.050 km^2, situada entre as cidades de igual denominação.

Os trabalhos executados consistiram fundamentalmente no mapeamento geológico e prospecção geoquímica, na escala 1:50.000.

A execução dos trabalhos esteve a cargo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, através da Superintendência Regional de Belém, para o Departamento Nacional da Produção Mineral, em decorrência de convênio firmado entre estes dois orgãos e contou com recursos oriundos do Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia - POLAMAZÔNIA, coordenado pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM.

As informações em apreço, são apresentadas em cinco volumes, sendo o primeiro relativo ao texto, e os demais aos diversos anexos.

Dentro dos objetivos previstos, julgamos terem sido satisfatórios os resultados alcançados.

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

SUMÁRIO

	Pág.
APRESENTAÇÃO	i
1. RESUMO	xiv.
2. ABSTRACT	xv.
3. INTRODUÇÃO	01
3.1 - Histórico	01
3.2 - Objetivos	04
3.3 - Localização e Acesso	05
3.4 - Aspectos Sócio-Econômicos	13
3.5 - Metodologia	16
3.5.1 - Generalidades	16
3.5.2 - Fotointerpretação	17
3.5.3 - Mapeamento Geológico	17
3.5.4 - Prospecção Geoquímica	19
3.5.5 - Geofísica Terrestre	19
3.5.6 - Sondagem	21
3.5.7 - Litogeoquímica	22
3.6 - Dados Físicos de Produção	24
3.7 - Trabalhos Anteriores	28
3.8 - Agradecimentos	33
4. CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS	35
4.1 - Clima	35
4.2 - Vegetação	42
4.3 - Solos	50
5. GEOMORFOLOGIA	54
5.1 - Introdução	54
5.2 - Planície	55
5.3 - Planalto	57
5.3.1 - Cristas	59
5.3.2 - Áreas Arrasadas	59

CPRM

Pág.

5.3.3 - Relevo Residual..... 60

6. ESTRATIGRAFIA..... 62

6.1 - Comentários Gerais..... 62

6.2 - Devoniano Inferior - Formação Maecuru..... 64

6.2.1 - Histórico..... 64

6.2.2.- Generalidades..... 65

6.2.3 - Litologia..... 67

6.2.4 - Distribuição Geográfica e Espessura..... 69

6.2.5 - Relações de Contato..... 70

6.2.6 - Paleontologia..... 70

6.2.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 71

6.3 - Devoniano Médio - Formação Ererê..... 74

6.3.1 - Histórico..... 74

6.3.2 - Generalidades..... 75

6.3.3 - Litologia..... 76

6.3.4 - Distribuição Geográfica e Espessura..... 79

6.3.5 - Relações de Contato..... 80

6.3.6 - Paleontologia..... 82

6.3.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 83

6.4 - Devoniano Superior-Formação Curuá..... 84

6.4.1 - Histórico..... 84

6.4.2 - Formação Curuá - Membro Barreirinha..... 84

6.4.2.1 - Histórico..... 84

6.4.2.2 - Generalidades..... 85

6.4.2.3 - Litologia..... 86

6.4.2.4 - Distribuição Geográfica e Espessura... 93

6.4.2.5 - Relações de Contato..... 94

6.4.2.6 - Paleontologia..... 96

6.4.2.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 98

6.4.3 - Formação Curuá - Membro Curiri..... 99

6.4.3.1 - Histórico..... 99

CPRM

Pág.

6.4.3.2 - Generalidades..... 100
6.4.3.3 - Litologia..... 101
6.4.3.4 - Distribuição Geográfica e Espessura... 104
6.4.3.5 - Relações de Contato..... 105
6.4.3.6 - Paleontologia..... 106
6.4.3.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 107
6.4.4 - Formação Curuá - Membro Oriximiná..... 111
6.4.4.1 - Histórico..... 111
6.4.4.2 - Generalidades..... 112
6.4.4.3 - Litologia..... 112
6.4.4.4.- Distribuição Geográfica e Espessura... 115
6.4.4.5 - Relações de Contato..... 116
6.4.4.6 - Paleontologia..... 117
6.4.4.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 120
6.5 - Carbonífero Inferior -Formação Faro..... 120
6.5.1 - Histórico..... 120
6.5.2 - Generalidades..... 121
6.5.3 - Litologia..... 122
6.5.4 - Distribuição Geográfica e Espessura..... 127
6.5.5 - Relações de Contato..... 128
6.5.6 - Paleontologia..... 129
6.5.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 130
6.6 - Carbonífero Superior -Formação Monte Alegre 131
6.6.1 - Histórico..... 131
6.6.2 - Generalidades..... 132
6.6.3 - Litologia..... 133
6.6.4 - Distribuição Geográfica e Espessura..... 136
6.6.5 - Relações de Contato..... 137
6.6.6 - Paleontologia..... 138
6.6.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 139
6.7 - Permo-Carbonífero:Formações Itaituba/Nova Olinda..... 140

CPRM

Pág.

6.7.1 - Histórico..... 140
6.7.2 - Generalidades..... 141
6.7.3 - Litologia..... 143
6.7.4 - Distribuição Geográfica e Espessura..... 147
6.7.5 - Relações de Contato..... 148
6.7.6 - Paleontologia..... 149
6.7.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 150
6.8 - Mesozóico - Intrusivas Básicas..... 151
6.8.1 - Generalidades..... 151
6.8.2 - Característica Petrográficas..... 153
6.8.3 - Distribuição Geográfica..... 155
6.8.4 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico..... 156
6.8.5 - Idade e Correlação..... 158
6.9 - Terciário - Formação Alter do Chão..... 159
6.9.1 - Histórico..... 159
6.9.2 - Generalidades..... 160
6.9.3 - Litologia..... 161
6.9.4 - Distribuição Geográfica e Espessura..... 162
6.9.5 - Relações de Contato..... 163
6.9.6 - Paleontologia..... 163
6.9.7 - Origem e Ambiente de Deposição..... 164
6.10 - Quaternários - Aluviões..... 165
7. GEOLOGIA ESTRUTURAL..... 167
7.1 - Introdução..... 167
7.2 - Considerações Gerais..... 171
7.3 - Síntese..... 188
8. HISTÓRIA GEOLÓGICA..... 191
9. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA E PESQUISA MINERALOMÉTRICA 196
9.1 - Introdução e Objetivos..... 196

CPRM

Pág.

9.2 - Amostragem..... 196
9.2.1 - Sedimento de Corrente..... 199
9.2.2 - Concentrado de Bateia..... 199
9.2.3 - Solo..... 200
9.2.4 - Rocha..... 200
9.3 - Preparação das Amostras e Técnicas Analíti - cas..... 201
9.4 - Estudo da Variancia..... 204
9.5 - Apresentação dos Resultados..... 206
9.5.1 - Generalidades..... 206
9.5.2 - Critérios Interpretativos..... 206
9.5.3 - Processamento Eletrônico dos Dados..... 208
9.5.4 - Documentação Gráfica..... 211
9.5.5 - Homogeneização e Simplificação dos Dados.. 212
9.6 - Considerações Geoquímicas..... 214
9.6.1 - Introdução..... 214
9.6.2 - Formação Maecuru - Membro Lontra..... 216
9.6.3 - Formação Ererê..... 227
9.6.4 - Formação Curuá - Membro Barreirinha..... 235
9.6.5 - Formação Curuá - Membro Curiri..... 246
9.6.6 - Formação Curuá - Membro Oriximiná..... 259
9.6.7 - Formação Faro..... 266
9.6.8 - Formação Monte Alegre..... 272
9.6.9 - Formações Itaituba/Nova Olinda..... 278
9.6.10 - Formação Alter do Chão..... 285
9.6.11 - Sedimentos sobre Rochas Básicas..... 290
10. PROSPECÇÃO POR GEOFÍSICA TERRESTRE..... 294
10.1 - Generalidades..... 294
10.2 - Magnetometria..... 295
10.2.1 - Trabalhos de Campo..... 295
10.2.2 - Interpretação..... 296
10.3 - VLF..... 296
10.3.1 - Trabalhos de Campo..... 296

CPRM

Pág.

10.3.2 - Interpretação..... 298
10.3.2.1 - Condutor I..... 298
10.3.2.2 - Condutor II..... 301
10.3.2.3 - Condutores III e IV..... 302
10.4 - Polarização Induzida (IP)..... 302
10.4.1 - Trabalhos de Campo..... 303
10.4.2 - Interpretação..... 303
10.4.2.1 - Anomalia A 308
10.4.2.2 - Anomalia B..... 308
10.4.2.3 - Anomalia C 309
10.5 - Critérios Orientativos para Sondagem..... 309
10.6 - Sondagem..... 312
11. GEOLOGIA ECONÔMICA..... 315
11.1 - Introdução..... 315
11.1.1 - Sulfetos de Cu e Zn em Concreções Side- 315
ríticas.....
11.1.2 - Sulfetos de Cu e Zn em Concreções Side- 319
ríticas.....
11.1.3 - Sulfetos de Pb Associado à Barita..... 320
11.1.4 - Urânio..... 324
11.1.5 - Calcário..... 325
11.2 - Integração Geológica-Metalogenética..... 326
11.2.1 - Tipologia das Ocorrências Minerais..... 326
11.2.2 - Diagrama Previsional..... 330
11.2.3 - Principais Critérios Geológicos para 334
Prospecção.....
11.2.3.1 - Folhelhos Negros..... 334
11.2.3.2 - Carbonatos..... 335
11.2.4 - Litogeoquímica..... 336
11.2.4.1 - Apresentação dos Resultados..... 336
11.2.4.2 - Comentários Gerais..... 338

CPRM

Pág.

11.2.4.3 - Interpretação dos Resultados..... 349

11.3 - Avaliação dos Indícios..... 352

11.3.1 - Sulfetos de Cu e Zn em Concreções Carbonáticas..... 352

11.3.1.1 - Aspectos Genéticos..... 352

11.3.1.2 - Possibilidades Econômicas..... 354

11.3.2 - Sulfeto de Chumbo associado à Barita.... 355

11.3.2.1 - Aspectos Genéticos..... 355

11.3.2.2 - Possibilidades Econômicas..... 359

12. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 361

12.1 - Seleção de Áreas Favoráveis..... 365

13. BIBLIOGRAFIA..... 366

RELAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES

CPRM

F I G U R A S

01 - Mapa de Localização - Escala 1:16.500.000

02 - Área do Projeto

03 - Folhas - Escala 1:50.000

04 - Mapa Esquemático de Climas

05 - Mapa de Isotermas Anuais

06 - Isoietas Anuais

07 - Estações Plúvio-Fluviométricas e Climatológicas

08 - Mapa Esquemático de Vegetações

09 - Mapa Esquemático de Solos

10 - Diagrama de Frequência de Juntas (Área Total)

11 - Evolução Morfoestrutural do Domo de Monte Alegre

12 - Diagrama de Frequência de Juntas (Área do Domo)

13 - Médias Geométricas - Comparação entre Populações

14 - " " - " " "

15 - Matriz de Correlação - Fm Maecuru, Mb Lontra Sem Infl. Rochas Básicas

16 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Maecuru, Mb Lontra, Sem Infl. Rochas Básicas

17 - Matriz de Correlação - Fm Maecuru, Mb Lontra Com Infl. Rochas Básicas

18 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Maecuru, Mb Lontra Com Infl. Rochas Básicas

19 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Maecuru, Mb Lontra

20 - Matriz de Correlação - Fm Ererê

21 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Ererê

22 - Pesquisa Mineralométrica - Fm. Ererê

23 - Matriz de Correlação - Fm. Curuá, Mb. Barreirinha, Predominância de Folhelhos

24 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Curuá, Mb Barreirinha, Predominância de Folhelhos

25 - Matriz de Correlação- Fm Curuá, Mb Barreirinha, Sem Influência de Folhelhos

26 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Curuá, Mb Barreirinha, Sem Influência de Folhelhos

27 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Curuá, Mb Barreirinha

28 - Matriz de Correlação- Fm Curuá, Mb Curiri, Sem Influência de Rochas Básicas

29 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Curuá, Mb Curiri, Sem Influência de Rochas Básicas

30 - Matriz de Correlação -Fm Curuá, Mb Curiri, Com Influência de Rochas Básicas

31 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Curuá, Mb Curiri, Com Influência de Rochas Básicas

32 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Curuá, Mb Curiri

33 - Matriz de Correlação - Fm Curuá, Mb Oriximiná

34 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Curuá, Mb Oriximiná

35 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Curuá, Mb Oriximiná

36 - Matriz de Correlação - Fm Faro

37 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Faro

38 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Faro

39 - Matriz de Correlação - Fm Monte Alegre

40 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Monte Alegre

41 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Monte Alegre

42 - Matriz de Correlação - Fms. Itaituba/Nova Olinda

43 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fms. Itaituba/Nova Olinda

44 - Pesquisa Mineralométrica - Fms. Itaituba/Nova Olinda

45 - Matriz de Correlação - Fm Alter do Chão
46 - Histogramas de Frequência e Gráficos de Probabilidade - Fm Alter do Chão
47 - Pesquisa Mineralométrica - Fm Alter do Chão
48 - Pesquisa Mineralométrica -Sedimentos sobre Rochas Básicas
49 - Mapa de Contorno Magnético - Escala 1:1.250.000
50 - Perfis VLF - Escala 1:1.250.000
51 - Mapa de Contorno VLF Fraser - Escala 1:1.250.000
52 - Polarização Induzida - Perfil 2N - Escala 1:2.500.000
53 - " " - " LP - " 1:2.500.000
54 - " " - " 2S - " 1:2.500.000
55 - " " - " LB - " 1:2.500.000
56 - Mapa Integrado de Interpretação Geofísica - Escala 1:1.250.000
57 - Perfis de Correlação dos Furos de Sonda
58 - Parâmetros Classificatórios de Metalogenia Para Sulfetos
59 - Ambiente de Sedimentação no Ciclo Devoniano Superior/ Carbonífero Inferior
60 - " " " " " Permo-Carbonífero
61 - Diagrama Previsional da Sequência Estratigráfica
62 - Litogeoquímica - Distribuição de Chumbo (AA)
63 - " - " " " (S)
64 - " - " " Zinco (A)
65 - " - " " Bário (S)
66 - " - " " Cobre (A)
67 - " - " " Enxofre(S)
68 - " - " " Magnésio(S)
69 - " - Halo Multiplicativo Pb.Zn.Cd, Ag.
70 - Mapa de Áreas Favoráveis - Escala 1:400.000.

GRÁFICOS

01 - Desvio Percentual em Monte Alegre

CPRM

RELAÇÃO DAS FOTOS

01 - Rodovia PA-254 - Trecho Monte Alegre-Rio Maecuru

02 - Travessia de balsa no rio Maecuru

03 - Campos Naturais - área do Domo de Monte Alegre

04 - Campos Altos

05 - Serras isoladas, escalonadas, do Membro Lontra da Formação Maecuru

06 - Arenitos estratificados - porção basal do Membro Lontra a Formação Maecuru

07- Siltitos com intenso fraturamento da Formação Ererê

08 - Intercalações de Siltitos e Folhelhos da Formação Ererê

09 - Folhelhos Pretos Basais do Membro Barreirinha (Formação Curuá

10 - Sulfato de Ferro preenchimento fraturas em folhelho.Membro Barreirinha (Formação Curuá)

11 - Pirita nos Folhelhos do Membro Barreirinha (Formação Curuá).

12 - Concreções Carbonáticas nos Folhelhos Barreirinha da Formação Curuá

13 - Arenitos da base do Membro Oriximiná, da Formação Curuá

14 - Arenitos grosseiros em blocos na bacia do igarapé Açu, pertencentes à Formação Monte Alegre

15 - Suave arqueamento produzido por intrusão de diabásio (folhelhos do Membro Barreirinha-Formação Curuá)

16 - Brecha de Falha

17 - Concreções siderítica, com aspecto ou septária, Pirita concentrada ao longo dos septos

18 - Seção transversal de uma concreção siderítica

19 e 20 - Fragmentos de barita em cristais de forma romboédrica; disseminações de galena.

CPRM

T A B E L A S

01 - Dados Físicos de Produção

02 - Temperatura do Ar em Monte Alegre

03 - Velocidade Média do Vento em m/s em Monte Alegre

04 - Pressão Média do Ar em mm em Monte Alegre

05 - Umidade Média do Ar (%) em Monte Alegre

06 - Precipitação Pluviométrica Normal em mm em Monte Alegre

07 - Precipitação Pluviométrica em mm em 1976

08 - Coluna Estratigráfica

09 - Contagem do Arquivo Geoquímico

10 - Análise de Variância

11 - Estimadores Populacionais -Fm Maecuru, Mb Lontra, Sem Infl.Rochas Básicas

12 - " " -Fm Maecuru, Mb Lontra, Com Infl.Rochas Básicas

13 - " " -Fm Ererê - Geral

14 - " " -Fm Curuá, Mb Barreirinha, Predominância de Folhelhos

15 - " " -Fm Curuá, Mb Barreirinha, Sem Infl. Folhelhos

16 - " " -Fm Curuá, Mb. Curiri, Sem Infl.Rochas Básicas

17 - " " -Fm Curuá, Mb Curiri, Com Infl. Rochas Básicas

18 - Rochas da Fm Curuá, Mb Curiri

19 - Estimadores populacionais - Fm Curuá, Mb Oriximiná

20 - " " -Fm Faro

21 - " " -Fm Monte Alegre

22 - " " -Fms Itaituba/Nova Olinda

23 - " " -Fm Alter do Chão

24 - " " -Sedimentos sobre Rochas Básicas

25 - Sumário dos Resultados Analíticos-Testemunhos de Sondagem.

CPRM

1. RESUMO

O Projeto Sulfetos de Alenquer-Monte Alegre foi executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, para o Departamento Nacional da Produção Mineral-DNPM, em decorrência de convênio firmado entre estes orgãos. A região pesquisada, situa-se no flanco norte da bacia do Médio-Baixo Amazonas, abrangendo uma área de aproximadamente 6.050 km^2, que corresponde às folhas, na escala 1:100.000, SA.21-X-D-V e SA.21-X-D-VI. Os trabalhos desenvolvidos consistiram em mapeamento geológico e prospecção geoquímica, na escala 1:50.000, além de prospecção aluvionar por concentrados de bateia. Foram ainda executados trabalhos de detalhe às proximidades de uma conhecida ocorrência de barita/galena, visando uma definição genética para a mesma. Morfologicamente, são identificadas duas grandes unidades, denominadas de Planície e Planalto. Esta última é subdividida em Cristas, Áreas Arrasadas e Relevo Residual. A coluna estratigráfica é representada por unidades paleozóicas, corpos ígneos básicos (mesozóicos), clásticos continentais terciários e aluviões recentes. A sequência paleozóica é composta pelas formações Maecuru (Membro Lontra), Ererê, Curuá (membros Barreirinha, Curiri e Oriximiná), Faro, Monte Alegre e Itaituba/Nova Olinda. Os diques e soleiras de diabásio são agrupados sob a denominação Intrusivas Básicas, enquanto que a cobertura terciária está relacionada à Formação Alter do Chão. Duas grandes feições estruturais são identificadas na região, representadas por uma estrutura homoclinal e uma dômica. A prospecção geoquímica, associada aos dados geológicos e executada em toda a região, além de caracterizar geoquimicamente as diversas unidades lito-estratigráficas, selecionou áreas restritas, com potencial metalífero favorável à mineralização de sulfetos de metais base, além de urânio. Os "black shales" (membros Barreirinha/Curiri) e as plataformas carbonáticas (sequência Itaituba/ Nova Olinda) constituem-se nas duas tipologias mais favoráveis às mineralizações sulfetadas, com os primeiros sendo mais propícios a acumulações de Cu e Zn (e ainda urânio), enquanto que à plataforma carbonática estão associados os calcófilos Pb e Zn. A ocorrência de galena, na região de Alenquer, constitui-se na mais importante mineralização sulfetada da área do Projeto, sendo sugerida para a mesma, uma origem epigenética, hidrotermal (lato-sensu), a partir da remobilização de disseminações diagenéticas preexistentes, através de soluções quentes ascendentes circulando na zona de contato de corpos básicos com rochas da sequência Itaituba/Nova Olinda. Além dos bens minerais já citados, a porção meridional da área é altamente promissora para a pesquisa de calcário.

2. ABSTRACT

The Alenquer-Monte Alegre sulphide Project was accomplished by the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM in accordance with the Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM. The studied area is located in the north of the Medium and Lower Amazonian basin corresponding to an area of almost 6,050 km^2, which comprise the SA.21-X-D-V and SA.21-X-D-VI sheets. Geological mapping and geochemical survey, in the 1:50,000 scale, as well as alluvium search were carried out. Detailed works were also executed near a well-know baryta and galena occurence, in order to obtain its genetic definition. Morphologically two great units, were identified and called plain and plateau. This one is subdivided into Ridges, Levelled Area and Residual Relief. The stratigraphic column is represented by paleozoic units, basic igneous bodies (Mesozoic) Tertiary continental clastics and recent alluvium. The paleozoic sequence is composed by Maecuru (Lontra Member) Erere, Curua (Barreirinha, Curiri and Oriximiná members) Faro, Monte Alegre and Itaituba/Nova Olinda formations. The diabase diques and sills are grouped under the Basic Intrusive denomination, white the Tertiary Covering is related to the Alter do Chão formation. Two great structural features are identified in the studied region and represented by an homoclinal structure and a domic one. The geochemical survey, associated to the geological data, selected some restrict areas with a metalliferous potencial, favorable to the base metal sulphide mineralization, as well as uranium. The black shales (Barreirinha/Curiri members) and the Carbonatic platform (Itaituba/ Nova Olinda sequence) compose the two main typology sulphide mineralization, the further related to Cu and Zn (and still Uranium) and the latter associated to Pb and Zn. The Alenquer galena occurence represents the more important sulphide mineralization of the area. Its origin is here suggested as epigenetic, hidrotermal (sensu lato). From the remobilization of the pre-existent diagenetic disseminations, through the ascending and hot solutions along the contact zone of the basic bodies with the Itaituba/Nova Olinda sequence. More than the already mentioned minerals the southern portion of the area is strongly promissing for limestone research.

CPRM

3. INTRODUÇÃO

3.1 - Histórico

A considerável importância econômica que assumem presentemente as mineralizações estratiformes sedimentares, a grande demanda e a carência em metais base observadas no Brasil e em outros países, bem como os condicionamentos geológicos favoráveis à mineralizações em sulfetos do tipo estratiforme, nas sequências sedimentares do flanco norte da bacia do Amazonas, foram fatores decisivos para a implantação, pelo Departamento Nacional da Produção Mineral DNPM, do Projeto Sulfetos de Alenquer-Monte Alegre, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, através da Superintendência Regional de Belém - SUREG/BE.

O referido Projeto, além dos objetivos acima mencionados visou uma avaliação da potencialidade mineral da área, em termos de metais preciosos (ouro e platinóides) e fosfatos sedimentares. Suas atividades tiveram início no dia 04 de março de 1976, através da Solicitação de Serviço DNPM/CPRM nº 026/76, conforme Ofício DGM nº 0111/76. O planejamento técnico, especificações, metodologia, cronograma de execução e estimativa orçamentária, estiveram a cargo da Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral - DIVGEM, da CPRM (SUREG/BE).

De acordo com a programação original, o Projeto foi desenvolvido em três etapas distintas, que tiveram a duração total de 32 meses.

A Etapa I, consistiu na Pesquisa Bibliográfica e Fotointerpretação Preliminar, essa última realizada em fotografias aéreas convencionais, na escala 1:30.000, cujos

resultados foram posteriormente transpostos para as bases planimétricas em escalas de 1:50.000 e 1:100.000, respectivamente. Na compilação bibliográfica, foram listados cerca de 400 trabalhos, sendo selecionados 130, que foram sumarisados e analisados. Ao final dessa etapa, foi elaborado o Relatório Preliminar e selecionadas duas Áreas Piloto, onde foram desenvolvidos os trabalhos subsequentes.

A Etapa II, iniciada em outubro de 1976, constou de mapeamento geológico e prospecção geoquímica, na escala 1:25.000, nas duas Áreas Piloto pré-selecionadas. A Área Piloto I, situa-se na região de Monte Alegre, no flanco oeste da estrutura dômica de igual nome, possuindo uma superfície de 224 km^2. A Área Piloto II, está localizada na região de Alenquer e tem como ponto central uma conhecida ocorrência de barita/galena, possuindo uma superfície de 50 km^2. Ainda nessa etapa, foi efetuado um perfil geológico ao longo do rio Maecuru, num percurso de aproximadamente 105 km, entre os paralelos de $1^o30'$ e $2^o00'S$. O somatório dos dados obtidos durante a Etapa II, foi interpretado com a finalidade de serem obtidos parâmetros geológico-geoquímicos gerais, que condicionaram a sistemática orientativa da etapa seguinte. Ao final dessa etapa, foi apresentado o Relatório das Áreas Piloto.

A Etapa III, autorizada pelo DNPM após uma apreciação prévia do Relatório das Áreas Piloto, foi iniciada em setembro de 1977, consistindo de mapeamento geológico e prospecção geoquímica na área global do Projeto, em escala 1:50.000. O presente relatório aborda os resultados obtidos durante as atividades desenvolvidas na Etapa III, contendo ainda, subsídios adquiridos nas etapas anteriores.

A chefia do Projeto esteve a cargo do Geólogo

JOSÉ MARIA DO NASCIMENTO PASTANA, da Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral - DIVGEM, da SUREG/BE. As pesquisas foram realizadas pelos geólogos ARMÍNIO GONÇALVES VALE, ALUÍZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA, CARLOS ALBERTO DOS SANTOS, CARLOS ALBERTO SERRA DE FARIA, MARIA TELMA DE MACEDO LINS, PAULO PONTES ARAÚJO, PAULO ROBERTO SIQUEIRA DE ASSUNÇÃO, e, eventualmente, TOMÁS DE AQUINO MASSOUD LOBATO.

Este Relatório foi elaborado pelos técnicos JOSÉ MARIA DO NASCIMENTO PASTANA, ALUÍZIO MARÇAL MORAES DE SOUZA, ARMÍNIO GONÇALVES VALE, CARLOS ALBERTO SERRA DE FARIA, MARIA EUGÊNIA C.M. SANTOS (DEPEM/DIPROE), PAULO ROBERTO SIQUEIRA DE ASSUNÇÃO, SÉRGIO JOÃO FRIZZO e TOMÁS DE AQUINO MASSOUD LOBATO, sob a coordenação dos geólogos AGILDO PINA NEVES, Chefe da Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral e FERNANDO PEREIRA DE CARVALHO, Coordenador de Recursos Minerais, todos da SUREG/BE. A normalização e compatibilização do Relatório foram efetuadas nos escritórios do Rio de Janeiro, pelos técnicos JARBAS LIMA DIAS e MARIA EUGÊNIA C.M. SANTOS, do Departamento de Pesquisa Mineral DEPEM/DIPROE.

O tratamento estatístico dos dados geoquímicos, foi realizado pelos geólogos SÉRGIO JOÃO FRIZZO, TOMÁS DE AQUINO MASSOUD LOBATO (SUREG/BE) e LUIZ CARLOS BURITI PEREIRA (DEPRO/DIGEOQ).

As análises geoquímicas (espectrografia de emissão e métodos rápidos) foram efetuadas no Laboratório de Análises Minerais - LAMIN (CPRM-Rio de Janeiro) e na Seção de Laboratório - SECLAB (SUREG/BE), nesta última pelo Químico DENISE CORRÊA LOBATO. No LAMIN foram realizadas as seguintes análises:

- Espectrografia de emissão para 30 elementos (padrão)

- Espectrofotometria de absorção atômica para Cobre, Chumbo, Zinco, Molibdênio, Níquel, Ferro, Cobalto, Manganês e Prata.

- Cromatografia para Urânio.

Na SECLAB foram realizadas análises colorimétricas, para Arsênio e Antimônio.

As análises mineralógicas semiquantitativas (concentrados de bateia), bioestratigráficas e calcográficas, foram realizadas também no LAMIN, enquanto as análises petrográficas foram feitas na SECLAB, pelos petrógrafos XAFI DA SILVA JORGE JOÃO e JOSÉ DE MOURA CARREIRA. Algumas seções polidas foram estudadas na SECLAB, pelo Geólogo JOSÉ MARIA DE AZEVEDO CARVALHO.

A prospecção por geofísica terrestre, levada a efeito no local da ocorrência de barita/galena (Alenquer), foi efetuada pelo Geofísico CARLOS OTÁVIO FERREIRA PUTY (DEPRO/DIGEOF).

Os trabalhos de sondagem, efetuados após a prospecção geofísica, ficaram a cargo da Superintendência Regional de Manaus - SUREG/MA, supervisionados pela chefia do Projeto.

3.2 - Objetivos

O Projeto Sulfetos de Alenquer-Monte Alegre teve como objetivo principal, a avaliação do potencial metalogenético de uma área com 6.050 km^2, situada no flanco norte da bacia sedimentar do Baixo-Médio Amazonas, em termos de mineralizações do tipo estratiforme sedimentar;

notadamente sulfetos de metais base (cobre, chumbo e zinco), metais preciosos (ouro e platinóides) e, ainda, fosfatos sedimentares. Com essa finalidade, durante o desenvolvimento do Projeto foram executadas as seguintes atividades:

- Mapeamento geológico sistemático, na escala 1:50.000
- Prospecção geoquímica, por sedimentos de corrente
- Prospecção aluvionar de minerais pesados, por concentrados de bateia
- Amostragem litogeoquímica estratégica
- Levantamento radiométrico
- Cadastramento de ocorrências minerais
- Selecionamento de áreas-alvo restritas e com alto potencial econômico-mineral, para trabalhos de detalhe visando estudos geo-econômicos.
- Prospecção por geofísica terrestre, no local de uma ocorrência de barita/galena
- Sondagem, no local supracitado
- Litogeoquímica em amostras de testemunhos de sondagem.

3.3 - Localização e Acesso

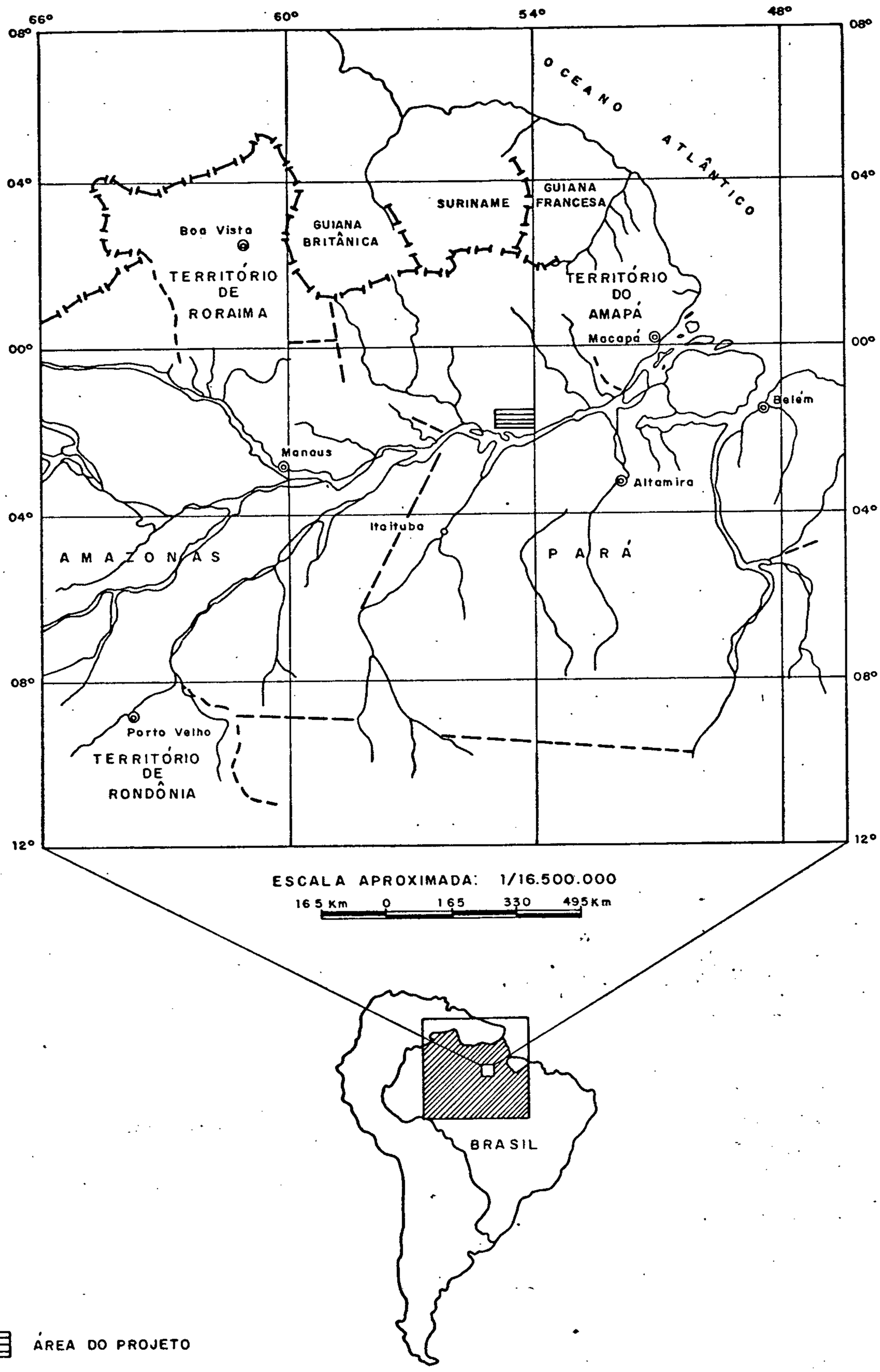
O Projeto Sulfetos de Alenquer-Monte Alegre, ocupa uma área com aproximadamente 6.050 km^2, situada na porção centro-norte do Estado do Pará, abrangendo grande parte dos municípios de Alenquer e Monte Alegre, situados no flanco norte da bacia do Amazonas (Fig. 1).

Essa área, em forma de um polígono retangu

FIG. 1

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

lar, é limitada pelas coordenadas de 54°00'00" a 55°00'00" de longitude WGr e 01°30'00" a 02°00'00" de latitude sul (Fig. 2), compreendendo duas folhas radargramétricas, SA.21-X-D-V e SA.21-X-D-VI, na escala 1:100.000. A Folha SA.21-X-D-VI, é limitada pelos meridianos de 54°00'00" e 54°30'00" WGr e paralelos 01°30'00" e 02°00'00"S, enquanto a Folha SA.21-X-D-V, tem seus limites nos mesmos paralelos da folha anterior e nos meridianos de 54°30'00" e 55°00'00" WGr.

Para uma melhor sistematização dos trabalhos de campo, subdividiu-se a área do Projeto em oito folhas, na escala 1:50.000 (correspondendo às duas folhas 1:100.000, anteriormente citadas) que, segundo a Carta Internacional ao Milionésimo, são identificadas pelas seguintes siglas e coordenadas (Fig. 3):

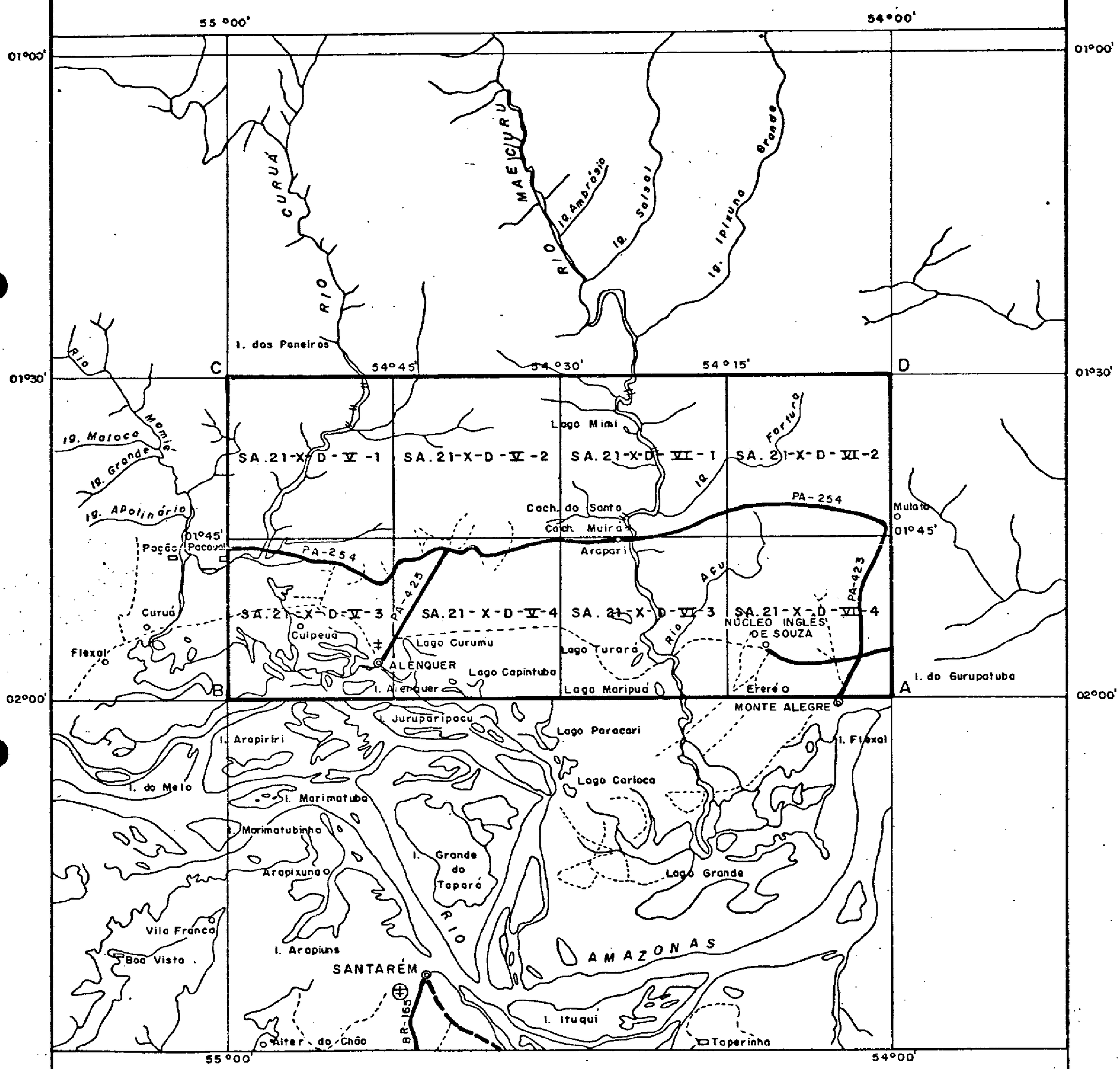
FOLHAS	C O O R D E N A D A S	
SA.21-X-D-V-1	01°30'00"-01°45'00"S	54°45'00"-55°00'00"WGr
SA.21-X-D-V-2	01°30'00"-01°45'00"S	54°30'00"-54°45'00"WGr
SA.21-X-D-V-3	01°45'00"-02°00'00"S	54°45'00"-55°00'00"WGr
SA.21-X-D-V-4	01°45'00"-02°00'00"S	54°30'00"-54°45'00"WGr
SA.21-X-D-VI-1	01°30'00"-01°45'00"S	54°15'00"-54°30'00"WGr
SA.21-X-D-VI-2	01°30'00"-01°45'00"S	54°00'00"-54°15'00"WGr
SA.21-X-D-VI-3	01°45'00"-02°00'00"S	54°15'00"-54°30'00"WGr
SA.21-X-D-VI-4	01°45'00"-02°00'00"S	54°00'00"-54°15'00"WGr

Com a finalidade de dar apoio logístico aos trabalhos a serem executados nas folhas SA.21-X-D-V-1, 2, 3 e 4, foi instalado um acampamento na cidade de Alenquer, situada no flanco sudoeste da Folha SA.21-X-D-V-4; para as folhas restantes, foi utilizado o acampamento de Monte Alegre, instalado na cidade de igual nome.

FIG. 3

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

FOLHAS 1:50.000



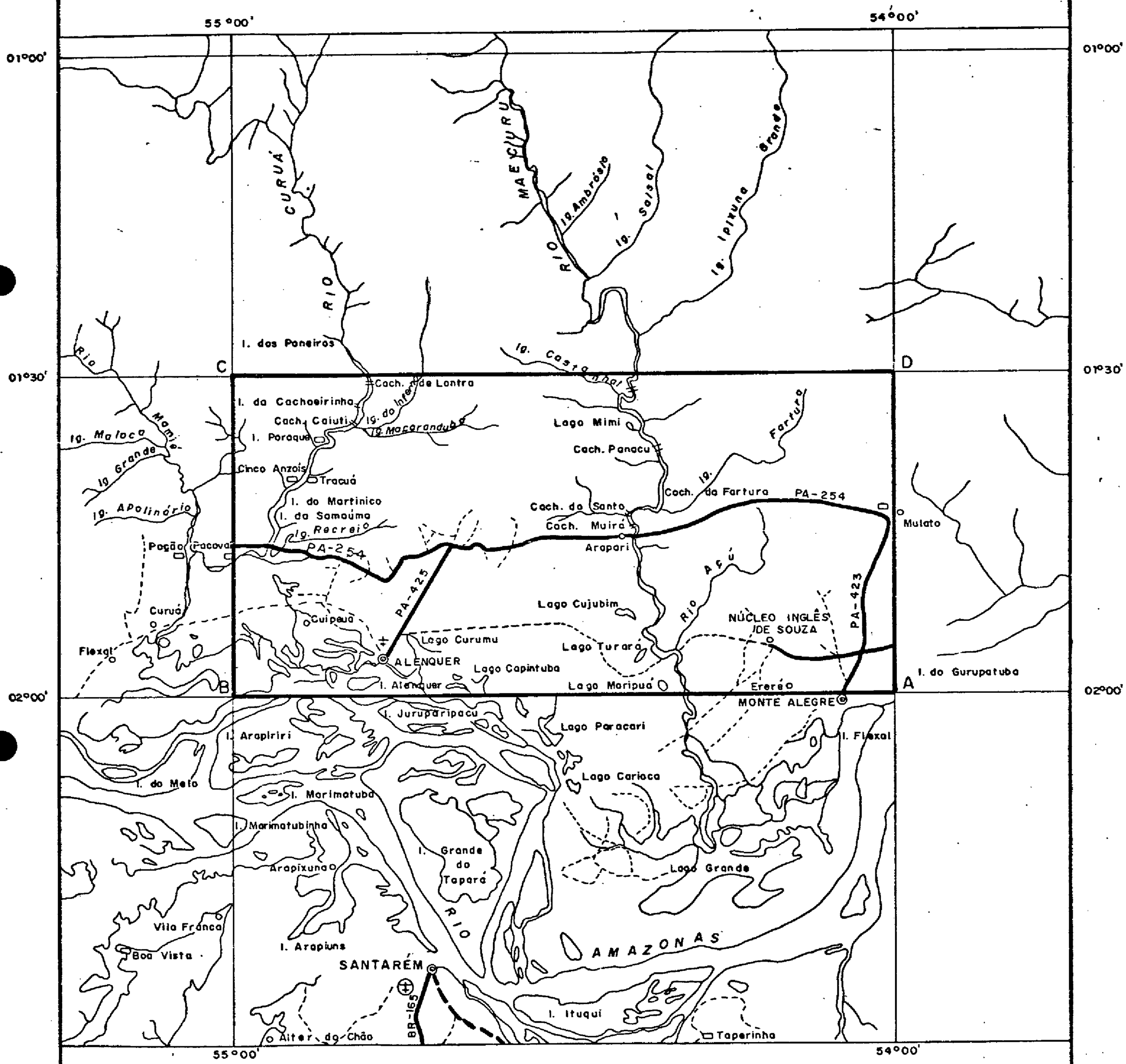
ESCALA 1/1.000.000

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET AL. II - 1978

FIG. 2

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ÁREA DO PROJETO



ESCALA 1/1.000.000

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII - 1978

O acesso às cidades-base pode ser efetuado por vias aérea ou fluvial, a partir de Santarém, que está ligada à Belém, através de vôos comerciais quase diários, em aviões do tipo Boeing 727, das companhias Viação Aérea São Paulo - VASP e VARIG/CRUZEIRO. De Santarém para Monte Alegre, existem vôos diários em aviões turbo-hélice dos tipos Bandeirante ou Hirondelle, pertencentes à Transportes Aéreos da Bacia Amazônica - TABA; para Alenquer, embora não existam, presentemente, vôos comerciais, encontram-se disponíveis para fretes aviões dos tipos mono e bimotor, no aeroporto de Santarém.

Uma outra opção, é fazer o deslocamento Santarém-Monte Alegre ou Santarém-Alenquer, através do rio Amazonas, utilizando embarcações do tipo barco motor, que cobrem diariamente esse percurso.

O acesso à Monte Alegre pode também ser efetuado em vôo direto, partindo de Belém com escala em Altamira, em aviões dos tipos Bandeirante ou Hirondelle, da TABA.

Com relação ao deslocamento às áreas de trabalho, pode-se acrescentar que o mesmo foi, em parte, facilitado pelo grande número de estradas e/ou caminhos, que cortam praticamente toda a porção meridional da região estudada. Dentre as inúmeras estradas existentes, reveste-se de maior importância, sem dúvida, a rodovia PA-254 (Foto 01), que atravessa longitudinalmente toda a porção central da área do Projeto, segundo uma direção aproximadamente este oeste, sendo o elo de ligação entre os municípios de Oriximiná, Óbidos, Alenquer, Monte Alegre e Prainha. Trata-se de uma rodovia nova, que oferece boas condições de tráfego na maior parte do ano, com alguns trechos recentemente con

cluídos, como aquele que liga as cidades de Monte Alegre e Alenquer. Essas duas cidades estão ligadas à rodovia PA 254, através das rodovias PA-423 e 425, respectivamente. Além dessas, existem ainda dezenas de estradas secundárias e ramais, que interligam as colônias agrícolas, as fazendas e os sítios com as rodovias principais, sendo grande parte transitável mesmo nos períodos chuvosos, como é o caso das estradas que dão acesso às povoações de Açu, Três Bocas, Cauçu, Colonia Agrícola Núcleo Inglês de Souza, Maxirá, Ererê (Monte Alegre); Camburão, Lajes, Bom Jardim, Panelas e Burlandeira (Alenquer). Os deslocamentos das equipes, a partir dos acampamentos-base, foram feitos em veículos do tipo Pick-Up ou em barcos de alumínio de 1,2 t, movidos a motor de popa.

A porção setentrional da área do Projeto é a região que apresenta maiores dificuldades de acesso, podendo no entanto ser atingida a partir dos rios Maecuru e Curuá, além da rodovia PA-254, através da abertura de picadas e da utilização de antigos caminhos usados por balateiros na época de extração do látex.

Os rios Maecuru e Curuá, constituem-se nas duas principais hidrovias da região, sendo que este último, na área do Projeto, pode ser navegável por embarcações de pequeno e médio porte, em toda a sua extensão. Já o rio Maecuru, a partir da cachoeira Pancada Grande, só pode ser percorrido por barcos de até 2 t, movidos a motor de popa.

Na época da execução dos trabalhos de campo, a travessia de veículos nos rios Maecuru e Curuá, era feita através de um serviço de balsas (Foto 02), mantido pelo Departamento de Estradas de Rodagem - DER/PA. Todavia, a

partir de agosto do presente ano, foi concluída a construção de uma ponte sobre o rio Maecuru, o que facilitará sobremaneira o intercâmbio entre as cidades de Alenquer e Monte Alegre.

3.4 - Aspectos Sócio-Econômicos

Na região focalizada, destacam-se como principais polos de desenvolvimento as cidades de Alenquer e Monte Alegre, respectivas sedes dos municípios homônimos, enquadrados na Micro-região no Médio Amazonas Paraense.

Alenquer é a cidade mais importante, estando situada na margem esquerda do paraná de igual denominação, possuindo coordenadas de 01°56'56"S e 54°46'38"WGr. O Município cobre uma área de 22.692 km^2, possuindo uma população de aproximadamente 48.000 habitantes, dos quais apenas 18.000 residem na sede municipal. A densidade demográfica dessa região é extremamente baixa, em torno de 2,11 hab/km^2. Sua economia baseia-se fundamentalmente na pecuária, secundada pela agricultura, o extrativismo vegetal, a pesca e as indústrias de beneficiamento de produtos agrícolas. A juta é o principal produto comercializável, seguida do arroz, do milho e do feijão, além da castanha-do-Pará e da balata. O rebanho bovino do município é estimado em cerca de 135.000 reses.

O município de Alenquer possui 119 escolas de primeiro grau, sendo 14 na sede municipal e 105 na zona rural. Conta também com um hospital de 65 leitos, atendido por cinco médicos. As enchentes periódicas do rio Amazonas que anualmente atingem a cidade, embora benéficas para a agricultura, são responsáveis pela proliferação de

Foto 01 - Vista da rodovia PA-254, no trecho Monte Alegre-rio Maecuru. Esta rodovia é sem dúvida, o meio de acesso mais importante na área do Projeto, oferecendo boas condições de tráfego na maior parte do ano.

Foto 02 - Travessia de balsa no rio Maecuru, na época da execução dos trabalhos de campo. A travessia de veículos no rio Maecuru era feita através de uma balsa, improvisada pelos técnicos do DER/PA. Atualmente, há uma ponte nesse local.

doenças como diarréia, verminose e amebíase. São também frequentes os casos de tuberculose e hanseníase.

Alenquer dispõe ainda de um campo de pouso com 1 km de extensão, duas agências bancárias (Banco do Brasil e BRADESCO), uma agência da Empresa de Correios e Telégrafos - ECT, além de serviços telefônicos urbanos e interurbanos (DDD).

Situada à margem esquerda do paraná de Gurupatuba, destaca-se a cidade de Monte Alegre, sede do município do mesmo nome, o qual abrange uma área de 26.762 km^2, possuindo uma população de aproximadamente 36.000 habitantes, dos quais, somente 12%, residem na sede municipal. Essa população é assistida por serviços educacionais do primeiro grau, existindo além de um ginásio, vários grupos escolares e um posto do Movimento Brasileiro de Alfabetização - MOBRAL, funcionando diariamente. No setor de saúde, destaca-se um hospital mantido pela Fundação SESP-FSESP, um posto médico e uma clínica particular, recém instalada; a assistência dentária é mantida pelo INCRA.

A cidade de Monte Alegre possui um razoável comércio varejista e atacadista, uma usina termelétrica, funcionando diuturnamente, serviços de água encanada e esgotos, restaurantes, hotéis, postos de gasolina, agência da Empresa de Correios e Telégrafos, serviços telefônicos urbanos e interurbanos (DDD), agências do Banco do Brasil, do Banco da Amazônia e do BRADESCO, Além de uma pista de pouso para aviões de pequeno e médio portes.

A economia do município, anteriormente baseada quase que exclusivamente na extração da juta, encon-

tra-se atualmente em franco desenvolvimento no campo da agricultura, motivada pelos incentivos implantados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA, através do Projeto Integrado de Colonização de Monte Alegre - PIC-MA. A partir desse Projeto, foi estabelecido um sistema de colônias agrícolas na região, através do qual vêm sendo obtidos bons resultados, tanto do ponto de vista econômico como social, conforme pode ser constatado nas colônias agrícolas Inglês de Souza, Mulata e Major Barata. Dentre estas, destaca-se como principal centro agrícola o Núcleo Inglês de Souza, situado a noroeste da cidade de Monte Alegre, distante aproximadamente 21 km.

As 2.000 famílias que residem na área do PIC MA, desenvolvem uma agricultura de subsistência, utilizando métodos rudimentares de exploração, sendo que, somente a partir da implantação do PIC-MA, começaram a desfrutar de uma melhor assistência técnica e maior facilidade de acesso ao crédito, em função da posse definitiva dos títulos de propriedade recentemente adquiridos, como também pela implantação de uma agência do Banco do Brasil, na região. Todavia, ressentem-se ainda de uma melhor infraestrutura básica, que permita maiores índices de comercialização para seus produtos, o que implicará, necessariamente, numa melhoria de suas condições econômicas.

De acordo com os dados fornecidos pela Comissão Municipal de Estatística Agrícola-COMEA(fevereiro/78) foi a seguinte a produção do município de Monte Alegre, no ano de 1977:

PRODUTO	PRODUÇÃO	PRODUTORES	ÁREA
Arroz	900 t	720	694 ha
Feijão	464 t	1.600	1.160 ha
Milho	600 t	2.000	5.000 ha
Banana	400.000 cachos	800	450 ha

Com relação à pimenta-do-reino, da qual Monte Alegre começa a despontar como um dos principais centros produtores, a previsão de produtividade para o ano de 1978, está em torno de 200 t, havendo aproximadamente 45 produtores, numa área de 123 ha. Esses produtores estão estabelecidos na colônia da Mulata, distante 36 km da sede do município.

Face às condições ecológicas favoráveis na região, desenvolve-se uma razoável atividade pecuária no município de Monte Alegre, sendo o seu rebanho bovino estimado em aproximadamente 45.000 reses (essencialmente gado de corte), distribuídas pelos 840 produtores alí estabelecidos.

Ainda com relação ao município de Monte Alegre, considerado como Estância Hidrotermal, em razão de suas fontes termais sulfurosas, destaca-se o seu elevado potencial turístico, o que poderá constituir num futuro próximo, uma considerável fonte de divisas para toda a região.

3.5 - Metodologia

3.5.1 - Generalidades

A Etapa III do Projeto, autorizada pelo DNPM após uma apreciação prévia do Relatório das Áreas Piloto, foi iniciada em agosto de 1977, com os trabalhos de fotointer

pretação e confecção das bases planimétricas a serem utilizadas nos trabalhos de campo.

3.5.2 - Fotointerpretação

Durante essa atividade, foram considerados todos os parâmetros obtidos nas etapas I e II, notadamente no que se refere aos padrões fotogeológicos. Foram utilizadas inicialmente, fotografias aéreas convencionais, na escala 1:30.000 (Obra 05 da FAB), obtidas em 1965.

A metodologia empregada constou da análise detalhada de cada fotografia, traçando-se em calcos transparentes todas as quebras de relevo, alinhamentos estruturais, variações de textura e tonalidade, etc., além de todas as drenagens de segunda, terceira e quarta ordens.

A seguir, foi feita a transposição desses dados, com o auxílio de "Sketchmaster", para as imagens radargramétricas na escala 1:50.000, o que permite uma visão mais ampla da área global do Projeto. Nessas bases(E-1:50.000), foram então lançados todos os dados adquiridos nos trabalhos de campo da Etapa II, obtendo-se assim, uma base geológica que permitiu orientar a execução dos trabalhos subsequentes.

3.5.3 - Mapeamento Geológico

Os trabalhos de campo foram iniciados na segunda quinzena de setembro/77, estendendo-se até o final de janeiro/78. Para maior racionalização desses trabalhos,

dividiu-se a área do Projeto em duas sub-áreas, correspondentes às folhas SA.21-X-D-V (Alenquer) e SA.21-X-D-VI(Monte Alegre), apoiadas por seus respectivos acampamentos. Em cada sub-área, atuaram efetivamente três equipes de campo, constituídas cada uma, por um Geólogo, um técnico de nível médio e cinco braçais. Ao Chefe do Projeto coube a supervisão dos trabalhos, com eventual apoio às equipes.

A sistemática estabelecida para o mapeamento, consistiu na realização de seções geológicas ao longo de todas as vias de acesso existentes na área (estradas, caminhos, cursos d'água, etc.), a pé, de barco ou de carro, conforme as condições locais o permitissem. Em caso da inexistência de vias de acesso naturais, optou-se pela abertura de "picadas" de penetração, notadamente naquelas regiões de maior complexidade geológica e/ou maior potencial geo-econômico.

De uma maneira geral, os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios, tendo-se alcançado uma densidade de informações perfeitamente compatível com a escala de mapeamento, o que permitiu a caracterização de cada unidade ocorrente na área.

Paralelamente ao mapeamento geológico, foi efetuado um levantamento radiométrico em toda a área, utilizando-se cintilômetros SPP2 ou Microlab. Os locais onde foram tomadas as leituras cintilométricas, não obedeceram a nenhuma sistemática especial, tendo-se o cuidado, porém, de só efetuar leituras em rocha fresca.

CPRM

3.5.4 - Prospecção Geoquímica

Teve como objetivo fundamental, a delimitação de áreas-alvo restritas, com alto potencial econômico-mineral.

Foi realizada concomitante ao mapeamento geológico, obedecendo a uma sistemática estabelecida a partir do trabalho orientativo desenvolvido na Etapa II.

A prospecção desenvolveu-se através da coleta de sedimentos de corrente, com amostras representando bacias de captação, tanto de áreas proporcionais às possibilidades metalíferas das unidades por ela englobadas, como também compatíveis com a escala de trabalho.

As unidades com perspectivas minero-econômicas mais promissoras, foram amostradas a uma densidade média de uma amostra por 2 km^2 (formações Maecuru, Curuá e Itaituba/Nova Olinda), enquanto que as demais o foram numa representatividade média de uma amostra por 5 km^2.

A amostragem eventual de rocha foi realizada, tendo em vista um estudo comparativo do comportamento dos elementos nos ambientes geoquímicos naturais.

Concentrados de bateia, representando áreas de captação de 15 km^2, foram coletados, visando auxiliar na definição da geologia da área, visto que, no trabalho orientativo, não ficou comprovada a eficácia da prospecção por minerais pesados.

3.5.5 - Geofísica Terrestre

A prospecção por geofísica terrestre foi efe

tuada com a finalidade de orientar a locação, inclinação e profundidade dos furos de sonda, que visavam a detecção de uma ocorrência mineral semelhante àquela até então conhecida, na região de Alenquer. Para tanto, foi selecionada uma área com 4,5 ha, tendo como ponto central o local da antiga ocorrência.

Nessa prospecção foram utilizados métodos magnéticos (magnetometria), elétricos (polarização induzida) e eletromagnéticos (VLF).

Os métodos magnético e VLF, foram aplicados em cinco perfis, com 400 metros de extensão cada. A polarização induzida, foi aplicada em quatro perfis, sendo três na direção E-W, espaçados entre si de 50 metros e o quarto, na direção NS, cortando os três primeiros.

A seguir, é mostrada a produção física dos métodos empregados:

MAGNETOMETRIA E VLF

PERFIL	DIREÇÃO	EXTENSÃO (m)	Nº LEITURAS
2N	E-W	400	33
1N	E-W	400	33
LP	E-W	400	33
1S	E-W	400	33
2S	E-W	400	33
	TOTAL:	2.000	165

POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)

PERFIL	DIREÇÃO	EXTENSÃO (m)
2N	E-W	450
LP	E-W	450
2S	E-W	450
LB	N-S	450
	TOTAL:	1.800

3.5.6 - Sondagem

Baseando-se na interpretação dos dados obtidos através da prospecção geofísica, foram executados cinco furos verticais, durante o mês de julho/78.

Foi utilizada uma sonda rotativa a diamante, tipo BBS-1, sendo o diâmetro final AW. A profundidade total dos furos foi de 245,9 m, tendo havido uma recuperação de aproximadamente 90%. Os furos foram totalmente testemunhados e, em cada metro de testemunho, foi coletada uma amostra para ser submetida à análises químicas.

Na execução da sondagem, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 01 Sonda Boyles BBS-1
- 02 Bombas JB-25 c/motor Agrale
- 01 Bomba SB-1 c/motor Agrale
- 01 Gerador Honda E-1500

3.5.7 - Litogeoquímica

Como etapa complementar à prospecção geoquímica, na área do Projeto Sulfetos de Alenquer Monte Alegre, foi programado um estudo litogeoquímico de testemunhos de sondagem, de perfurações efetuadas na imediata proximidade da ocorrência de galena, em Alenquer. Como objetivo deste estudo, procurou-se:

a) Verificar a zonalidade dos elementos-traço e determinar os indicadores mais seguros.

b) Identificar os padrões de zoneamento "supraore" e "infraore" e estabelecer a relação entre o nível atual do terreno e o corpo do minério.

c) Verificar indícios de continuidade espacial em profundidade e a presença de novos corpos vizinhos.

d) Fornecer subsídios para a caracterização genética da ocorrência.

A amostragem foi prevista para representar cada metro linear testemunhado, sendo efetuada através do sistema de "chip-channel", ou seja, coleta de vários fragmentos de rocha, dentro de intervalos de um metro, compondo um único exemplar representativo daquele intervalo, a ser encaminhado para análise.

Foram desta maneira amostrados, os furos AL-04-PA (profundidade de 65,0 m; 62 amostras de rotina e seis duplicatas), AL-05-PA (profundidade de 50,0 m; 46 amostras de rotina e quatro duplicatas), AL-07-PA (profundidade de 81,0 m; coleta de 85 amostras, sendo sete du

plicatas) e AL-03-PA (profundidade de 39,0 m; dez amostras de rotina e uma duplicata). Este último furo, não teve amostragem metro a metro, por atravessar somente diabásio. Cerca de dez intervalos de profundidade, foram então selecionados aleatoriamente, para representar os 39 metros testemunhados continuamente. No total, foram obtidas 196 amostras representativas e 18 duplicatas, para verificação da variabilidade natural e introduzida combinadas.

Os exemplares foram preparados através de pulverização a menos de 150 "mesh" e a seguir, encaminhados para o Laboratório de Análises Minerais - LAMIN, no Rio de Janeiro, onde foram efetuadas determinações por Espectrografia de Emissão (30 elementos padrão), Espectrofotometria de Absorção Atômica para Ag, Cd, Cu, Pb, Zn, Au, Sb, Colorimetria para Arsênio e Instrumental para S.

Os elementos cobre, chumbo, zinco (absorção atômica) e boro, bário, níquel (espectrografia), foram selecionados para um teste de consistência entre as amostras de rotina e respectivas duplicatas, com a finalidade de verificar a significância do erro introduzido principalmente, pela forma de amostragem. O teste foi realizado entre variâncias, conforme o procedimento descrito por GARRET, R.G. (1969), utilizando-se os dados transformados logaritmicamente. Foram encontrados os seguintes percentuais de variância introduzida: cobre - 14%, chumbo-19%; zinco - 30%; boro - 27%; bário - 38% e níquel - 16%. Percentuais nesta ordem de grandeza podem ser considerados

como normais para o tipo de material e a metodologia de amostragem empregados. De acordo com EBENS, R.J. (1975, com. verbal), são também consistentes, uma vez que os percentuais se mantiveram inferiores a 50%.

3.6 - Dados Físicos de Produção

Os dados de produção obtidos durante os trabalhos de campo da Etapa II (Áreas Piloto) e da Etapa III, são apresentados de forma resumida, a seguir:

Fotointerpretação - Foram interpretadas duas folhas na escala de 1:100.000 (SA.21-X-D-V e SA.21-X-D-VI), que correspondem aos 6.050 km^2 da área total do Projeto.

Mapeamento Geológico - Abrangeu toda a área do Projeto, num total de 6.050 km^2, dos quais, 274 km^2, correspondem às Áreas Piloto.

Caminhamento Geológico - Foram realizados cerca de 2.986 km de caminhamento geológico, sendo 517 km nas Áreas Piloto e 2.469 km no restante da área, assim distribuídos:

-	Caminhamento ao longo de estradas:	877 km
-	" " " de rios:	1.734 km
-	" " " de picadas:	375 km

Reconhecimento Geoquímico - Foi coletado um total de 2.133 amostras, sendo 572 nas

Áreas Piloto e 1.561, no restante da área, conforme discriminação abaixo:

- Sedimento de Corrente: 1.736 amostras
- Rocha: 264 "
- Solo: 133 "

Amostras Coletadas - Foram coletadas 4.196 amostras, sendo 1.436 nas Áreas Piloto e 2.760, no restante da área, assim distribuídas:

- Sedimento de corrente: 1.736 amostras
- Rocha:* 2.097 "
- Solo: 186 "
- Concentrado de bateia: 177 "

Prospecção por Geofísica Terrestre -

- Magnetometria: 2.250 m
- VLF: 2.250 m
- Polarização Induzida(IP): 1.800 m

Sondagem - Foram realizados cinco furos de sonda, cuja profundidade total foi de 245,9 m, sendo recuperados aproximadamente 221,3 m (90%). Foram coletadas 214 amostras dos testemunhos de sondagem, as quais foram submetidas à análises químicas.

Análises - Foram realizadas 2.277 análises, assim distribuídas:

- Geoquímica: ** 1.918 análises

* Incluindo 214 amostras de testemunhos de sondagem
** Idem

- Petrográfica: 93 análises
- Calcográfica: 20 "
- Bioestratigráfica: 72 "
- Mineralógica: 177 "

Cintilometria - Foram efetuadas 609 medições cintilométricas, sendo 260 nas Áreas Piloto e 349, no restante da área.

Afloramentos Estudados - Estudados 1.629 afloramentos, sendo 651 nas Áreas Piloto e 978, no restante da área.

Atitudes de Camadas/Fraturas - Foram efetuadas 261 medições de atitudes de camadas (132 nas Áreas Piloto) e 441 de fraturas (146 nas Áreas Piloto).

Todos esses dados quantitativos são apresentados a seguir, na forma de tabela (Tabela nº 1), para melhor visualização.

Assim, na primeira coluna estão discriminadas as diversas atividades desenvolvidas, na segunda, os dados pertinentes à Etapa II (Áreas Piloto), enquanto que na terceira coluna, são apresentados os dados relativos à Etapa III. Na quarta coluna, constam os resultados totais para as diversas atividades.

TABELA Nº 1

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO

ATIVIDADES	UN.	ETAPA II (Áreas Piloto)	ETAPA III (Área Global)	TOTAL
FOTOINTERPRETAÇÃO	Km^2	274	5.776	6.050
MAPEAMENTO GEOLÓGICO	Km^2	274	5.776	6.050
CAMINHAMENTO GEOLÓGICO	Km	517	2.469	2.986
RECONHECIMENTO GEOQUÍMICO	Am	572	1.561	2.133
AFLORAMENTOS ESTUDADOS	Afl.	651	978	1.629
MAPEAMENTO DE RIO	Km	105	1.629	1.734
MAPEAMENTO DE ESTRADA	Km	163	714	877
MAPEAMENTO DE PICADA	Km	42	333	375
AMOSTRAS COLETADAS :	Am			
- ROCHA	"	836	1.261	2.097
- SEDIMENTO DE CORRENTE	"	411	1.325	1.736
- CONCENTRADO DE BATEIA →	"	04	173	177
- SOLO →	"	185	01	186
ANÁLISES GEOQUÍMICAS :	An			
- ROCHA →	"	29	235	264
- SEDIMENTO DE CORRENTE →	"	411	1.325	1.736
- SOLO →	"	132	01	133
ANÁLISES MINERALÓGICAS	An	04	173	177
ANÁLISES BIOESTRATIGRÁFICAS	An	38	34	72
ANÁLISES PETROGRÁFICAS	An	58	35	93
ANÁLISES CALCOGRÁFICAS	An	04	13	20
ATITUDES DE CAMADAS	Um	132	129	291
MEDIDAS DE FRATURAS	Um	155	295	450
MEDIDAS CINTILOMÉTRICAS	Um	260	349	609
PROSPECÇÃO POR GEOFÍSICA TERRESTRE	M.			
- MAGNETOMETRIA	"	–	2.250	2.250
- VLF	"	–	2.250	2.250
- POLARIZAÇÃO INDUZIDA (IP)	"	–	1.800	1.800
SONDAGEM	M.	–	245,9	245,9
OCORRÊNCIAS MINERAIS	Um	11	32	43

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII - 1978

3.7 - Trabalhos Anteriores

A área abrangida pelo Projeto vem sendo objeto de estudo para vários pesquisadores, desde as últimas décadas do século passado.

As primeiras informações de caráter geológico de que se tem notícias, sobre a região, deve-se ao eminente pesquisador alemão C.F. HARTT, que nos anos de 1870 e 1871, empreendeu duas expedições científicas à Amazônia, conhecidas como "Expedições Morgan". Na primeira delas, ficou constatada a idade devoniana dos terrenos nas imediações da serra do Ererê, tendo sido ainda realizada a primeira coleções de fósseis, na região. Na segunda, HARTT veio acompanhado de O. DERBY, e juntos, realizaram investigações nos tabuleiros e serras do lado norte do Amazonas, de Almeirim para oeste, aprofundando os estudos em algumas regiões já anteriormente visitadas, e aumentando as coleções de amostras.

Face ao sucesso das "Expedições Morgan", foi criada pouco tempo depois a "Comissão Geológica do Brasil", a qual teve HARTT como presidente e diretor. A chamado deste, retornou ao Brasil o igualmente ilustre ORVILLE DERBY, nas funções de Geólogo Assistente, tendo empreendido então, em companhia de H.H. SMITH e F.J. de FREITAS, investigações nas imediações do Ererê e, mais tarde, no rio Maecuru. Esse mesmo SMITH, um dos mais ativos exploradores da região amazônica, realizou, entre 1874 a 1876, inúmeras pesquisas na área, incluindo-se entre elas o levantamento geológico do rio Curuá.

Em 1877, DERBY publicou um trabalho intitulado "Contribuições para a Geologia da Região do Baixo Amazonas", onde o autor assinala a existência, a oeste da vila de Monte Alegre, de um grupo isolado de elevações, consistindo de pequenas serras monoclinais, dispostas em elipse, ao redor de uma planície central.

Novamente HARTT, em 1898, tece considerações sobre a região de Monte Alegre, ressaltando que a vila do mesmo nome, se acha localizada na margem esquerda do Guarupatuba, estando dividida em parte baixa ou porto, e parte alta.

No mesmo ano, DERBY descreve a serra de Tauajuri, ressaltando ser a mesma constituída por camadas ligeiramente inclinadas para NNE. Ainda nesse ano, o mesmo autor realizou pesquisas na serra do Maxirá, bem como um reconhecimento no rio Maecuru.

KATZER, em 1898, refere-se à fauna dos terrenos devônicos do rio Maecuru, correlacionando-a com as de outras regiões. O autor ressalta ainda que, as primeiras coleções de fósseis do rio Maecuru, foram efetuadas por DERBY e estudadas por A. RATHBUN e J.M. CLARK.

Em 1901, esse mesmo autor apresenta um relatório resumido sobre os resultados de sua exploração no rio Tapajós e na região de Monte Alegre, ressaltando que essa última seria uma região riquíssima em depósitos minerais.

ALBUQUERQUE, em 1922, efetuou um reconhecimento geológico no rio Curuá, enfatizando que as rochas

carbonífera que aí ocorrem, são representadas por areni tos e folhelhos não fossilíferos, enquanto as formações devonianas são constituídas de arenitos, folhelhos sílti co-argilosos, folhelhos negros ardosianos e conglomerados de arenitos ferruginosos. Essa sequência é fossilífera e apresenta, em geral, mergulhos para sudeste.

Em 1924, VIEIRA JÚNIOR, refere-se à existên cia de pequenas camadas de folhas carbonizadas na re gião de Monte Alegre.

P.F. de CARVALHO, realizou em 1926, um reco nhecimento geológico ao norte de Alenquer, com a finalida de de estudar uma ocorrência de galena, descoberta naque la área.

A.A. BASTOS e P. de MOURA, em 1929, referem se aos arenitos ferruginosos, conglomeráticos, do rio Mae curu, bem como à um arenito branco, friável, fendilhado e ainda, à um diabásio que ocorre no local denominado "Ca choeirinha."

Em 1930, M.G.O. ROXO, realizou estudos geoló gicos e paleontológicos na região do Ererê, reportando-se aos arenitos, folhelhos e diabásios que ali ocorrem.

BORGES efetuou, no ano de 1935, pesquisas geológicas nos municípios de Alenquer e Monte Alegre, refe rindo-se à planície do Ererê, bem como às serras de Itaua-juri, Ererê, Camará, Aroxi, Maxirá, São Julião e Paituna. Em Alenquer, coletou amostras de galena, na localidade de nominada "Brilhante."

P. de MOURA, no ano de 1938, no trabalho in

titulado "Geologia do Baixo Amazonas", reportou-se às rochas dos rios Curuá e Maecuru.

Em 1942, MOURA, estudando o relevo da Amazônia, concluiu que o diastrofismo responsável pelos derrames de rochas básicas, que cortam as formações paleozóicas do baixo Amazonas, provocou a formação de um domo, na região de Monte Alegre, restando como seu testemunho uma coroa de serras que circunda a planície do Ererê.

E. P. de Oliveira, no ano de 1944, em "Geologia Estratigráfica do Brasil", reportou-se às rochas silurianas dos rios Curuá e Maecuru, bem como aos sistemas devoniano e carbonífero, estando o primeiro bem representado na serra do Ererê e nos dois rios supracitados.

BARBOSA, em 1949, faz referências às amostras de folhelhos com impressões de esporófilos, procedentes do rio Curuá, coletadas por HARTT (1871) e classificadas por DAWSON como Protosalvinia (Sporangites) brasiliensis e P. bilobatus.

TOWSE e VINSON, em 1959, concluíram que as lateritas da região de Monte Alegre, resultaram da climatização sofrida pelos arenitos cretáceos que ali ocorrem.

Em 1964, D. GUIMARÃES, em seu trabalho "Geologia do Brasil", ressalta que na bacia Amazônica são conhecidas ocorrências de camadas cretáceas na região de Monte Alegre.

J.M.A. FORMAN, em 1966, estudou a ocorrência de galena em Alenquer, assinalando que a mesma está associada à baritina, no contato entre um dique de diabásio e o calcário da Série Itaituba.

Em 1966, o Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará - IDESP, publicou um resumo sobre os recursos minerais do Estado, destacando as águas sulfurosas termais e o calcário, em Monte Alegre, bem como o cristal de rocha, a baritina e a galena, em Alenquer.

F.L. ACKERMANN, no ano de 1967, reportou-se ao minério de chumbo do norte do Pará, aos prováveis depósitos de baritina, ao norte do rio Amazonas e, ainda, ao calcário de Monte Alegre.

Nesse mesmo ano, H. FALCÃO, em sua "Súmula de Ocorrências de Calcários no Brasil", assinala a existência de jazidas de calcário em Monte Alegre, ressaltando que a cubagem das mesmas é superior a 30.000 t.

Em 1967, por ocasião do Simpósio sobre a Biota Amazônica, F.W. SOMMER e N.M. BOEKEL, publicaram um trabalho sobre microfósseis paleozóicos da Amazônia, assinalando a presença de Protosalvinia bilobata e Zoophycus (Spirophyton) caudagalli Hall, em amostras procedentes do rio Curuá.

No ano seguinte, B.C. DAMASCENO, efetuou um reconhecimento geológico no rio Curuá e áreas adjacentes.

Em 1969, FORMAN, realizou também um reconhecimento geológico no rio Curuá, como parte do Projeto Trombetas-Maecuru.

M.M. PINHEIRO, em 1971, reportando-se ao rio Maecuru, assinala a presença de rochas paleozóicas da Formação Maecuru.

W.M. REZENDE, em 1972, estudando o mecanismo das intrusões de diabásio, nas bacias do Amazonas e Mara

nhão, concluiu que o domo de Monte Alegre, parece representar outro efeito de domização, originado pelo magmatismo toleítico da bacia Amazônica.

Mais recentemente, em 1974, F.M.B. CUNHA e M.V.CAPUTO, efetuaram um levantamento geológico na região, assinalando, pela primeira vez, a existência de arenitos da Formação Faro na serra de Itauajuri e no rio Maecuru.

3.8 - Agradecimentos

Somos profundamente gratos ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, notadamente à Coordenadoria e demais técnicos que integram o PICMA (Projeto Integrado de Colonização de Monte Alegre),pelo apoio irrestrito às equipes, quando dos trabalhos naquela região.

- Ao Departamento de Estradas de Rodagem DER-PA, pela prestimosa ajuda durante os trabalhos ao longo das rodovias PA-254, PA-423 e PA-425.

- Às Prefeituras Municipais de Monte Alegre e Alenquer, nas pessoas de seus dinâmicos prefeitos, pelo total apoio dispensado à todos os integrantes do Projeto.

- À Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS, sobretudo aos técnicos da RENOR, Mário Vicente Caputo, Eglemar Conde Lima, Ruy Ferreira Bahia e Raul Carneiro, além do Ilmo. Sr. Superintendente, Dr. Otávio Benedito Melo,

pela valiosa colaboração no início de nossos trabalhos.

- E, à todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito alcançado em nossos trabalhos.

4. CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS

4.1 - Clima

Baseados principalmente na cobertura vegetal, visto que não existem dados locais e, por analogia, ao vizinho município de Óbidos, podemos classificar o clima dominante na região em estudo, como do tipo Aw, da classificação de KÖPPEN, com uma pequena área, no extremo nordeste, apresentando características do tipo Am (Fig. 4).

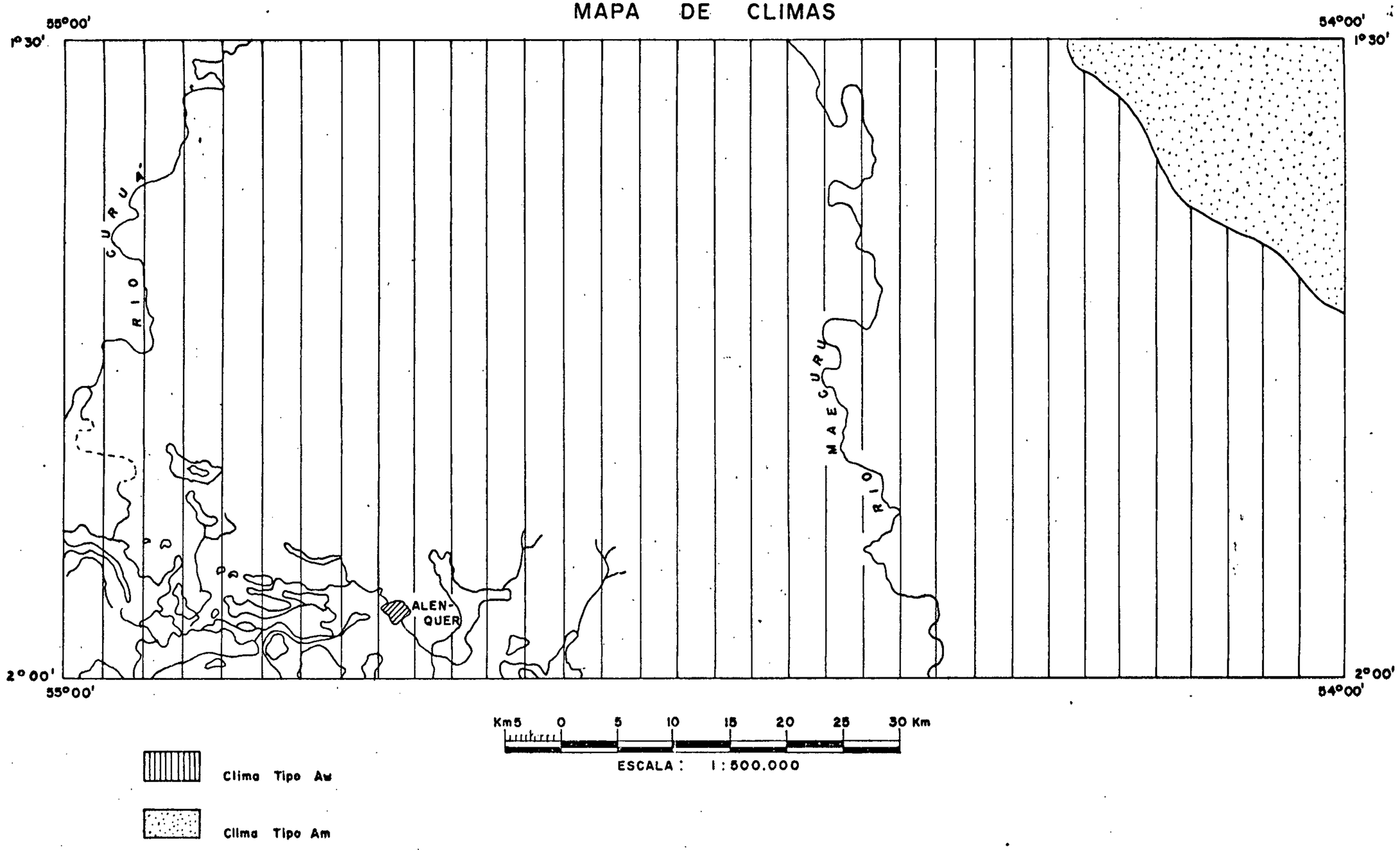
O clima Aw é caracterizado por uma estação seca, bem acentuada no período do inverno, tendo pelo menos um mês com índice pluviométrico inferior a 60 mm. Este período seco, afeta o caráter constante de umidade encontrada na Amazônia, refletindo-se na vegetação ocorrente, do tipo floresta tropical, exuberante, cedendo lugar aos campos e cerrados, vegetações típicas de regime climático caracterizado por nítida e extensa seca, ou reduzindo a floresta a simples matas galerias, que vivem em função da umidade dos fundos dos vales (vide mapa esquemático de vegetação).

O clima Am, que ocorre no extremo nordeste da área, é tropical chuvoso com pequeno período seco, sendo a média mensal de temperatura mínima, sempre superior a 18°C. As precipitações pluviométricas são elevadas, condicionando o desenvolvimento de uma vegetação exuberante, do tipo floresta tropical. O período seco deste clima é de curta duração, mas com umidade suficiente para manter a floresta. Esta, é a única porção dentro da área do Projeto, onde as drenagens de segunda e terceira ordens, apresentam água corrente durante o período seco.

FIG. 4

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MAPA DE CLIMAS



De acordo com a resposta da flora ao clima, o limite entre os tipos climáticos Am e Aw segue a linha de delimitação da hiléa amazônica, ficando o clima Am, que nos trabalhos anteriores abrangia toda a área do Projeto, restrito a uma área bem menor; o clima Aw, pelo contrário, que antes não fora caracterizado na região, agora aparece como o de maior distribuição.

No município de Monte Alegre, a temperatura do ar é sempre elevada, com média anual de 25,6°C, ficando os valores médios para máximas e mínimas entre 30,9°C e 22,5°C, respectivamente (FALESI, R.I., 1970). Esses valores são extensivos a toda a área do Projeto, com aproximação razoável (Fig. 5). Nas tabelas 2, 3 e 4, observam-se as temperaturas médias do ar, as velocidades médias dos ventos e as pressões médias do ar, em Monte Alegre, durante os anos de 1975 e 1976. A umidade relativa do ar, apresentou variação anual entre 77% a 87% em 1975, e 70% a 87% em 1976. A tabela 5 mostra as umidades médias relativas do ar para Monte Alegre, em 1975 e 1976.

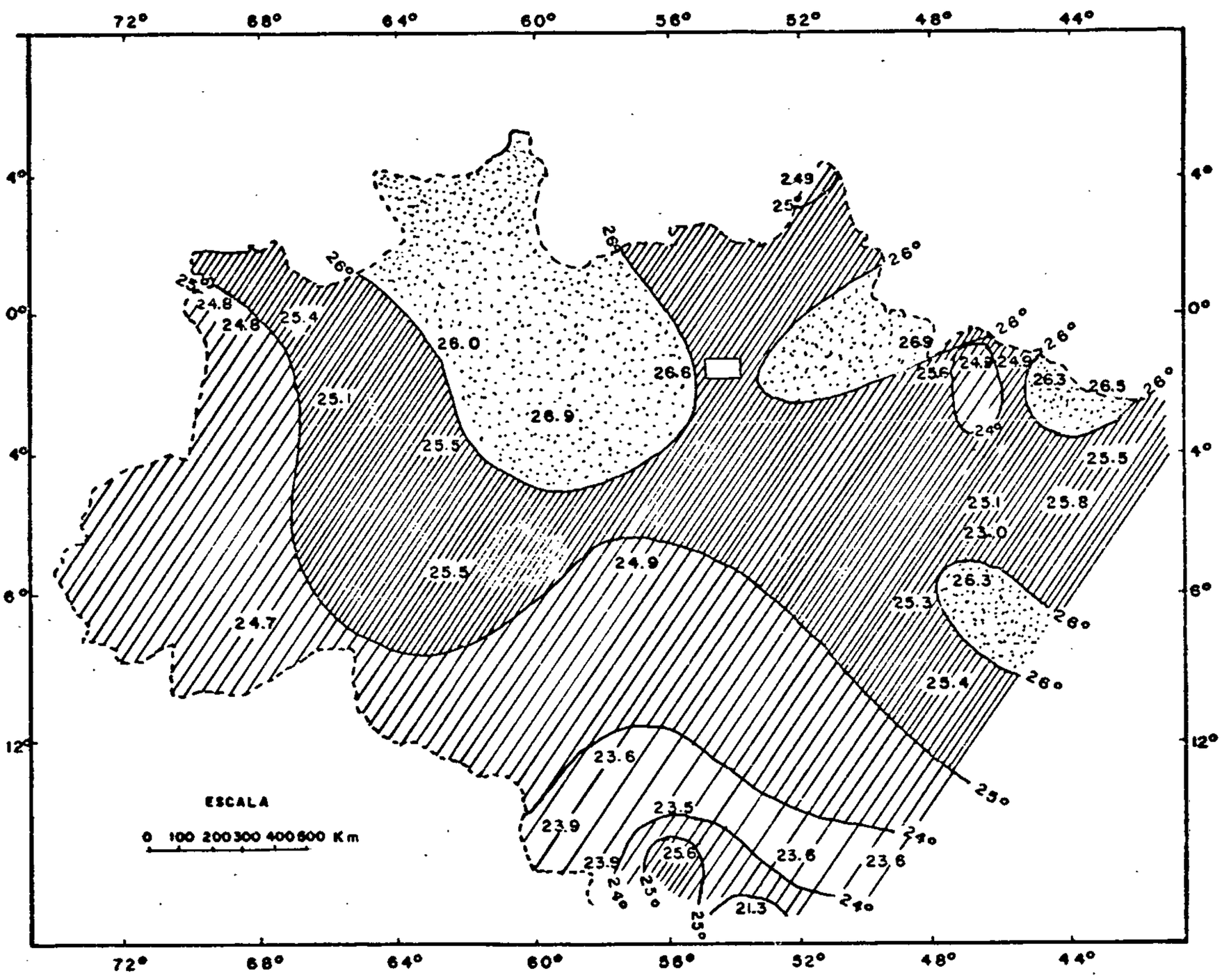
A variação anual dos índices pluviométricos fica entre 1750 mm e 2.000 mm (Fig. 6), podendo-se considerar a existência de duas estações chuvosas, uma que vai de dezembro a junho, caracterizada por altas precipitações pluviométricas, que aumentam até o mês de março e diminuem gradativamente até junho; esta, é a estação chuvosa propriamente dita. A estação menos chuvosa compreende o período de julho a novembro, e caracteriza-se por apresentar totais mensais de precipitação inferiores a 60 mm. A análise de distribuição pluviométrica normal, para o município de Monte Alegre, apresenta relação percentual dos meses mais chu

FIG. 5

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

MAPA DE ISOTERMAS ANUAIS

REGIÃO AMAZÔNICA



ÁREA DO PROJETO

EXTRAIDO DE GALVÃO, M.V. (1959)

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATORIO FINAL - PASTANA, J.M.do N. ET ALII - 1978

TABELA 2

TEMPERATURA DO AR EM °C

LOCAL / MÊS / ANO	MONTE ALEGRE 1975	MONTE ALEGRE 1976
JANEIRO	24,6	24,6
FEVEREIRO	24,0	24,4
MARÇO	24,0	24,8
ABRIL	24,6	25,1
MAIO	24,6	25,9
JUNHO	24,4	25,3
JULHO	24,5	25,9
AGOSTO	25,9	26,6
SETEMBRO	26,1	27,3
OUTUBRO	27,6	27,9
NOVEMBRO	27,1	27,5
DEZEMBRO	25,9	28,1

TABELA 3

VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO (m / s)

LOCAL / MÊS / ANO	MONTE ALEGRE 1975	MONTE ALEGRE 1976
JANEIRO	2,6	2,7
FEVEREIRO	2,2	2,0
MARÇO	7,8	2,0
ABRIL	2,1	2,3
MAIO	2,4	2,6
JUNHO	2,6	2,6
JULHO	2,0	3,0
AGOSTO	3,0	3,8
SETEMBRO	3,5	3,9
OUTUBRO	3,6	3,9
NOVEMBRO	3,6	3,6
DEZEMBRO	3,4	3,8

DADOS FORNECIDOS PELO DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEREOLOGIA (DNMET)

TABELA 4

PRESSÃO MÉDIA DO AR (mm)

LOCAL / MÊS / ANO	MONTE ALEGRE 1975	MONTE ALEGRE 1976
JANEIRO	993,5	993,7
FEVEREIRO	994,3	994,0
MARÇO	994,8	993,2
ABRIL	994,3	994,5
MAIO	994,8	995,0
JUNHO	996,1	995,5
JULHO	996,1	997,0
AGOSTO	995,2	996,0
SETEMBRO	994,8	994,7
OUTUBRO	993,5	993,0
NOVEMBRO	993,0	993,0
DEZEMBRO	993,3	992,5

TABELA 5

UMIDADE MÉDIA DO AR (%)

LOCAL / MÊS / ANO	MONTE ALEGRE 1975	MONTE ALEGRE 1976
JANEIRO	84	85
FEVEREIRO	86	87
MARÇO	87	87
ABRIL	87	86
MAIO	87	84
JUNHO	86	85
JULHO	82	81
AGOSTO	78	77
SETEMBRO	78	73
OUTUBRO	77	71
NOVEMBRO	78	71
DEZEMBRO	78	70

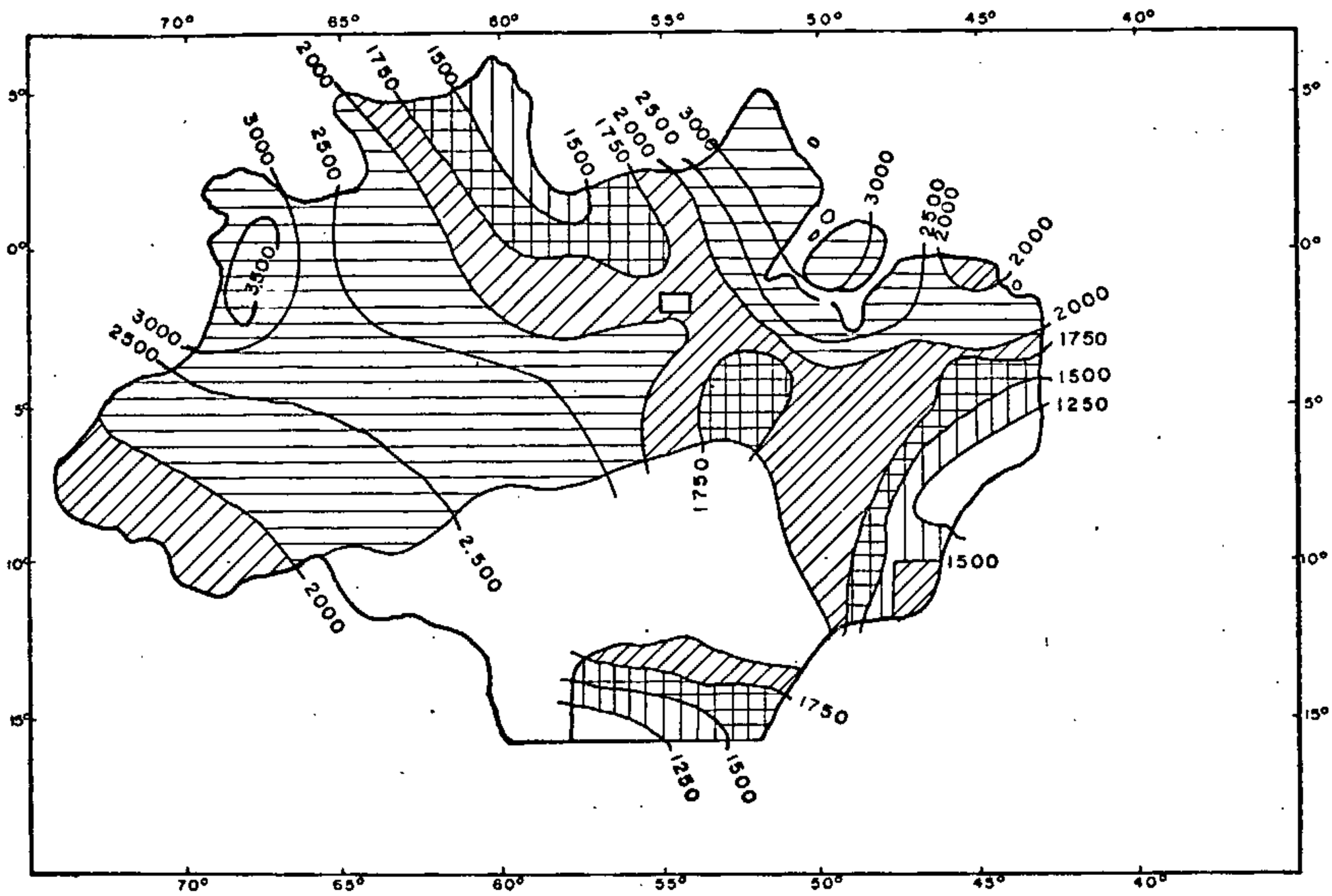
DADOS FORNECIDOS PELO DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEREOLOGIA (DNMET)

FIG. 6

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

ISOIETAS ANUAIS

Atlas Pluviométrico do BRASIL



CONVENÇÕES

PRECIPITAÇÃO EM MM

- 1.000 A 1.250
- 1.250 A 1.500
- 1.500 A 1.750
- 1.750 A 2.000
- 2.000 A MAIS
- SEM DADOS
- ÁREA DO PROJETO

BASEADO EM VIEIRA, L.S. ET ALII (1971)

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M.doN.ET ALII - 1978

vosos, com média anual de 8,3% (Tabela 6 e Gráfico 1). Os meses mais chuvosos apresentam desvios de suas relações percentuais, para com a média pluviométrica. Um menor desvio negativo no mês de dezembro, significa o ínicio da estação chuvosa. A Tabela 7 apresenta os valores mensais de precipitação pluviométrica, nas estações de Arapari (rio Maecuru), Boca do Inferno (rio Curuá) e de Santarém, da divisão de recursos hídricos da CPRM SUREG/BE (Fig. 7).

4.2 - Vegetação

A região apresenta uma vegetação bastante variada, constituída por uma alternância entre a floresta tropical e a savana, além da vegetação típica de várzea, podendo-se caracterizar a cobertura vegetal da seguinte forma (Fig. 8 - Mapa Esquemático de Vegetação):

- Existência de extensas áreas recobertas por campos naturais, formados por gramíneas, em geral desenvolvidos em zonas de relevo plano (Foto 03). Em certos locais essa vegetação modifica-se, passando a arbustiva, com predominância de árvores de tronco retorcido, como por exemplo o Caimbé (Curatella americana) e o Muruci (Byrsonima sp.),além de algumas cactáceas. O aspecto desta última formação florística assemelha-se ao dos "cerrados" do Brasil Central.

- Ocorrência de uma vegetação intermediária, denominada Campinarana (falsa Campina), na qual elementos florísticos da mata das terras altas, aparecem associados com espécies da flora dos campos ou campinas. Tal vegetação é frequentemente encontrada nos cumes das serras da região, devendo-se ressaltar que o seu aparecimento independentemente da existência de áreas de campos e/ou campinas.

TABELA 6

MESES	PRECIPITAÇÃO NORMAL			DESVIOS
	mm	%	Med. anual %	
JANEIRO	173,3	8,8	8,3	+ 0,5
FEVEREIRO	275,9	14,0	8,3	+ 5,7
MARÇO	335,2	17,0	8,3	+ 8,7
ABRIL	327,8	16,6	8,3	+ 8,3
MAIO	286,5	14,6	8,3	+ 6,3
JUNHO	175,5	8,9	8,3	+ 0,6
JULHO	102,7	5,2	8,3	— 3,1
AGOSTO	42,9	2,2	8,3	— 6,1
SETEMBRO	37,7	1,9	8,3	— 6,4
OUTUBRO	49,3	2,5	8,3	— 5,8
NOVEMBRO	58,1	3,0	8,3	— 5,3
DEZEMBRO	104,6	5,3	8,3	— 3,0

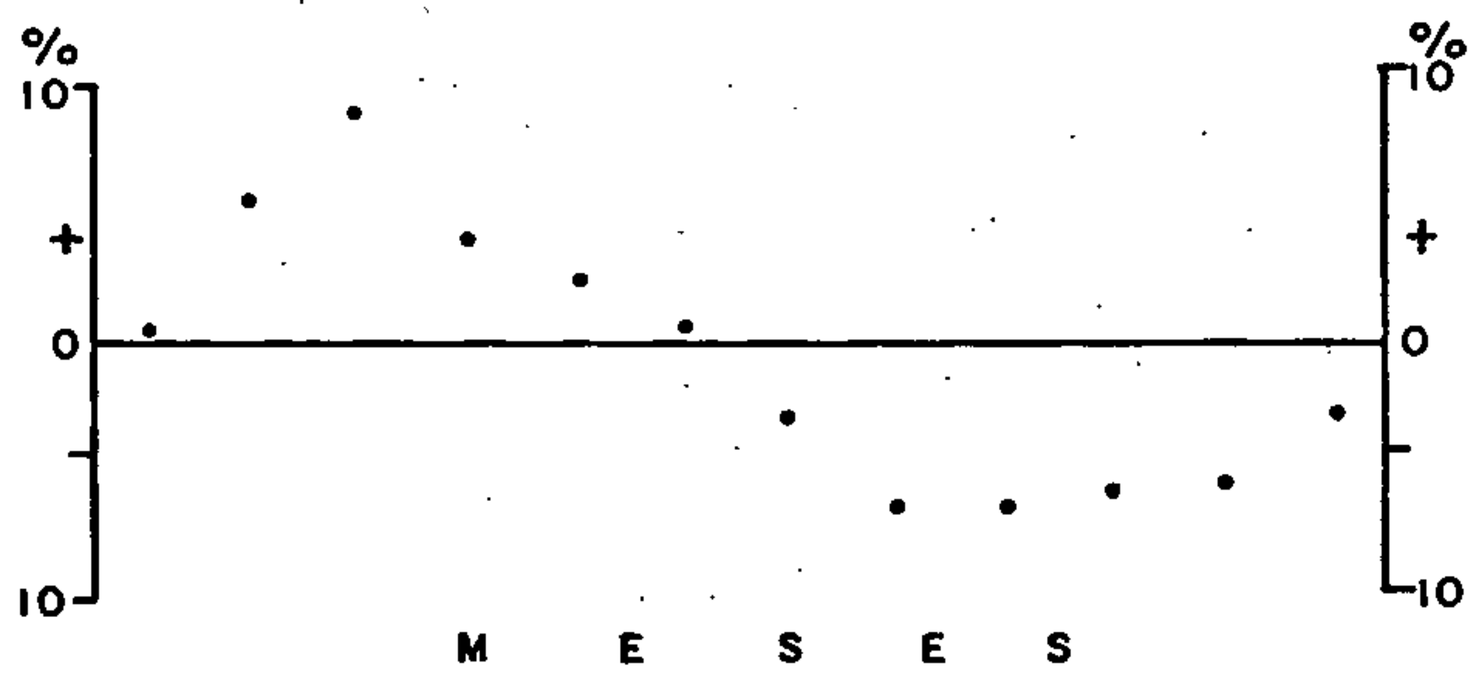
Baseado em FALESI, I.C. (1970)

GRAF. 1

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

DESVIO PERCENTUAL

MONTE ALEGRE



A Linha zero (0) corresponde à média anual (8.3%).

BASEADO EM FALESI, I.C. (1970)

TABELA 7

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM mm (1976)

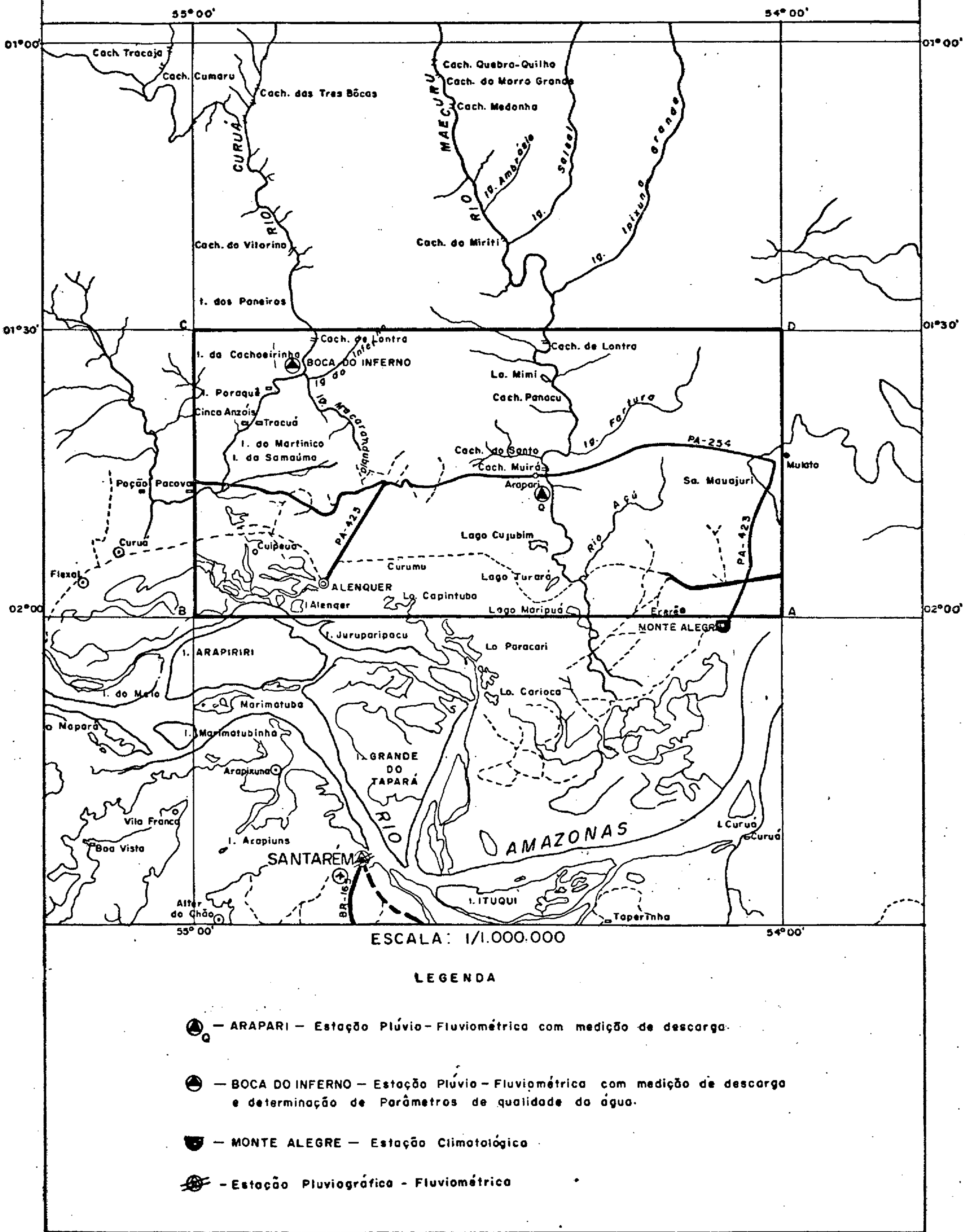
LOCAL / MESES	RIO CURUÁ	RIO MAECURÚ	SANTARÉM
JANEIRO	187,9	172,7	239,9
FEVEREIRO	200,9	273,1	437,4
MARÇO	417,1	406,2	336,7
ABRIL	202,9	154,5	386,0
MAIO	140,8	91,4	277,1
JUNHO	126,7	76,9	266,0
JULHO	74,3	71,1	52,1
AGOSTO	11,1	12,2	17,4
SETEMBRO	7,1	5,6	0,0
OUTUBRO	110,1	38,5	0,2
NOVEMBRO	8,7	8,4	48,8
DEZEMBRO	137,4	15,0	19,2

DADOS FORNECIDOS PELA DIVISÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA CPRM (SUREG/BE)

FIG. 7

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

ESTAÇÕES PLÚVIO—FLUVIOMÉTRICAS E CLIMATOLÓGICAS



ESCALA: 1/1.000.000

LEGENDA

Q — ARAPARI — Estação Plúvio-Fluviométrica com medição de descarga.

— BOCA DO INFERNO — Estação Plúvio-Fluviométrica com medição de descarga e determinação de Parâmetros de qualidade da água.

— MONTE ALEGRE — Estação Climatológica

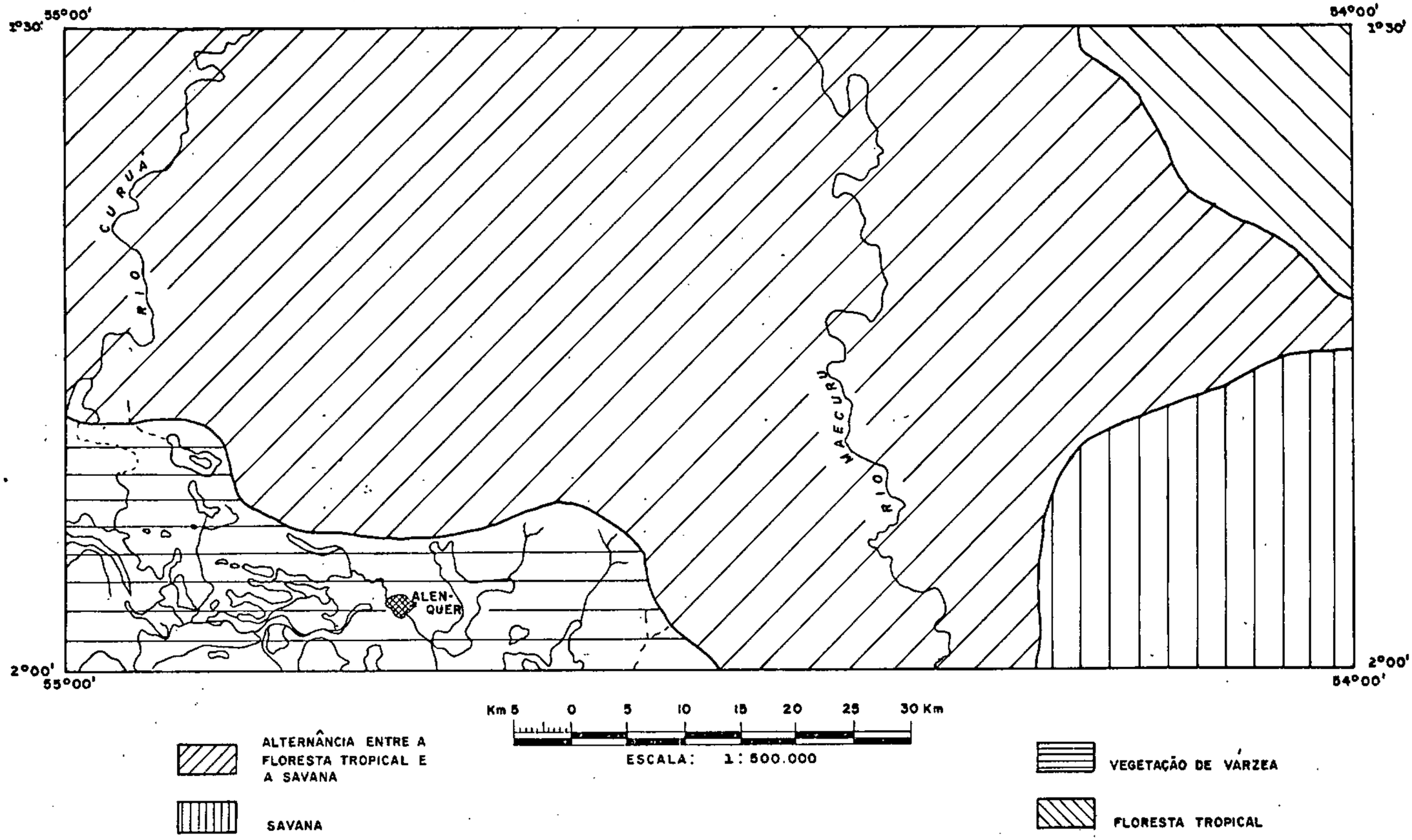
— Estação Pluviográfica - Fluviométrica

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M.do N. ET ALII - 1978

FIG. 8

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MAPA ESQUEMÁTICO DE VEGETAÇÃO



CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE — RELATÓRIO FINAL — PASTANA, J.M. do N. ET ALII — 1978

- Campos altos, mais ricos quanto a flora do que os acima mencionados, apresentando gramíneas e outras ervas, com árvores dispersas. Nelès, ocorrem "manchas" ou "ilhas" de mata, com muitas árvores decíduas na estação seca (Foto 04).

- A floresta equatorial, verdejante e majestosa como na maior parte da Amazônia, apresenta-se na região com árvores de menor porte; na estação seca, verifica-se em algumas espécies a queda de suas folhas. As espécies mais comuns na floresta equatorial são: Castanha do Pará (Bertholletia excelsa), Sapucaia (Lecythis sp).,Maçaranduba (Manilkara huberi), Jurema (Pithecolobium Acacioides), Cumaru (Dipterix Odorata), Pará-Pará (Cordia Tetandra), Paricá (Piptademia sp.), Angelim (Hymenolobium sp.) e Pau D'arco (Tabebuia sp.):

- A porção sul-sudoeste da área, é recoberta pela vegetação de várzea, que ocorre nas partes baixas e planas que margeiam os rios e lagos. Nas porções mais encharcadas, as espécies dominantes são: Açaí (Euterpe Oleraceae), Ucuuba Branca (Viro Surinamensis), Mututi (Ptero Carpus Amazônicos), Caraipé (Licania Macrophila) e as do Gênero Bacthis. Nos igapós, cujo nível topográfico é menos elevado que o da várzea baixa, as espécies geralmente encontradas são aquelas providas de "sapopemas" e raízes pneumatóforas.

A intensa atividade antrópica, desenvolvida praticamente em quase toda a região, vem propiciando o surgimento de formações vegetais secundárias, mais densas, denominadas "capoeira". Estas formações se encontram frequentemente ao longo das rodovias e nas áreas de maior acesso

Foto 03 - Campos Naturais. No centro exumado da estrutura dômica de Monte Alegre ("Planície" do Ererê), observa-se um dos melhores exemplos de campos naturais, na área do Projeto. Estes, em geral, desenvolvem-se nas áreas de relevo plano, constituídos essencialmente por gramíneas.

Foto 04 - Campos Altos. Mais ricos quanto à flora do que os campos naturais, apresentam além de gramíneas e outras ervas, "manchas" ou "ilhas" de mata, com muitas árvores decíduas na estação seca.

aos colonos. Observam-se também campos secundários, utilizados no pastoreiro, onde se desenvolve com mais frequência o "capim elefante" (Pennisetun Purpureum).

4.3 - Solos

Um rápido enfoque às unidades pedológicas ocorrentes na área mostra uma diversidade acentuada, oriunda principalmente de fatores topográficos e geológicos, visto que o clima é praticamente o mesmo, para toda a região.

O fator topográfico é fundamental para a divisão dos solos em dois grandes grupos (Fig.9-Mapa Esquemático de Solos): no primeiro, estariam os solos desenvolvidos em área sem influência de inundações periódicas, ditas de "terra firme"; estas, distribuem-se por toda as porções setentrional, central e boa parte da porção meridional da área. Em geral, os solos de "terra firme", quando em relevo plano a suavemente ondulado, são maturos, com perfís diferenciados e bem desenvolvidos, que alcançam normalmente boa espessura.

Ao segundo grupo, pertenceriam os solos de várzea, periodicamente submetidos a inundações. Localizam-se na porção meridional da área, nas partes baixas das margens do rio Amazonas e seus tributários (rios Curuá e Maecuru), nos seus baixos cursos.

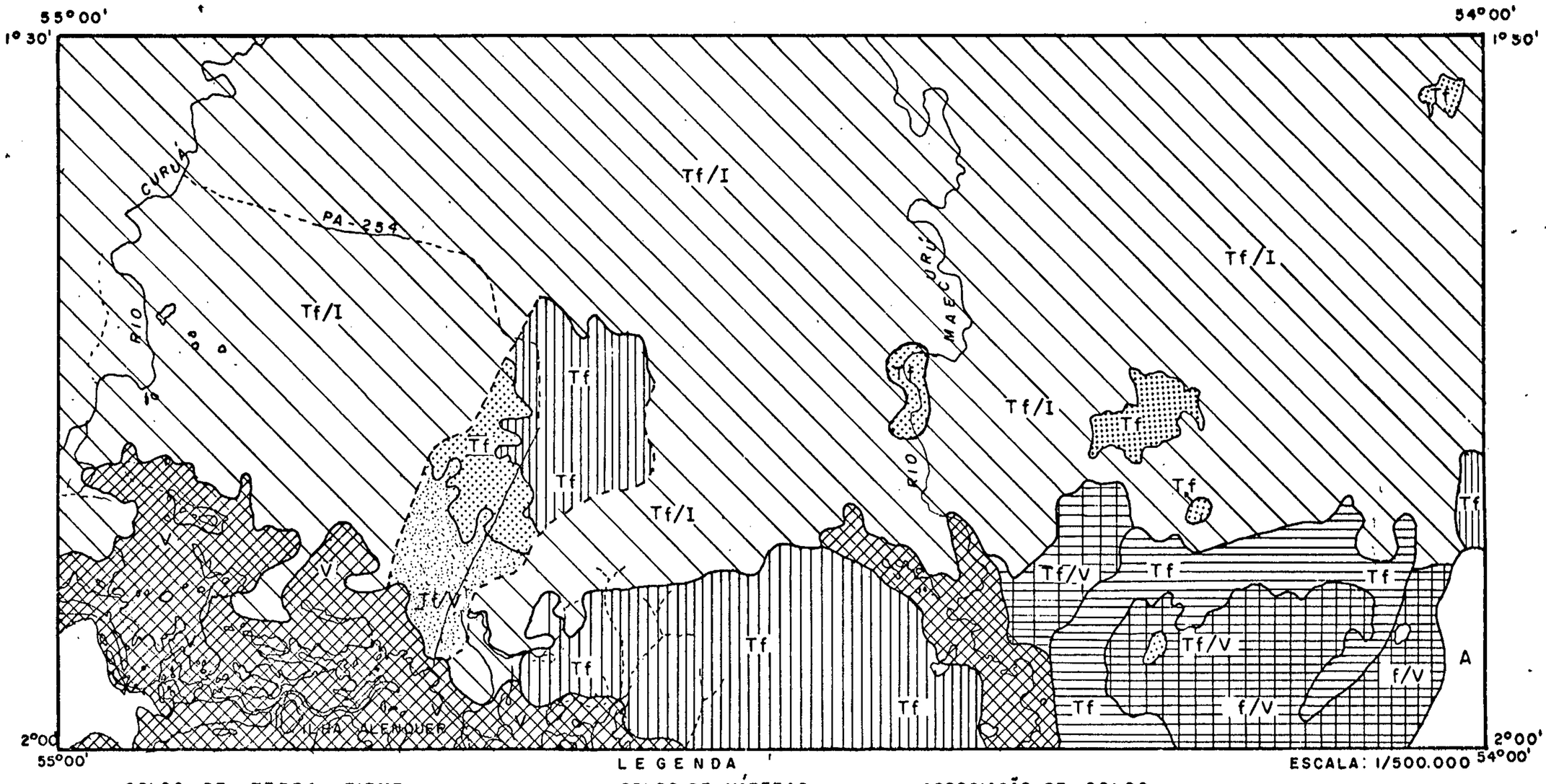
Entre os solos observados nas áreas de "terra firme", dois tipos assumem grande importância, devido sua extensão: os podzólicos e os latossólicos.

Embora exista uma alternância na distribuição dos solos podzólicos e latossólicos, os da primeira unidade aparentemente são dominantes, estando relacionados prin

FIG. 9

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

MAPA ESQUEMÁTICO DE SOLOS



LEGENDA

ESCALA: 1/500.000

SOLOS DE TERRA FIRME

- Tf/I — Terra Firme Indiscriminado
- Tf — Podzólico Vermelho Amarelo
- Tf — Latossolo Amarelo
- Tf — Solos Derivados de Intrusivas Básicas

SOLOS DE VÁRZEAS

- V — Glei Pouco Húmico

ASSOCIAÇÃO DE SOLOS

- Tf/V — Laterita Hidromórfica e Latossolo Amarelo Plíntico
- Tf/V — Areia Vermelha Amarela e Hidromórficos Indiscriminados
- A — Solos Aluviais

cipalmente aos folhelhos sílticos das formações Curuá, Nova Olinda e Itaituba, às intrusivas básicas e ao material argiloso pleistocênico. Perfis maturos desses solos são encontrados em áreas de relevo plano e suavemente ondulado. Estudos de maior detalhe permitiriam melhor diferenciação para esta unidade.

Os solos latossólicos são encontrados na porção setentrional, em áreas de ocorrência de arenitos das formações Maecuru (Membro Lontra), Curuá (Membro Oriximiná), Faro, Monte Alegre, Itaituba/Nova Olinda e Alter do Chão, estando também relacionados à relevo suavemente ondulado. Foram observadas diversas unidades latossólicas, como o Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e Latossolo Roxo.

O solo denominado de "Terra Roxa Estruturada" foi também observado, desenvolvido geralmente sobre rochas ígneas básicas, tendo por esse motivo uma distribuição restrita à área de ocorrência de diques e soleiras de diabásio. Bons exemplos deste solo podem ser observados na rodovia PA-254, próximo à localidade Mulata; na fazenda Campo Alegre, às margens da rodovia Alenquer-Curuá e nas redondezas da vila Camburão, no município de Alenquer.

A unidade "Concrecionário Laterítico" também se faz presente, compreendendo os solos que apresentam em seus perfis concreções de um arenito ferruginoso, tornando-se bastante característico; são de coloração amarelo e amarelo-avermelhado, e se desenvolveram principalmente, nos arenitos da Formação Alter do Chão.

O grupo dos solos de várzea, abrange os solos formados sob condições hidromórficas, tendo sido identificados os solos do tipo "Glei" e Lateritas Hidromórficas, ambos

desenvolvidos em áreas de topografia plana e baixa, característica das várzeas do rio Amazonas. Foram também identificados solos aluviães, com seus perfis pouco desenvolvidos e ricos em matéria orgânica.

5. GEOMORFOLOGIA

5.1 - Introdução

A observação das imagens de radar e fotos aéreas, aliada aos dados de campo, permitiu a identificação de duas feições geomórficas distintas, denominadas de Planície e Planalto, respectivamente.

A primeira unidade distribui-se, principalmente, na porção SSW da área, na região de Alenquer, no baixo curso do rio Maecuru e na porção SSE, próximo ao paraná de Monte Alegre, ocorrendo também, em escala menor, no baixo curso do rio Curuá e ao longo da maioria da drenagem de segunda ordem, possuindo parâmetros característicos, tais como a presença de lagos, cordões de praia, etc. Trata-se de uma superfície de caráter nitidamente deposicional, aplainada, situada nas menores cotas da região, desenvolvendo-se sobre os sedimentos inconsolidados que constituem os depósitos aluviais das planícies de inundação dos principais rios.

A outra unidade corresponde ao Planalto, o qual abrange feições menores, como as Cristas, as Áreas Arrasadas e o Relevo Residual, situadas em três níveis topográficos distintos. O mais inferior, relacionado à fase de senilidade do processo geomorfológico atuante na região, compreende aquelas áreas levemente alçadas em relação à Planície, onde os processos de erosão/deposição estão quase que ajustados. Engloba grande parte das áreas de exposição das formações Alter do Chão, Itaituba, Ererê e Monte Alegre, o centro exumado e a borda periférica do domo de Monte Alegre, assim como as superfícies correspondentes às áreas de afloramento das formações Faro e Curuá (membros Curiri e Barreirinha)

e soleiras de diabásio. As Cristas correspondem às feições topograficas elevadas em relação às rochas circunvizinhas, formando corpos alongados, de grande extensão, orientados na direção aproximadamente N-S, encontrados em toda a área do Projeto, relacionados à presença de diques de diabásio, fraturas preenchidas ou brechas de falha. O Relevo Residual, estreitamente relacionado à áreas movimentadas, às vezes do tipo "pseudo-apalachiano", como ocorre nas bordas do domo, onde se destaca a serra Itauajuri, tem caráter nitidamente erósional. Corresponde à serras e montanhas do tipo "cuestas" e "hog backs", ou com topo aplainado, e foi identificado em áreas de exposição das unidades Maecuru, Oriximiná, parte da Ererê e da faro, além de algumas soleiras de diabásio.

5.2 - Planície

Está diretamente associada à planície de inundação do rio Amazonas e de seus afluentes maiores, rios Maecuru e Curuá. Compreende uma superficie aplainada, arrasada, situada poucos metros acima do nivel médio da lâmina d'água daquela drenagem, parcial e periodicamente inundada na estação das chuvas.

Esta unidade, de caráter nitidamente deposicional, está situada nas cotas mais baixas da área do Projeto, onde as feições geomórficas típicas são a presença de lagos, canais, cordões de praia, ilhas, cursos fluviais anastomosados, pestanas, furos e paranás, truncados, geralmente de forma caótica, cujas formas e posições são frequentemente mudadas após cada enchente. Estas feições podem ser muito bem observadas na região de Alenquer e no baixo curso

do rio Maecuru.

Os lagos, por vezes ligados temporariamente à drenagem principal, encontram-se em fase de intensa colmatagem e geralmente acumulam água durante poucos meses do ano, em razão do baixo índice pluviométrico da região.

O processo de formação dos lagos parece estar associado, em parte, ao deslocamento gradativo do leito do rio Maecuru, e em parte, à provável presença de rochas solúveis (calcário, gipsita, etc.) das formações Itaituba e Nova Olinda. Como exemplo, cita-se a foz afogada do igarapé Açu, onde observa-se o antigo leito do rio Maecuru, separado do atual por uma barra, cuja tendência é desenvolver-se até o completo fechamento, formando um novo lago. Já os lagos situados no interflúvio rio Maecuru/rio Curuá, propavelmente estão relacionados à dissolução de calcário e/ou gipsita. O grande tamanho desses lagos parece ser fruto do contínuo aporte de água fluvial, cuja saída para os drenos maiores foi fechada por colmatagem.

Os solos mais desenvolvidos são as areias quartzosas e os hidromórficos. Sobre esses solos desenvolve-se vegetação variada, predominando o campo, com "linhas" de floresta de várzea e pequenos aglomerados de árvores de altura mediana, inferiores a 20 metros, entremeados com arbustos, ricas em lianas, com abundantes palmeiras.

A Planície compreende os sedimentos quaternários, tanto holocênicos como pleistocênicos, de origem fluvial, inconsolidados, predominando o cascalho, areias, siltes e argilas. Deve corresponder à superfície de erosão

do Ciclo Paraguaçu.

5.3 - Planalto

É a feição geomorfológica de maior distribuição na área, provavelmente modelada durante o Ciclo Velhas e formando uma superficie descontinua sobre sedimentos de idade paleozóica da bacia do Médio-Amazonas, sobre soleiras e diques de diabásio e raros testemunhos da Formação Alter do Chão.

Pôde-se identificar Cristas Alongadas, Áreas Arrasadas e Relevos Residuais.

Essa unidade geomorfológica, na estrutura dômica, está relacionada à presença de serras alinhadas, orientadas, situadas em volta do domo, mantendo notável constância através de dezenas de quilômetros, com características de relevo "pseudo-Apalachiano". As serras têm perfíl dissimétrico, com as "cuestas" predominando sobre os "hog backs", fortemente ravinadas, com vales longos e sinuosos, de fundo chato.

Ainda nesta área, ao norte, ocorrem serras de topo aproximadamente tabular, dispostas sem orientação definida, pouco ravinadas, com drenagem muito espaçada e fortemente subordinada a fraturas nas áreas de exposição das soleiras de diabásio.

No extremo setentrional e na porção central da área, esta unidade corresponde à extensas faixas de

direção aproximada leste-oeste e caracteriza-se pelo relevo mais enérgico, cuestiforme, desenvolvido sobre as formações Maecuru, Curuá (membros Oriximiná e parte do Curiri) e parte da Formação Ererê.

O relevo se caracteriza por apresentar um conjunto de serras isoladas, frequentemente escalonadas,com mais de um nível de erosão, de topo aplainado, suavemente inclinado no sentido do mergulho das camadas. Em alguns locais, como na drenagem pela margem direita do igarapé Ipixuna, pode-se observar nas fotografias aéreas e no campo, o nítido acamamento dos arenitos da Formação Maecuru. Serras alongadas, sinuosas, com o topo em crista, também são comuns.

Nas áreas de exposição da Formação Ererê , ocorrem corpos isolados, em forma de meseta, preservados da erosão pela existência de uma espêssa capa laterítica, bem desenvolvida no topo das elevações.

Nos domínios do Membro Curiri (topo) e do Membro Oriximiná, os morros e colinas sucedem-se em vários níveis topográficos, fornecendo uma textura uniforme, típica, corrugada, nas imagens de radar.

A drenagem tem padrão dendrítico, com vales bem encaixados, formando um ou mais patamares, com perfil em calha, raramente apresentando controle estrutural. Regra geral, as bordas das serras tabulares estão festonadas por intenso ravinamento.

A vegetação mais comum é a Floresta Densa Tropical, onde podem ser distinguidos dois estratos: um emergente e outro mais baixo, uniforme, predominante. Às proximidades do limite norte da área do Projeto, ocorrem

extensas áreas de cerrado, desenvolvidas sobre rochas da Formação Maecuru.

Predominam os solos tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Terra Roxa Estruturada.

5.3.1 - Cristas

Relacionadas à diques de diabásio e, mais raramente, à zonas de brechas de falha silicificadas, destaca-se a presença de cristas descontínuas, orientadas dentro do quadrante N45°E/N45°W. Em geral, estão levemente alçadas em relação às rochas encaixantes, formando corpos alongados, de topo abaulado, sustentados por espêssa camada de laterita ferruginosa. Localmente, quando associados aos canais dos cursos d'água, os diques apresentam relevo negativo, controlando a drenagem.

Sobre as cristas, além de laterita, desenvolve-se solo do tipo Terra Roxa Estruturada.

5.3.2 - Áreas Arrasadas

No centro do domo de Monte Alegre, sobre os sedimentos das formações Curuá (membros Barreirinha e Curiri), Ererê, Itaituba, Monte Alegre e Alter do Chão, e sobre soleiras de diabásio, foi desenvolvida uma superfície arrasada, aplainada, de grande extensão.

O padrão geral da drenagem é subdendrítico a dendrítico, rarefeito, adensando-se sobre o Membro Barreirinha, no centro exumado da estrutura dômica. Rara

mente os cursos d'água estão subordinados à fraturas, exceção feita às áreas de exposição das soleiras de diabásio, onde densa rede de fraturas controla os vales menores. Essa drenagem intermitente, caracteriza-se por apresentar os talvegues incipientemente talhados, em forma de calha, às vezes de difícil localização no campo. Na área de exposição da Formação Itaituba, os afluentes de terceira ordem formam um padrão geral, que lembra em muito a forma de "costelas".

A drenagem espaçada origina interflúvios de morros e colinas de topo abaulado, às vezes aplainados, recortados por cristas de diques básicos. Localmente, em especial sobre os sedimentos do Membro Barreirinha e base do Curiri, essas elevações tendem a se tornar cuestiformes, regra geral, sustentadas por espêssa capa laterítica.

Na porção central do domo de Monte Alegre, na região conhecida como "Planície do Ererê, em áreas de domínio das formações Ererê e Curuá (Membro Barreirinha), esta superfície está muito bem identificada.

Os solos mais comuns são o Latossolo Amarelo Distrófico, o Podzólico Vermelho-Amarelo, o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e a Terra Roxa Estruturada.

A vegetação varia amplamente de local para local, predominando a Floresta Densa Tropical, com frequentes áreas de campo cerrado e parque.

5.3.3 - Relevo Residual

Essa unidade foi identificada nos flancos do domo de Monte Alegre, nos domínios das formações Maecuru,

Ererê, Curuá (Membro Oriximiná e topo do Membro Curiri) e nas soleiras de diabásio. A serra de Itauajuri, situada no flanco nordeste da estrutura dômica, constitui-se no melhor exemplo dessa unidade geomorfológica.

6. ESTRATIGRAFIA

6.1 - Comentários Gerais

No presente trabalho, apresenta-se o quadro estratigráfico representativo da área do Projeto, constituído por grande parte da sequência paleozóica da bacia do Baixo-Médio Amazonas, por corpos ígneos básicos de idade mesozóica, clásticos continentais terciários e aluviões recentes.

A coluna estratigráfica proposta (Tab. 8), resultante dos trabalhos de mapeamento efetuados em toda a região, está baseada nas de CAPUTO et alii (1971) e CUNHA & CAPUTO (1974).

A sequência paleozóica é constituída por unidades que variam, em idade, desde o Devoniano Inferior até o Permiano Superior.

A intensa e extensa atividade ígnea básica, está representada por diabásios essencialmente toleíticos, muito raramente olivínicos, que ocorrem tanto na forma de soleiras, como na de corpos tabulares, alongados (diques).

Uma extensa cobertura terciária é observada, notadamente na porção meridional da área, representada por clásticos continentais, relacionados à Formação Alter do Chão.

As aluviões recentes estão bem representadas nas planícies de inundação dos rios Amazonas, Maecuru e

TAB. 8

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	SISTEMA	SÉRIE	FORMAÇÃO	MEMBRO	LITOLOGIA	
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO				Qho	Argilas, siltes, areias, cascalhos e conglomerados.
	TERCIÁRIO		ALTER DO CHÃO		Tac	Intercalações de arenitos e argilas, com níveis conglomeráticos subordinados. Os arenitos são finos a médios, vermelhos a variegados, caulínicos, com estratificação cruzada. As argilas são avermelhadas a variegadas, maciças ou laminadas, às vezes com nódulos lateríticos. Os conglomerados são constituídos por seixos de quartzo leitoso e de arenito silificado.
MESOZÓICA	CRETÁCEO	SUPERIOR				
	JURÁSSICO				db	Diques e soleiras de diabásio predominantemente toleítico, muito raramente olivínico, mesótipo, cinza a cinza esverdeado, isotrópico.
	TRIÁSSICO					
PALEOZÓICA	PERMIANO	SUPERIOR	NOVA OLINDA		Pc/ho-i	Intercalações de arenitos, folhelhos, siltitos e calcários. Os arenitos são brancos a amarelados, às vezes com cimento calcífero. Os folhelhos são bem laminados, esverdeados ou marrons. Os siltitos são amarelados. Os calcários são mais freqüentes na porção mediana da unidade, cinza escuros e fossilíferos.
		MÉDIO				
	CARBONÍFERO	SUPERIOR	ITAITUBA			
			MONTE ALEGRE		Cma	Arenitos médios a grosseiros, friáveis, esbranquiçados, às vezes conglomeráticos. Raras intercalações de folhelhos.
		INFERIOR	FARO		Cf	Arenitos cinza esverdeados, micáceos; folhelho preto; arenitos avermelhado, finos; siltitos e folhelhos sílticos com estrutura "flaser".
	DEVONIANO	SUPERIOR	CURUÁ	ORIXIMINÁ	Dc/mb.o	Arenitos finos a médios, brancos a avermelhados, micáceos. Intercalações de siltitos e folhelhos sílticos, esverdeados a marrons, densos, compactos.
				CURIRI	Dc/mb.c	Intercalações e interlaminações de folhelhos e siltitos, com raros arenitos. Presença de spirophyton e protosalvinia, fósseis típicos da unidade.
				BARREIRINHA	Dc/mb.b	Folhelhos cinza escuros a pretos, carbonosos, radioativos, físseis, piritosos, micromicáceos. Apresentam-se creme a amarelados, quando intemperizados.
		MÉDIO	ERERÊ		De	Siltitos cinza esverdeados, micáceos, laminados, às vezes piritosos e estratificados em bancos, com intercalações de folhelhos. Presença de arenitos médios, micáceos.
		INFERIOR	MAECURU	LONTRA	Dm/mb.l	Arenitos brancos a cinza claros, estratificados, micáceos, fossilíferos. Presença de lâminas descontínuas de folhelho cinza escuro, nos arenitos.

Curuá, principais cursos d'água que drenam a região.

Na porção setentrional da área, o grande número de afloramentos naturais, bem como as dissimilaridades morfo-estruturais marcantes, possibilitaram a delimitação das diversas unidades ali ocorrentes, com uma razoável precisão. Nas porções central e meridional, mais arrasadas, com um menor número de afloramentos, os contatos, por vezes, sofreram interferências.

As formações Itaituba (Carbonífero Superior) e Nova Olinda (Permo-Carbonífero) não puderam ser individualizadas, face suas similaridades litológicas e morfológicas, sendo englobadas, ambas, sob a denominação de Permo Carbonífero Indiferenciado.

As análises bioestratigráficas, embora em pequeno número, constituíram-se num valioso subsídio para auxiliar na definição das unidades, notadamente aquelas de idade devoniana.

Na porção S-SE da área (região do domo de Monte Alegre), a manifestação de intensa atividade ígnea básica, originou efeitos recristalizantes por ação termometamórfica, na sequência pelítica que ali ocorre, a qual apresenta, em geral, aspecto cornubianítico.

6.2 - Devoniano Inferior - Formação Maecuru

6.2.1 - Histórico

DERBY (1878), empregou pela primeira vez a denominação Grupo Maecuru, para a sequência basal do Devoniano da Amazônia, nome derivado do rio Maecuru, Estado

do Pará, onde fora até então melhor estudada aquela sequência.

A partir de então, diversos autores passaram a estudar a unidade considerada, destacando-se entre outros, FREYDANK, que em 1957, dividiu a "Formação Maecuru", em dois membros, sendo um inferior, sem denominação própria, enquanto que o superior, foi denominado de Membro Ariramba. Ainda no mesmo ano, BREITBACH (in: LANGE, 1967) denominou a sequência basal da Formação Maecuru de Membro Jatapu.

LANGE, em 1967, conservou a denominação Membro Jatapu, para os arenitos basais da Formação Maecuru, e propôs a designação de Membro Lontra, para os arenitos fossilíferos superiores desta unidade. Em trabalhos mais recentes, CAPUTO et alii (1971), conservaram essa mesma subdivisão para a Formação Maecuru.

6.2.2 - Generalidades

A seção-tipo do Membro Jatapu está situada no rio homônimo, desde a cachoeira Anamã, até próximo a cachoeira Manguirana. Como seção de referência, considera-se o intervalo de 1.448-1.520 m, do poço 1-AM-1-AM. Essa unidade distribui-se por todo o flanco norte da bacia do Médio Amazonas, variando lateralmente de fácies para o Membro Lontra, não chegando a alcançar a faixa aflorante do flanco sul. Sua espessura máxima é da ordem de 160 m, entre os poços 2-OAST-1-PA (Oriximiná) e 2-LIST-1-PA (Limão).

O Membro Lontra possui sua localidade-tipo na cachoeira da Lontra, no rio Curuá, tendo como seção de

referência o intervalo de 1.388-1.448 m, do poço 1-AM-1 AM. Essa unidade sofre variações locais de espessura, sendo que, no poço supracitado, a mesma é da ordem de 60 m. Sua maior espessura foi observada no poço 1-RX-1-AM, com 118 m. O Membro Lontra aflora em ambos os flancos da bacia, sendo em geral mais espesso no flanco sul.

Na área do Projeto, a Formação Maecuru, foi identificada no extremo norte das folhas SA.21-X-D-V 2 e SA.21-X-D-VI-1.

Na interpretação fotogeológica foram considerados os dois membros da unidade, porém, durante a execução dos trabalhos de campo, ficou constatado que na área em estudo está representada somente a seção superior da Formação Maecuru, ou seja, o Membro Lontra.

A interpretação das imagens radargramétricas e fotografias aéreas, evidencia para a zona de ocorrência da unidade, um relevo caracterizado por apresentar serras isoladas, frequentemente escalonadas, com topo aplainado, entrecortadas por drenagem bem encaixada (Foto 05). É também comum, a presença de serras alongadas, sinuosas, com o topo em crista. Alinhamentos aproximadamente norte-sul, representando relevo negativo, parecem estar relacionados à diques de diabásio ou zonas de fraturamento.

Litologicamente, esta unidade é constituída predominantemente de arenitos micáceos, coloração branca a cinza claro, de granulometria média. Para o topo, esses arenitos tornam-se mais finos, começam a apresentar bioturbações, bem como lâminas de folhelhos cinza escuro, intercaladas.

CPRM

6.2.3 - Litologia

Para obter-se uma caracterização litológica do Membro Lontra, foram efetuados inúmeros perfis transversais à faixa de ocorrência da unidade, conseguindo-se um grande número de informes de campo, que permitiram o seguinte empilhamento estratigráfico, para a sequência:

- No extremo norte da Folha SA.21-X-D VI-1, pela margem direita do rio Maecuru (igarapé dos Perdidos), está exposta a seção basal da unidade, bem representada nos pontos CF-R-01 a CF-R-07. Tratam-se de arenitos de coloração branco-gêlo a cinza claro, granulometria fina a média, com grãos subarredondados, bem selecionados; a rocha é micácea, bem consolidada, com cimento silicoso, bem estratificada, ora em leitos milimétricos, ora em leitos espessos, de 0,5 a 1 m de espessura (Foto 06). Esses arenitos, às vezes, apresentam estratificação cruzada de baixo ângulo e, eventualmente, tornam-se friáveis e fraturados, com óxidos de ferro preenchendo os planos de fraturas.

- Na porção média da unidade, bem caracterizada nos pontos AV-R-221 e AV-R-223, entre outros, ocorre um arenito branco, de granulação fina, com grãos angulosos, bem selecionados. É também bastante micáceo (sericita), maciço, com cimento silicoso, às vezes friável e argiloso, finamente laminado. Podem ocorrer, às vezes, lâminas descontínuas de folhelho cinza escuro, dentro do pacote de arenitos.

- No topo dessa sequência, ocorre um arenito branco, de granulação média, com grãos angulosos e mal

Foto 05 - Formação Maecuru (Membro Lontra). O relevo comumente observado nessa unidade, consiste em serras isoladas, frequentemente escalonadas, com topo aplainado.

Foto 06 - Formação Maecuru (Membro Lontra). Na porção basal dessa unidade ocorrem arenitos finos, brancos a cinza claros, bem estratificados, ora em leitos milimétricos, ora em bancos de 0,5 a 1 m de espessura.

selecionados. É também micáceo, friável, algo intemperizado, apresentando grande conteúdo macrofossilífero (Pelecípodas). É também comum a presença de vênulas de silex de cor cinza claro a branco, aparentemente situadas em zonas de fraturas.

6.2.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

O Membro Lontra está bem representado na porção centro norte da área do Projeto, mais precisamente nos limites setentrionais das folhas SA.21-X-D-V-2 e SA.21-X-D-VI-1.

Distribui-se segundo uma faixa de direção geral aproximadamente este-oeste, sofrendo ligeiras inflexões para nordeste e noroeste, desaparecendo ao norte das folhas SA.21-X-D-V-1 e SA.21-X-D-VI-2.

Sua maior porção aflorante ocorre ao norte da Folha SA.21-X-D-VI-1, onde alcança uma largura de 8 km. A largura média situa-se em torno de 5 km.

Inúmeras atitudes foram medidas nessa unidade, notadamente ao longo dos igarapés Ipixuna, Escorpião, dos Perdidos, etc., tendo-se obtido "strikes" que variam desde N30°E, até E-W, com mergulhos em geral para Sul, cujos valores médios situam-se em torno de 2°. Baseando-se nesses parâmetros, estima-se uma espessura média de 180 m para o Membro Lontra, na área em estudo.

6.2.5 - Relações de Contato

O contato inferior do Membro Lontra não pode ser observado, uma vez que a unidade que lhe é imediatamente subjacente (Membro Jatapu), não aflora na área do Projeto. Todavia, segundo CAPUTO et alii (1971), trata-se de um contato do tipo gradacional e ocorre na passagem de arenitos finos a médios, com estratificação cruzada, para arenitos e siltitos bioturbados, do tipo Membro Jatapu.

O contato superior, com a Formação Ererê, é também do tipo gradacional e foi estabelecido na passagem de arenitos finos, eventualmente médios a grosseiros, macrofossilíferos (Pelecípodas e tubos de vermes) alternados com folhelhos cinza escuros e siltitos com microlaminações cruzadas, para siltitos cinza escuros, maciços, densamente fraturados, micáceos, da base da Formação Ererê. Esse contato está bem representado no rio Curuá, poucos metros a montante da foz do igarapé Ipixuna, correspondendo a uma quebra topográfica aproximadamente contínua em toda a área. Essa quebra de relevo, foi o critério básico utilizado para a delimitação do Membro Lontra, na área em estudo.

6.2.6 - Paleontologia

O Membro Lontra apresenta um bom conteúdo fossilífero, notadamente nas suas porções mediana e superior, onde são observados macrofósseis dos grupos de Bra

quiópodos, Pelecípodas, além de tubos de vermes.

As análises paleontológicas e/ou palinológicas, efetuadas em amostras selecionadas (AV-R-146/PR-R-463) revelaram a presença do seguinte material fossilífero (vide fichas de análise bioestratigráfica, a seguir):

Análise Paleontológica: BRACHIOPODA - Gênero Spirifer sp e Orthothetes sp; BIÓGLIFOS.

Análise Palinológica: CHITINOZOA - Gêneros Conochitina sp, Angochitina sp, Lagenochitina sp, Ancyrochitina sp, Cladochitina sp,

ACRITARCHA - Gênero Leiofusa sp,

ESPOROMORFOS - Gêneros Retusotriletes sp, Calamospora sp, Leiotriletes sp, Azonotriletes sp.

Esse conteúdo palinológico, pertence ao Intervalo IV de DAEMON & CONTREIRAS (1971), e corresponde a Época Eodevoniana, Idade Emsiana.

6.2.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

A sequência litológica do Membro Lontra, evidencia uma deposição em ambiente predominantemente marinho, litorâneo, de águas rasas.

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo: PR-R-463

Nº de Lab. : DAR 529

Macrofósseis : BIÓGLIFOS : tubos de vermes

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

CHITINOZOA :	ESPOROMORFOS
Conochitina sp.	Azonotriletes sp.
Angochitina sp.	Retusotriletes sp.
Lagenochitina sp.	Hymenozonotriletes sp.
Ancyrochitina sp.	Leiotriletes sp.
Cladochitina sp.	Stenozonotriletes sp.

Outros Vestígios orgânicos : Cutículas vegetais e fragmentos orgânicos carbonizados.

Ambiente : Marinho - zona nerítica de deposição

Geocronologia : Era Paleozóica
Período Devoniano
Época Emsiano

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº Campo : AV-R-146

Nº Lab. : DAR 522

Macrofósseis : BRACHIOPODA : Gênero Spirifer sp. e
" Orthothetes sp.

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

CHITINOZOA :

Lagenochitina sp.

Angochitina sp.

Conochitina sp.

ACRITARCHA :

Leiofusa sp.

ESPOROMORFOS :

Retusitriletes sp.

Calamospora sp.

Leiotriletes sp.

Azonotriletes sp.

Outros Vestígios orgânicos : Cutículas vegetais e fragmentos carbonizados, indeterminados.

Ambiente : Marinho. A presença de braquiópodes evidencia um ambiente de águas rasas.

Geocronologia : Era Paleozóica
Período Devoniano
Época Emsiano

O caráter em geral homogêneo, bem como a grande espessura dessa sequência, sugerem uma estabilidade ambiental na época da sedimentação Lontra, com uma taxa de subsidência porporcional ao acúmulo de clásticos.

A seção basal da unidade, é caracterizada pela presença de arenitos finos a médios, subarredondados, bem selecionados, com estratificação paralela.

Na seção mediana, predominam arenitos finos com delgadas intercalações de folhelho.

A seção superior, apresenta arenitos médios, brancos, folhelhos e siltitos com microlaminação cruzada, bioturbação e abundante conteúdo fossilífero(Brachiopodos e Pelecípodas).

Esta sequência evidencia que, durante a sedimentação Lontra, predominou um ambiente de fácies de praia("shore face"), isto é, marinho litorâneo sob ação de ondas . . .

6.3 - Devoniano Médio - Formação Ererê

6.3.1 - Histórico

A sequência sedimentar paleozóica que constitui a planície do Ererê, situada na porção central da estrutura dômica de Monte Alegre, foi primeiramente estudada por HARTT, nos anos de 1870 a 1872.

DERBY, em 1878, propôs a designação de Grupo Ererê para essa sequência, situando-a entre os então denominados grupos Maecuru e Curuá, também ocorrentes naquela região, segundo o autor.

A partir de então, a denominação Grupo Ererê, passou a ser adotada por todos os pesquisadores que durante várias décadas estudaram aquela região, até que LANGE, em 1967, empregou pela primeira vez o termo Formação Ererê, subdividindo-a nos membros Cachoeira (inferior) e Ariramba (superior).

CAPUTO et alii (1971), estabeleceram definitivamente o termo Formação Ererê, sem subdivisões, localizando sua seção tipo na planície do Ererê, a nordeste e leste da serra homônima, no município de Monte Alegre. Segundo esses autores, a unidade consiste fundamentalmente, de siltitos com intercalações de arenitos.

6.3.2 - Generalidades

No presente trabalho, considera-se a Formação Ererê, constituída essencialmente por intercalações de siltitos, arenitos e folhelhos, aflorando na porção setentrional da área, bem como no centro exumado do domo de Monte Alegre. Na porção basal da unidade, são comuns os siltitos micáceos, silicificados, cinza escuros, duros e extremamente fraturados, aflorando na forma de extensos lajeiros. Na porção média ocorre arenito branco, silicificado, enquanto que para o topo são comuns as intercalações de siltitos com finas camadas de folhelho cinza escuro, bem laminado, micáceo.

Na porção setentrional da área, a Formação Ererê caracteriza-se morfologicamente, por apresentar um relevo cuestiforme, com os "front de cuestas" voltados para o norte. Esse relevo torna-se aplainado para o

sul, no sentido do centro da bacia, com algumas mesetas sobressaindo-se na topografia suave, mercê da cobertura laterítica que se desenvolve sobre as mesmas.

A drenagem apresenta-se pouco encaixada, mecandriforme, com vales de perfil em calha, pouco ramificada e localmente controlada por diques de diabásio.

Em fotografias aéreas e imagens radargramétricas, observa-se que a unidade possui características de relevo e de textura bem definidos, o que auxiliou sobremaneira a sua delimitação, na área do Projeto.

Na porção central do domo de Monte Alegre, a Formação Ererê constitui uma superfície plana a suavemente ondulada, recoberta por uma vegetação de gramíneas, com aglomerados esparsos de tipos arbustivos, constituindo campos naturais (campo cerrado e cerradão), tipicamente representados na região do Desterro.

Nas fotos aéreas, essas áreas de campo refletem em tons claros, contrastando com a tonalidade cinza das unidades adjacentes.

6.3.3 - Litologia

O siltito é o tipo litológico predominante nesta unidade, secundado por arenitos e folhelhos.

Na base da sequência, predominam siltitos de coloração cinza azulado e/ou esverdeado, duro, denso, bem consolidado, com grãos angulosos e bem selecionados. São bastante micáceos, silicificados, compactos, piritosos, ex

tremamente frautrados, apresentando localmente, marcas de onda de grande amplitude. Em geral, ocorrem na forma de extensos lajeiros, nos leitos dos cursos d'água, ou como grandes blocos, em consequência do intenso fraturamento a que foram submetidos. Uma das melhores exposições desses siltitos pôde ser observada no igarapé Ipixuna, afluente pela margem esquerda do rio Maecuru (Foto 07).

É comum a presença de minerais máficos nesses siltitos, bem como de desenvolvidas palhetas de sericita ao longo dos planos de acamamento. Os moldes de fósseis são também frequentes, enquanto que as bioturbações desenvolvem-se em todos os sentidos. Estas, em geral, acham-se preenchidas por material mais grosseiro.

Na seção média da unidade ocorre um arenito branco, com tons avermelhados quando intemperizado, de granulometria média, com grãos angulosos e bem selecionados, silicificado, muito micáceo, partindo-se em placas. Ocorrem ainda folhelhos de coloração cinza escuro, bem laminados, duros, micáceos, quebradiços.

Para o topo da sequência, predominam os siltitos, com finas intercalações de folhelho.

Na porção central da estrutura dômica de Monte Alegre, mais precisamente na região do Desterro, ocorrem também intercalações de folhelhos e siltitos, com ampla predominância desses últimos (Foto 08).

As análises petrográficas efetuadas em amostras de siltito coletadas no leito do igarapé do Menino Deus, evidenciam incipiente efeito recristalizante

Foto 07 - Siltitos da Formação Ererê. Uma das melhores exposições da porção basal da Formação Ererê, pode ser observada no igarapé Ipixuna. Aí, afloram siltitos cinza azulados, duros, densos, micromicáceos, silicificados, formando extensos lajeiros. Observe-se o intenso fraturamento desenvolvido sobre essa rocha.

Foto 08 - Intercalações de siltitos e folhelhos da Formação Ererê. Na planície do Ererê (porção central do domo de Monte Alegre), são frequentemente observados siltitos estratificados em bancos, com finas intercalações de folhelhos cinza esverdeados a amarelados, intemperizados.

por ação termometamórfica, como consequência da intensa e extensa atividade ígnea básica manifestada nessa região, havendo inclusive, o desenvolvimento de fácies albita-epidoto hornfels, nessa litologia.

Nas estradas das Três Bocas e da Terra Preta, a Formação Ererê está representada por siltitos cinza esverdeados, avermelhados quando alterados, bem laminados, pintalgados, fraturados (JP-R-39, 41, 42). Em geral, constituem elevações com até 60 m acima do nível da estrada, apresentando mergulhos de até 9° para N-NE.

6.3.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

A Formação Ererê tem ampla distribuição na porção setentrional das folhas SA.21-X-D-V-2 e SA.21-X-D-VI-1, disposta segundo uma faixa de direção aproximada este-oeste, infletindo para NW no extremo norte da Folha SA.21-X-D-VI-2. Sua faixa aflorante apresenta uma largura média de aproximadamente 2,5 km.

Nos diversos perfis transversais efetuados na faixa de ocorrência dessa unidade, foram observados mergulhso médios em torno de 3°, para o sul. Esses parâmetros permitem inferir uma espessura média de 130 m para essa formação, na área considerada.

Além da região supracitada, observa-se uma ampla exposição da Formação Ererê no centro exumado da estrutura dômica de Monte Alegre (mais precisamente nos campos do Ererê), na Folha SA.21-X-D-VI-4. Aí, a unidade

considerada, possui uma faixa aflorante de forma grosseiramente elíptica, com uma extensão máxima de 12 km. Os mergulhos são centrífugos, com valores médios em torno de 2°. Valores mais elevados foram medidos (8° a 11°), porém geralmente relacionados à zonas de falhamentos, ou intrusões básicas.

Nessa região, as melhores exposições podem ser observadas ao longo da estrada de rodagem que liga a cidade de Monte Alegre ao Núcleo Inglês de Souza, nas estradas secundárias e/ou ramais, além do igarapé do Menino Deus e seus afluentes.

6.3.5 - Relações de Contato

O contato inferior, com a Formação Maecuru (Membro Lontra), é do tipo gradacional e foi estabelecido na passagem de arenitos médios a grosseiros, angulosos, mal selecionados, friáveis e fossilíferos (topo do Membro Lontra), para siltitos com intercalações de folhelhos cinza, bioturbados. Essa passagem pode ser bem observada no igarapé Ipixuna (pontos PR-R-440, 443, 450), no rio Maecuru (ponto AV-R-125) e no igarapé dos Perdidos (ponto PR-R-565).

O contato superior, com a Formação Curuá, também é do tipo gradacional e foi posicionado na mudança de intercalações de siltito/folhelho (topo da Formação Ererê), para uma espêssa camada de folhelhos negros, radioativos, piritosos (da base da Formação Curuá).

Esse contato está bem representado na bacia

hidrográfica do rio Maecuru (pontos AV-R-123/128; PR-R-486), nas cabeceiras de um afluente do igarapé Lontra (pontos PR R-537 a,b, 538, 539) e no igarapé dos Perdidos (ponto PR-R-549).

Na Folha SA.21-X-D-V-1, ao norte da confluência dos igarapés Maçaranduba e Recurso, essa variação litológica coincide com uma quebra de relevo bastante acentuada, que se estende para este e oeste, dentro da área do Projeto. Em fotos aéreas e imagens radargramétricas, pode-se acompanhar nitidamente esse contato, cujo traçado é bastante irregular.

Nas áreas sem afloramentos, esse contato é delimitado pela mudança na topografia e também pelo tipo de drenagem, com os vales tornando-se menos profundos (na Formação Curuá), aparentemente retilíneos, bem encaixados. Nessas áreas predomina um solo argiloso, de coloração escura, enquanto que a vegetação passa de floresta aberta para campos naturais. É também notório o aumento da radioatividade nesses solos, chegando a atingir 240 CPS.

Na região do domo de Monte Alegre, embora o contato entre as formações Ererê e Curuá não tenha sido observado diretamente no campo, ficou o mesmo razoavelmente estabelecido, em função das características morfológicas extremamente contrastantes, das duas unidades.

À medida que se desloca de leste para oeste, o relevo aplainado da Formação Ererê dá lugar a um relevo colinoso, cuestiforme, relacionado ao Membro Barreirinha (Formação Curuá). Ressalte-se ainda que, na área aplainada, predomina um solo arenoso, amarelado, laterítico, com

vegetação de campo, enquanto nas áreas mais movimentadas, periféricas, há o predomínio de um solo argiloso, onde desenvolve-se uma vegetação mais densa.

No flanco sudeste da estrutura dômica, observa-se um nítido contato por falha, entre as formações Ererê e Alter do Chão (Terciário). O traço dessa superfície de contato é bastante retilíneo, possui uma direção geral nordeste-sudoeste, sendo facilmente discernível nas imagens radargramétricas e fotos aéreas. Durante os trabalhos de campo, foi observada a presença de brecha de falha silicificada, nessa região, corroborando a existência dessa falhamento, de extensão quilométrica, que colocou em contato lateral, rochas de idade paleozóica e terciária.

6.3.6 - Paleontologia

O conteúdo fossilífero da Formação Ererê, foi estudado através de análises bioestratigráficas, efetuadas em várias amostras bem representativas da unidade, sendo que os melhores resultados foram obtidos na amostra AV-R-159 a, conforme descritos a seguir:

ANNELIDA: SCOLECODONTA - Paulinites sp; CHITINOZOA: Conochitina sp; Lagenochitina sp; ACRITARCHA: Navifusa sp; Naevisphaeridium sp; Baltisphaeridium sp, e Veryhachium sp.

ESPOROMORFOS: Ancyrospora sp; Hymenozonotriletes sp; Azonotriletes sp, e Zonotriletes sp.

Essa associação fossilífera, situa-se no Intervalo V de DAEMON & CONTREIRAS (op. cit.), que corresponde à metade superior do Andar Eifeliano e à totalidade do Andar Givetiano, ou seja, ao Devoniano Médio. Segundo esses autores, a partir do Intervalo V, os quitinozoários, esporomorfos e acritarchas, tornam-se excelentes fósseis índices.

6.3.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

As características litológicas, bem como a associação fossilífera encontrada na Formação Ererê, são indicativas de que a deposição dessa unidade, efetuou-se em ambiente marinho raso.

Na porção centro-norte da área do Projeto, aflora principalmente a seção basal da unidade, representada quase que exclusivamente por siltitos micáceos, às vezes piritosos, fossilíferos, localmente com marcas de ondas de grande amplitude, provavelmente depositados em ambiente transicional "off shore"/"Shore face". Os níveis piritosos são indicativos de que, ocasionalmente, predominaram condições redutoras no início da sedimentação Ererê.

No centro exumado da estrutura dômica, que corresponde às porções mais centrais da bacia, ocorrem arenitos finos a médios e, principalmente, siltitos com finas intercalações de folhelhos bem laminados. Essas litologias parecem sugerir que, em direção ao centro da bacia, houve extensão do ambiente transicional "off shore"/"shore face".

CPRM

6.4 - Devoniano Superior - Formação Curuá

6.4.1 - Histórico

DERBY (1878), foi quem propôs a denominação de "Grupo Curuá", para os folhelhos escuros estratigraficamente sobrejacentes ao então "Grupo Ererê", subjacentes aos arenitos basais da sequência sedimentar carbonífera da bacia Amazônica.

Em 1964, LUDWIG, subdividiu o Grupo Curuá em três formações: Curuá Inferior, Curuá Médio e Curuá Superior. LANGE (1967), estudou a unidade, subdividindo-a nos membros Barreirinha, Panacu, Curiri e Faro. CAPUTO et alii (1971), propuseram uma nova divisão para a Formação Curuá, subdividindo-a em três membros: Barreirinha, Curiri e Oriximiná. O Membro Oriximiná desses autores, inclui parte do antigo Membro Faro de LANGE (op. cit.). No presente trabalho, conserva-se a mesma subdivisão desses autores.

6.4.2 - Formação Curuá - Membro Barreirinha

6.4.2.1 - Histórico

HARTT (1870-1872) e KATZER (1903), referiram-se aos folhelhos fossilíferos encontrados nos arredores da localidade Barreirinha, no rio Tapajós, como pertencentes às formações carboníferas da bacia Amazônica. A presença de Spirophyton nesses folhelhos, levou CLARKE e DERBY (1901), a considerarem os mesmos de idade devoniana.

CARVALHO (1926), foi quem primeiro denominou

de "folhelho Barreirinha", os folhelhos cinzentos que ocorrem na margem direita do rio Tapajós, acima do local denominado Pauinim, até a foz do rio Itapacurá-Açu.

A idade devoniana para os "folhelhos Barreirinha", foi fixada definitivamente por MOURA (1932), tendo como base os fósseis encontrados em afloramentos no igarapé São Francisco, afluente do rio Tapajós.

LANGE (1967), propôs denominar de "Membro Barreirinha" os folhelhos radioativos da base da Formação Curuá, sendo corroborado mais tarde por CAPUTO et alii (1971).

6.4.2.2 - Generalidades

Segundo CAPUTO (op. cit.), o Membro Barreirinha é composto principalmente por folhelhos cinza escuros, laminados, com raros interaleitamentos regulares de arenitos muito finos, micáceos. Em superfície, é comum a presença de concreções achatadas segundo a estratificação. A parte inferior da unidade, mostra elevado teor de radioatividade.

A seção de referência, em subsuperfície, situa-se no intervalo 2.717-2.978 m, no poço 2-LFST-1-AM. A seção tipo ocorre ao longo do rio Tapajós, desde Pauinim Grande, até pouco à jusante da ilha Goiana, excluindo os afloramentos ao sul da ilha Itapocu (Formação Ererê) e os afloramentos ao norte da localidade Barreirinha (Membro Curiri). A espessura dos folhelhos Barreirinha é variável, registrando-se 120 m no flanco sul da bacia, 150 m no

flanco norte, 70 m no poço 1-AM-1-AM, encontrando-se no poço 2-LBST-1A-PA, no Baixo Amazonas, a espessura máxima perfurada, com 230 m.

Ainda segundo CAPUTO (op. cit.), o Membro Barreirinha distribui-se por todo o Médio e Baixo Amazonas, sendo interrompido no Arco do Purus, onde foi erodido ou não depositado. No alto Amazonas, ocorrem sedimentos equivalentes, no poço 2-EPST-1-A (Eirunepé). O contato inferior com a Formação Ererê e, o contato superior com o Membro Curiri, são concordantes. Na área de afloramentos do rio Parauari e nos poços ocidentais do flanco norte, é sobreposto discordantemente pela Formação Monte Alegre, o mesmo ocorrendo também com a Formação Alter do Chão, nos extremos das faixas de afloramentos.

No presente trabalho, considera-se o Membro Barreirinha, uma sequência predominantemente pelítica, constituída por folhelhos cinza escuros a pretos, carbonosos, físseis, piritosos, sedosos, micáceos e radioativos. Para o topo, tornam-se cinza claros a cinza esverdeados.

O Membro Barreirinha corresponde a um relevo arrasado e aplainado, com drenagem espaçada, pouco encaixada. Nessas áreas desenvolve-se vegetação variada, ora predominando o campo, ora a floresta, com áreas de transição.

6.4.2.3 - Litologia

O Membro Barreirinha é constituído fundamentalmente de folhelhos detríticos clásticos, de coloração negra a cinza escura, cinza esverdeada ou creme, quando

intemperizados, físseis, carbonosos (CF-148), micromicáceos, piritosos, radioativos, sedosos, com estratificação planar, regular e paralela. Nos planos de laminação, a presença abundante de mica (CF-98), dá aspecto lustroso aos folhelhos. Em alguns pontos (CF-116), o folhelho mostra-se bem consolidado, betuminoso, e exala odor de óleo nas fraturas frescas. Películas de sulfetos de ferro, ocorrem commente, nos planos de fratura e acamadamento.

Em apenas um ponto (AM-509), foi observado um folhelho cinza, físsil, laminado, extremamente micáceo, com interaleitamentos regulares de arenito fino, bem selecionado, anguloso, micáceo, cinza.

Às proximidades dos falhamentos, das soleiras e diques de diabásio, observam-se folhelhos cornubiníticos, cinza escuros, de granulação fina, compactos, maciços ou incipientemente laminados, constituídos essencialmente de sericita, argilo minerais e/ou óxidos de ferro. Análises efetuadas em algumas amostras (JP-04 e JP-07), revelaram serem as mesmas de natureza pelítica, cuja associação mineralógica, evidencia efeitos recristalizantes por ação termometamórfica, onde a sericita e a biotita constituem as fases minerais dominantes, ocorrendo em diminutas palhetas orientadas segundo o plano de acamadamento. É frequente a formação de cristais, aparentemente de feldspato, de baixa birrefringência, com tendência ao desenvolvimento porfiroblástico. O óxido de ferro ocorre como diminutos grânulos parcilamente alterados; os planos de fratura, abundantes, são preenchidos por sílica secundária.

No domo de Monte Alegre, observou-se que a

base do membro é constituída de folhelhos cinza escuros a pretos, esverdeados quando intemperizados, bem laminados, físseis, micromicáceos, carbonosos, sedosos, radioativos, piritosos e fraturados (Foto 09). Sobre esses folhelhos negros, jazem folhelhos cinza azulados, duros, laminados, apresentando finas películas de sulfeto de ferro ao longo dos planos de fratura e de laminação (TL-86, TL-87, TL-88, JP-02, JP-03), na estrada de rodagem Inglês de Souza-Santa Helena.

A porção superior do Membro Barreirinha, caracteriza-se por apresentar um folhelho de coloração creme, compacto, bem laminado, com alternância de leitos milimétricos de material claro e escuro, micáceo, com afloramentos na localidade do Núcleo Inglês de Souza (TL-52b). Microscopicamente, essa rocha é constituída quase que exclusivamente por sericita, disposta segundo diminutas palhetas aglomeradas, sem orientação preferencial; subordinadamente associados à massa sericítica, encontram-se alguns opacos e porções constituídas de argilo-minerais.

Ainda na área do domo, são frequentes as brechas de falha e os folhelhos brechóides, às proximidades das zonas de falha. As brechas formam cristas alinhadas, descontínuas, e são rochas compastas, maciças, de coloração esbranquiçada, esclusivamente constituídas por quartzo, onde cristais euédricos desse mineral, estão dispersos em uma massa fundamental essencialmente silicosa, com as fraturas preenchidas por óxido de ferro. A análise petrográfica efetuada na amostra TL-20 a, revelou que o quartzo ocorre em cristais euédricos, piramidados, sem extinção ondulante, originados provavelmente de efei

tos recristalizantes. O aspecto euédrico, aliado ao caráter drusiforme dos cristais de quartzo, evidencia tratar-se de rochas quartzo-areníticas, situadas próximo a zonas de falhas, o que possibilitou a dissolução da sílica e sua posterior recristalização. As microfraturas são frequentes, com inúmeras inclusões "poeirentas", raramente de sericita.

Os folhelhos brechóides geralmente são de coloração avermelhada, formados por seixos angulosos de folhelhos dispersos em uma matriz argilosa, laterizada (TL-15, 68, 62). No ponto TL-74, ocorrem folhelhos negros, piritosos da porção basal do Membro Barreirinha, brechóides, onde se observam seixos angulosos desse folhelho, compacta, microfraturada, onde a pirita preenche as fraturas ou ocorre disseminada. Ao longo da estrada Núcleo Inglês de Souza-Maxirá, no Km 4, ocorre folhelho cinza azulado, muito fraturado, onde é perfeitamente observável a presença de finas películas de material branco (sulfato de ferro), ao longo dos planos de fratura (Foto 10).

Em toda a área aflorante do Membro Barreirinha, ocorre pirita sob a forma de disseminações, ou preenchendo fraturas, às vezes níveis milimétricos concordantes com a estratificação, ou ainda como nódulos arredondados dispersos na rocha, de tamanho variado. Em um barranco situado na margem esquerda do rio Maecuru (AV-121), ocorre um folhelho bem laminado, densamente fraturado, preto a cinza escuro, com vários níveis onde são abundantes os nódulos de pirita (atingindo por vezes diâmetro de até 2 cm), associada à blenda e calcopirita (Fo

Foto 09 - Folhelhos pretos basais do Membro Barreirinha (Formação Curuá), na região do domo de Monte Alegre. Observam-se boas exposições da porção basal do Membro Barreirinha, onde predominam folhelhos cinza escuros a pretos bem laminados, micromicáceos, físseis, carbonosos, radioativos, piritosos e fraturados.

Foto 10 - Sulfato de ferro, preenchendo fraturas em folhelho ao longo das fraturas, nos folhelhos Barreirinha, são observados preenchimentos de pirita. Quando alterado, esse mineral transforma-se num material branco, pulverulento, que forma películas. Análises químicas, revelaram tratar-se de sulfato de ferro.

to 11). A análise realizada nessas concreções, mostra que a pirita ocorre em esferulitos, em substituição a micro fósseis, os quais são abundantes na rocha.

Ainda nessa mesma área do rio Maecuru, ocorrem concreções calcárias de tamanho variado, com o eixo maior situado numa faixa entre 50 a 80 cm. São achatadas, elipsoidais (Foto 12), dispostas nos planos de acamadamento da rocha, sempre fraturadas, no meio (fraturas de descompressão ?) paralelamente à estratificação da rocha encaixante. O material formador desses corpos (AV-121 b) é de coloração cinza média, de granulação fina, compacto, de composição carbonática, mineralizada à pirita e blenda. Estruturas de aspecto concêntrico "cone in-cone", são mesoscopicamente observáveis. Óxidos de ferro impregnam parcialmente a rocha, mormente ao longo dos cones em "espirais", que edificam a referida estrutura. Trata-se de sedimento originário de precipitação química, de textura granular cristalina, quase que totalmente constituído de uma massa carbonática. Aparentemente, esses corpos foram formados após a deposição da encaixante, através da coleta de material da rocha circundante, redepositado em núcleos. As camadas hospedeiras estão arqueadas, evidenciando efeitos de tensão provocados pelo "crescimento" das concreções.

O alto índice radioativo, constatado mediante os registros cintilométricos efetuados durante os trabalhos de campo, é uma das características dessa unidade. Na área do domo dé Monte Alegre os valores são mais baixos, variando de 40 a 180 CPS, destacando-se os valores obtidos nos pontos TL-163, TL-164 e TL-200. No

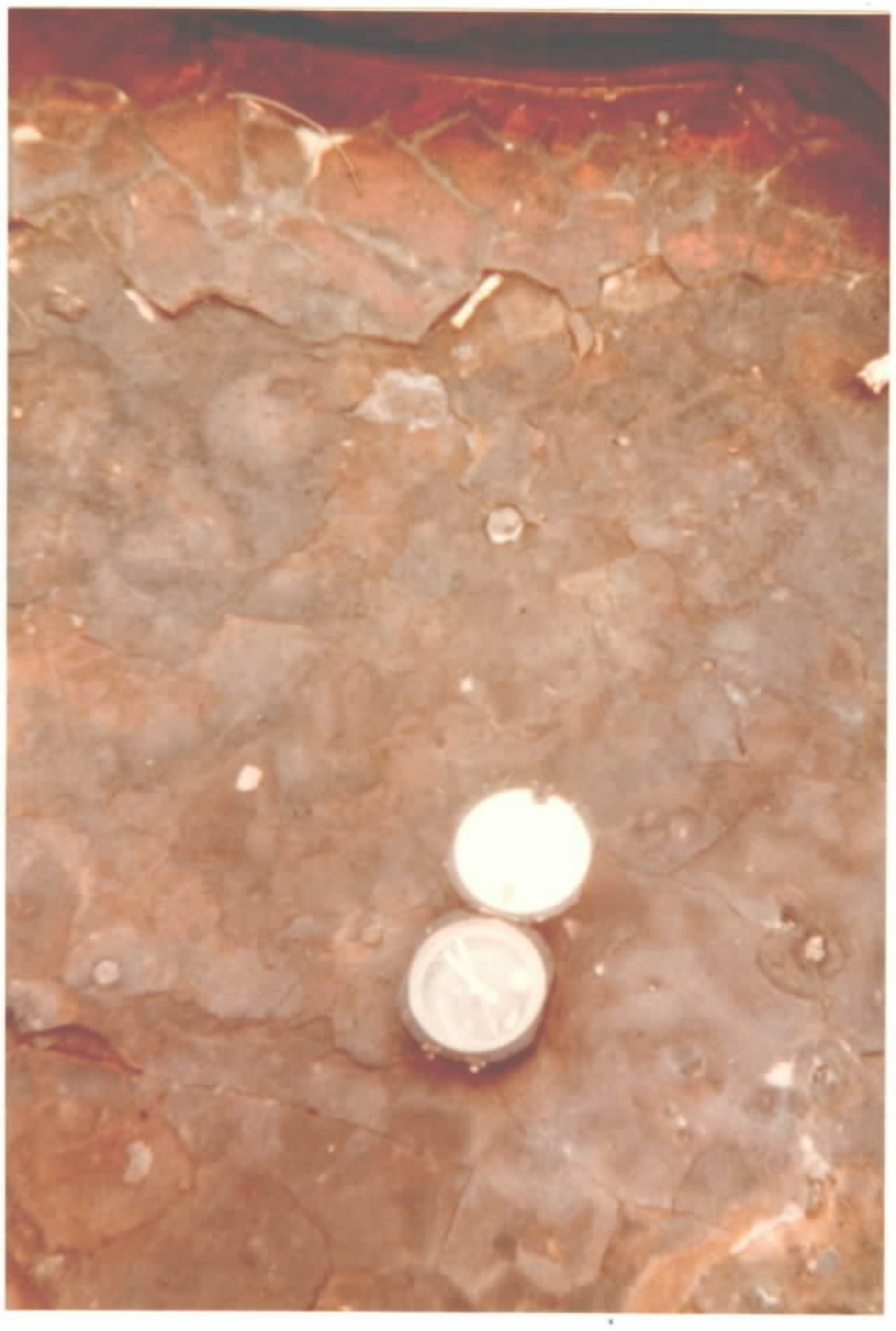


Foto 11 - Pirita nos folhelhos Barreirinha. Em toda a área do Projeto, os folhelhos pretos, basais, do Membro Barreirinha, apresentam intensa piritização, podendo a pirita apresentar-se como disseminações, preenchendo fraturas, formando níveis milimétricos concordantes com a estratificação, ou ainda, constituindo nódulos arredondados, de tamanhos variados.

Foto 12 - Concreções carbonáticas nos folhelhos Barreirinha. Na bacia do rio Maecuru, foram observadas concreções elipsoidais, achatados, cujo eixo maior varia de 50 a 80 cm, inclusas em folhelhos do Membro Barreirinha. Dispõem-se paralelamente aos planos de laminações da encaixante e são constituídas de material carbonático; apresentam estruturas "cone-in-cone".

restante da área, esses valores situam-se entre 110 e 400 CPS, com valores mais elevados (500 CPS) nos pontos CF-99, CF-100, CF-118 e CF-156.

6.4.2.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

O Membro Barreirinha ocorre na área do domo de Monte Alegre, nas folhas SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4; no restante da área do Projeto, distribui-se em uma faixa contínua através das folhas SA.21-X-D-V-1, SA.21-X-D-V-2, SA.21-X-D-VI-1 e SA.21-X-D-VI-2.

Na região do domo, distribui-se sob a forma aproximadamente semi-circular, acompanhando o contorno dessa estrutura, passando pelo Núcleo Inglês de Souza. Para o sul foi truncado por extenso falhamento, o qual colocou em contato as camadas da Formação Ererê com os sedimentos terciários. No sentido leste, esse pacote sedimentar afina-se e interrompe-se, não aflorando no flanco oriental da estrutura.

No restante da área do Projeto, aflora continuamente em uma faixa suavemente côncava para norte, cujo ápice situa-se às proximidades do rio Maecuru, o qual por sua vez, parece estar controlado pelo Alto Estrutural de Monte Alegre. Na Folha SA.21-X-D-V-1, ocorrem bons afloramentos no rio Maecuru, na área da foz do igarapé do Inferno e no igarapé Maçaranduba, estendendo-se pela Folha SA.21-X-D-V-2, onde aflora em toda a extensão dos afluentes pela margem direita desse igarapé. Na Folha SA.21-X-D-VI-1, ocorre na maior parte do curso do igarapé

do Ascendino, estendendo-se pela drenagem afluente da margem direita do igarapé Lontra, adentrando pela Folha SA.21 X-D-VI-1, com boas exposições entre os Km 22 e Km 36, da rodovia PA-254 e nos afluentes pela margem direita das cabeceiras do igarapé Lontra.

Na região do domo de Monte Alegre, aflora em uma largura máxima de 3600 m, com mergulhos médios entre 4° e 8°, estimando-se em 376 m a espessura máxima da unidade nesta área. No restante da área mapeada, para uma exposição média de 4.000 a 4.500 m e mergulhos que variam entre 2° e 8° para SE ou SW, mais fortes no sentido leste e mais fracos às proximidades do igarapé do Inferno, obtem-se uma espessura média em relação ao pacote aflorante de 392 m.

6.4.2.5 - Relações de Contato

Os contatos com as unidades vizinhas são gradacionais. Na base, os folhelhos pretos, sedosos, piritosos e radioativos do Membro Barreirinha, sobrepõem-se concordantemente aos arenitos, siltitos e folhelhos da Formação Maecuru. No topo, o contato foi posicionado na passagem dos folhelhos muito bem laminados dessa unidade, com os folhelhos sílticos e siltitos (com concreções) com abundantes macrofósseis do tipo Spirophyton sp e Protosalvinia sp, do Membro Curiri.

Na região do domo de Monte Alegre, as características texturais das formações Ererê e Curuá, fortemente marcantes nas fotografias aéreas, ao lado das diferen

ças litológicas e morfoestruturais observadas no campo, permitiram estabelecer uma zona de contato entre essas unidades. Ao norte, a passagem da Formação Ererê para o Membro Barreirinha, está condicionada a uma pequena escarpa, contínua por vários quilômetros, até as imediações do igarapé do Portão. A partir desse ponto, no sentido sul, o contato está encoberto por aluviões recentes, acompanhando o vale daquele igarapé e ainda o baixo curso do igarapé Suzana. Já no limite sul da Área Piloto I, novamente volta a ocorrer pequena escarpa, de dimensões menores do que aquela situada ao norte.

Entre os membros Barreirinha e Curiri, existe uma extensa soleira de diabásio, não sendo permitida a observação no campo, do contato dos folhelhos cinza escuros a negros, do Membro Inferior Barreirinha, com os siltitos cinza claros, do Membro Curiri. Examinando-se as fotografias aéreas, verificando-se diferenças morfológicas marcantes para as duas unidades, onde o relevo suavemente movimentado do Membro Barreirinha, passa à uma área de topografia acentuada, montanhosa, cuestiforme, do Membro Curiri, notando-se entre as duas unidades uma faixa arrasada, plana, às vezes com presença de muitas fraturas, característica da soleira de diabásio.

No restante da área mapeada, o contato inferior com a Formação Ererê, é marcado nas folhas SA.21-X-D-V-1 e SA.21-X-D-V-2, por uma brusca quebra de relevo, onde as serras alinhadas, constituídas dos sedimentos Ererê, atuam como divisor de águas da bacia do igarapé Maçarandu ba, no qual afloram os folhelhos Barreirinha. Já no restan

te das folhas, essa quebra topográfica deixa de existir, tornando-se de pouca expressão morfológica, estando mascarada, em sua maior parte, por uma espessa capa laterítica, a qual confere feições morfo-estruturais muito semelhantes às duas unidades. Assim, a mudança brusca dos valores cintilométricos e o conteúdo palinológico obtidos nos poucos afloramentos existentes nessa faixa de contato, foram usados como elementos para limitar os sedimentos de ambas as unidades. No rio Maecuru, na época mais seca do ano, pode-se observar a passagem gradual dos siltitos e folhelhos interacamados, com o aumento gradativo da porção laminada em direção ao topo da Formação Ererê, até se atingir os folhelhos radioativos, betuminosos, pretos, da Formação Curuá.

O contato superior foi posicionado às proximidades da zona de afloramentos de folhelhos e siltitos com concreções, ou mais raramente com macrofósseis, do tipo Spirophyton sp, Protosalvinia sp, típicos do Membro Curiri, notando-se ainda, uma diminuição acentuada nos valores cintilométricos obtidos.

6.4.2.6 - Paleontologia

O conteúdo fossilífero do Membro Barreirinha, está representado principalmente por microorganismos, sendo os macrofósseis bastante raros. Os estudos paleontológicos dessa unidade, foram efetuados por SOMMER (1953 e 1956), SOMMER & VAN BOEKEL (1961, 1963 e 1965) e LANGE (1967), entre outros. Em 1971, DAEMON & CONTREIRAS, posicionaram essa unidade no Intervalo VI, que corresponde à

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo : AV-R-170

Nº de Lab. : DAR 524

Macrofósseis : Ausentes

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

CHITINOZOA :

Conochitina sp.

Lagenochitina sp.

Ancyrochitina sp.

Angochitina sp.

ESPOROMORFOS :

Ancyrospora sp.

Reticulatisporites sp.

Calyptosporites sp.

Azonotriletes sp.

Outros Vestígios Orgânicos : Cutículas vegetais e fragmentos carbonizados

Ambiente : Marinho

Geocronologia : Era Paleozóica

Período Devoniano

Época Frasniano/Famenian o

idade devoniana superior (Fransmiano), apresentando como fósseis característicos, Navifusa sp, Calytosporites sp, Leiofusa sp, etc.

Na amostra TL-52 a, coletada às proximidades do Núcleo Inglês de Souza, os estudos paleontológicos revelaram a presença de palinomorfos do Grupo das Tasmanites, relacionados aos gêneros viventes de algas marinhas, tais como Pachysphaera e Halosphaera. Na amostra AV-170, localizada no contato com a Formação Ererê, na bacia do igarapé Ipixuna, foi identificado o seguinte conteúdo palinológico: Conochitina sp, Lagenochitina sp, Ancyrochitina sp, Angochitina sp, Reticulatisporites sp, Calyptosporites sp e Azonotriletes sp, assim como cutículas vegetais(vide resultado da análise bioestratigráfica, em ficha a seguir).

6.4.2.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

O início da sedimentação Curuá, representado pelo Membro Barreirinha, deu-se no Devoniano Superior (Frasniano), provavelmente durante a fase transgressiva do segundo megaciclo deposicional da bacia Amazônica.

Na área do Projeto, é marcante a homogeneidade litológica que caracteriza essa unidade, bem como sua considerável espessura, fatores que evidenciam uma estabilidade ambiental no tempo Barreirinha, não tendo ocorrido mudanças marcantes nas condições deposicionais.

Em toda a faixa aflorante dessa unidade, constata-se o nítido predomínio dos folhelhos negros, carbonosos, físseis, bem laminados, muito piritosos, com elevado

teor de radioatividade. Esses folhelhos, provavelmente constituem sedimentos de "off shore", de mar epicontinental, depositados em ambiente pouco profundo e calmo, predominantemente redutor, com grande atividade biológica.

A forte laminação dos folhelhos Barreirinha, além do seu alto teor em matéria orgânica e radioatividade, o conteúdo em vanádio (250 ppm) bem como a presença de leitos de "chert", são indicativos de sedimentos euxínicos, do fácies "black shale". Tal fato torna essa unidade economicamente promissora, uma vez que durante a sedimentação de lamas carbonosas no fundo dos mares, estas adsorvem seletivamente urânio e outros ions metálicos de água do mar, podendo apresentar, sob determinadas condições, concentrações anômalas desses elementos.

Segundo CARROZZI et alii (1973), os folhelhos radioativos, com abundante material sapropélico bem preservado, sugerem condições redutoras, bem como um maior influxo de organismos planctônicos, caracterizando o início de uma fase transgressiva.

6.4.3 - Formação Curuá - Membro Curiri

6.4.3.1 - Histórico

LANGE (1967), propôs a denominação Membro Curiri, para uma sequência de rochas aflorantes no igarapé Curiri, correspondentes à seção mediana do Devoniano Superior, sobreposta à "Série Panacu" de DERBY (1897).

CAPUTO & ANDRADE (1968), situaram a seção e localidade tipo dessa unidade no igarapé Curiri, entre

as estações 2018 e 2039; a seção de referência, situa-se no intervalo 2615-2775 m, do poço 2-LFST-1-AM.

O Membro Curiri apresenta mudanças laterais de fácies, ocasionando variações em sua espessura, que atingem 70 m na seção-tipo. Ocorre em ambos os flancos da bacia do Amazonas, sendo que, no flanco norte, aflora desde o rio Capu-Capu, até o rio Paru. Sua espessura máxima, em superfície, ocorre no rio Curuá, estimada em 120 m. No flanco sul, ocorre desde o rio Nambi (afluente do rio Maués), até além do rio Xingu, sendo conhecidas ocorrências de diamictitos desde o igarapé Curiri até o rio Salobre, afluente do rio Curuá Tinga (CAPUTO et alii, 1971).

Esses mesmos autores, relacionam siltitos e folhelhos contendo seixos e lentes de arenitos convolutos, com distribuição irregular, nesse membro. Também são comuns diamictitos, com seixos estriados, que em alguns casos atingem 20 cm de diâmetro.

6.4.3.2 - Generalidades

No presente trabalho, considera-se o Membro Curiri caracterizado litologicamente, por intercalações e interlaminações de folhelhos e siltitos, com raros arenitos e a presença constante de macrofósseis típicos, Protosalvinia e Spirophyton, na porção basal.

A base da unidade geralmente corresponde à uma área de relevo arrasado e aplainado, com drenagem espaçada, pouco encaixada. À medida em que se desloca em direção ao topo da unidade, observa-se uma maior movimentação do relevo, formando um ou mais patamares, e o adensa

mento das ravinas e igarapés. A vegetação é típica da floresta tropical.

Na área do domo de Monte Alegre, forma "cuestas" alinhadas, raramente "hogbacks", acompanhando o formato geral da estrutura.

6.4.3.3 - Litologia

As intercalações e interlaminações de folhelhos sílticos e siltitos, com raros arenitos, são comuns à toda a sequência exposta do Membro Curiri, na área mapeada.

Os folhelhos são rochas de cor negra a cinza, com tonalidades claras, escuras ou esverdeadas, podendo se apresentar cremes, quando muito intemperizados. São rochas micáceas, físseis, raramente sedosas, finamente estratificadas, com boa laminação planar, podendo ocorrer às vezes, laminações irregulares, como foi observado no igarapé Maçaranduba (CF-102, CF-152).

Os folhelhos sílticos são rochas de cor cinza esverdeado, com várias tonalidades de vermelho e pintalgadas de branco quando intemperizadas, poucas vezes sedosas e raramente físseis. Geralmente são rochas estratificadas em leitos irregulares, levemente ondulados, apresentando feições semelhantes a marcas de ondas de pequena dimensão (CF-43), podendo ainda ocorrer em leitos maciços, compactos, localmente com estrutura "flaser" (PR-600).

Os siltitos têm cores variáveis, predominando os matizes do cinza e do verde, passando a creme ou

avermelhado, quando intemperizados. São rochas duras, densas, compactas e maciças, ou finamente laminadas, com microlaminação cruzada, micáceas.

Na área do domo de Monte Alegre, próximo ao topo da unidade, intercalado entre os folhelhos sílticos, ocorre um nível de folhelho cornubianítico, cuja espessura varia de 15 a 20 cm. Trata-se de uma rocha dura, densa, de coloração cinza escura a preta, compacta, a qual constitui excelente camada guia dessa unidade.

No restante da área do Projeto, são comuns as concreções de siltito cinza escuro, maciço, denso, cujas dimensões variam desde poucos centímetros até quase 50 cm, de forma achatada, em "bolacha", às vezes elipsoidal, frequentemente exibindo esfoliação esferoidal, quando intemperizadas. Essas concreções ocorrem em toda a seção aflorante do Membro Curiri, com exceção da Área Piloto I, dispondo-se com o eixo maior paralelamente à estratificação da encaixante, distribuídas ao acaso sem formar níveis, cujo diâmetro maior é inferior a 20 cm, mineralizadas, podendo apresentar um núcleo constituído essencialmente de barita ou ainda de pirita, associados com alguma blenda e calcopirita.

Nas bacias dos igarapés do Ascendino e das Latas, afluentes pela margem direita do rio Maecuru e do igarapé Maçaranduba, afluente da margem esquerda do rio Curuá, ocorrem as melhores exposições das concreções. Nesse último igarapé, na estação CF-94, aflora, numa extensão de 2,5 m e altura de 5 a 6 m, um pacote de folhelho esverdeado, escuro quando fresco, e com diversas nuances de castanho, quando intemperizado, com superfície de estratificação irregular, que lembra marcas de ondas de pequena amplitude.

Imersas nessa rocha, pode-se observar concreções de forma elipsoidal, com esfoliação esferoidal, apresentando o eixo maior paralelo aos planos de superfície de estratificação da rocha, e distribuídas irregularmente no pacote. As camadas externas são constituídas de siltito, e o núcleo central, inorgânico, formado de barita. Dispostas radialmente, pode-se observar diversas vênulas de metálicos.

Os folhelhos e siltitos curiri, quando afetados por intrusões de diabásio, tornam-se cornubianíticos, onde a sericita e a biotita ocorrem em aglomerados, dando aspecto pintalgado à rocha.

Petrograficamente, os folhelhos do Membro Curiri, são formados por uma associação de sericita, biotita, epidoto e opacos. A sericita é a fase mineral dominante, ocorrendo como diminutas palhetas orientadas segundo o plano de acamadamento. A biotita, também em estado microcristalino, concentra-se como nódulos, com opacos associados, dando à rocha um aspecto mosqueado. O epidoto ocorre como diminutos e esporádicos grânulos. De uma maneira geral, os folhelhos exibem uma textura equigranular muito fina, incipientemente hornfélsica na área do domo.

Os siltitos (TL-42 e AM-170) são compostos de quartzo recristalizado na fração silte, biotita, sericita em diminutas palhetas e abundante óxido de ferro. Nas amostras finamente laminadas (PR-175), os leitos milimétricos, alterados, são ora dominantemente sílticos, ricos em quartzo, ora dominantemente micáceos, ricos em biotita e opacos. Esses últimos geralmente apresentam-se como componentes principais dos contramoldes de <u>Protosalvinia</u> (AM-170). Os minerais acessórios são a turmalina e o

zircão, este confinado aos leitos quartzosos.

As características microscópicas e a associação mineralógica dos folhelhos e siltitos do Membro Curiri, na área do domo de Monte Alegre, indicam a atuação de efeitos termometamórficos na unidade, dos quais a biotita, quartzo e sericita, são as fases minerais recristalizantes. Estas, evidenciam um fácies metamórfico de baixo grau, correspondentes ao fácies albita-epidoto "hornfels", em que estão preservadas as estratificações originais.

Os valores cintilométricos obtidos durante os trabalhos de campo, situam-se em uma faixa que varia de 5 CPS até 200 CPS, com uma média entre 120 e 200 CPS.

Exposições significativas dessa unidade, ocorrem ao longo das estradas que ligam o Núcleo Inglês de Souza às localidades de Cauçu e Santa Helena, no domo de Monte Alegre e ao longo dos rios Curuá e Maecuru.

A identificação desse membro, é feita no campo, não só através das características litológicas, como também pela presença marcante dos fósseis guia Protosalvinia e Spirophyton.

6.4.3.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

O Membro Curiri tem ampla exposição no domo de Monte Alegre, ocorrendo como uma faixa de forma grosseiramente semi-circular, acompanhando o formato da estrutura dômica, não aflorando no flanco leste. A faixa de afloramentos apresenta uma largura média de 300 m, estreitando-se para norte, onde atinge 120 m. A maior espessura da

unidade na área do domo, ocorre na porção centro-sul, onde atinge aproximadamente 200 m. Na porção norte, sua espessura atinge 170 m. Esses valores foram calculados com base na largura das faixas aflorantes e nos ângulos de mergulho, que variam de 3°(centro-sul) a 10°(flanco norte).

No restante da área do Projeto, o Membro Curiri aflora em uma faixa contínua, em forma de arco, côncava no sentido norte e cujo ápice situa-se às proximidades do rio Maecuru. No rio Curuá (Folha SA.21-X-D-V-1), aflora a partir do igarapé Xororó até o igarapé Mujum, abrangendo a quase totalidade dos afluentes pela margem esquerda do igarapé Maçaranduba, estendendo-se pela Folha SA.21-X-D-V-2, onde ocorre nas cabeceiras dos igarapés Tamanduá, Tabocal e Bom Jardim. Na Folha SA.21-X-D-VI-1, têm amplas exposições nas cabeceiras dos igarapés Maecuruzinho, Ascendino, das Latas, e afluentes pela margem esquerda do igarapé Lontra, e no rio Maecuru. Prossegue na Folha SA.21-X-D-VI-2, aflorando no igarapé Lontrinha, na grota Olho d'Água e nas cabeceiras do igarapé Açu, além das exposições nos cortes da estrada PA-254, entre os Km 11 e 21. Para uma faixa de afloramentos situada em torno de 5 km e mergulhos que variam de 2° a 12°, para SE ou SW,com uma média de 5°, obteve-se uma espessura para a seção aflorante, de 435 m.

6.4.3.5 - Relações de Contato

Em toda a área trabalhada, verifica-se que os contatos superior e inferior dessa unidade, são gradacionais. Na parte basal, ocorre onde há uma mudança de

folhelhos pretos a cinza escuros, radioativos (Membro Barreirinha), para folhelhos e siltitos normais, com Protosalvinia sp e Spirophyton sp. Nas áreas situadas fora do domo de Monte Alegre, além dos critérios acima referidos, a presença de concreções de siltito é outro parâmetro indicativo para a identificação do Membro Curiri. Já o contato superior, foi estabelecido na passagem de siltitos e folhelhos para arenitos finos a médios, que correspondem à base do Membro Oriximiná.

No domo de Monte Alegre, essas relações de contato são verificadas, ao longo de toda a faixa aflorante dessa unidade. Nas demais áreas, pode-se posicionar com boa precisão, os contatos do Membro Curiri ao longo do rio Curuá e nos igarapés do Recurso e Maçaranduba (Folha SA.21-X-D-V-1); nos igarapés Maçaranduba, Tamanduá e Bom Jardim (Folha SA.21-X-D-V-2); no rio Maecuru e nos igarapés Maecuruzinho, Índio, Lontra e Ascendino (Folha SA.21-X-D-VI-1). Ao longo da rodovia PA-254 e no igarapé Lontrinha (Folha SA.21-X-D-VI-2).

6.4.3.6 - Paleontologia

LANGE (1967), DAEMON & CONTREIRAS (1971), estudaram os microfósseis dessa unidade, tendo os dois últimos, baseados em esporomorfos, posicionado o Membro Curiri nos intervalos bioestratigráficos VII e VIII, que correspondem à idade neodevoniana (Andares Famenniano e Struniano). Durante os trabalhos de campo, constatou-se a presença de Protosalvinia sp e Spirophyton sp, nas lito

logias do Membro Curiri. Análises bioestratigráficas efetuadas nas amostras AV-R-185 a (igarapé do Ascendino), CF-R-63 (igarapé Maecuruzinho) e CF-R-76, revelaram abundante conteúdo fossilífero, como pode ser verificado em fichas de análises, a seguir.

6.4.3.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

A sequência litológica do Membro Curiri é, em parte, semelhante ao Membro Barreirinha. Na base, ocorrem folhelhos bem laminados, fossilíferos (Spirophyton e Protosalvinia), enquanto nas seções mediana e superior, predominam intercalações e interlaminações de folhelhos e siltitos, sendo os arenitos mais raros.

Essas litologias estão amplamente distribuídas, tanto na porção setentrional da área do Projeto, como na região do domo de Monte Alegre (porção sudeste da área), indicando que, no tempo Curiri, as condições ambientais eram praticamente as mesmas, em toda essa porção da bacia Amazônica.

Os folhelhos fossilíferos basais, bem como as intercalações de siltitos e folhelhos, sugerem que na época da deposição do Membro Curiri, houve predomínio de ambientes de transição "off shore"/"shore face".

Os arenitos finos com microlaminações cruzadas (raros), são indicativos da influência de sedimentação mais rasa, de ambiente "shore face".

Os diamictitos (CARROZZI et alii, 1972), que em outras regiões da bacia aparecem com muita frequência

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo : AV-R-185 A
Nº de Lab. : DAR 526

Macrofósseis : Ausentes

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

ACRITARCHA :

Hystrichosphaeridium sp.
Duvernaysphaera sp.
Veryhachium sp.
Pteropermopsis sp.

CHITINOZOA :

Lagenochitina sp.
Angochitina sp.
Sphaerochitina sp.
Ancyrochitina sp.

ESPOROMORFOS :

Hymenozonotriletes sp.
Azonotriletes sp.
Vallatisporites sp.
Densosporites sp.
Ancyrospora sp.
Reticulatisporites sp.
Nikitinsporites sp.

Outros Vestígios Orgânicos : Cutículas vegetais

Ambiente : Marinho

Geocronologia : Era Paleozóica
Período Devoniano
Época Famenniano - Struniano

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo : CF-R-063

Nº de Lab. : DAR 533

Macrofósseis : Grupo Vestigiofósseis : SPIROPHYTON Zoophycus (Spirophyton) caudagalli

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

CHITINOZOA :

Sphaerochitina sp.

Ancyrochytina sp.

Eisenackitina sp.

Conochitina sp.

Ramochitina sp.

Lagenochitina sp.

Ancyrochitina sp.

ESPOROMORFOS :

Azonotriletes sp.

Retusotriletes sp.

Hymenozonotriletes sp.

Outros Vestígios Orgânicos : Fragmentos carbonizados

Ambiente : Marinho . Zoophycus caudagalli é interpretado na bibliografia internacional como vestígios da atividade de vermes.

Geocronologia : Era Paleozóica

Período Devoniano

Época Famenniano -Struniano

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo : CF-R-076

Nº de Lab. : DAR 534

Macrofósseis : Ausentes

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

CHITINOZOA :

Lagenochitina sp.

Angochitina sp.

Ancyrochitina sp.

Urochitina sp.

Eisenackitina sp.

ESPOROMORFOS :

Azonotriletes sp.

? Retusotriletes sp.

Outros Vestígios Orgânicos: Fragmentos carbonizados

Ambiente : Marinho

Geocronologia : Era Paleozóica

Período Devoniano

Época Struniano

no Membro Curiri, são bastante raros na área do Projeto. Assim, somente no ponto AV-R-51 b (região do domo de Monte Alegre) foi observada uma rocha clástica imatura, bastante arenosa, onde destacam-se fragmentos arredondados de folhelho, imersos numa matriz argilosa. Essa rocha, ao microscópio, foi classificada como diamictito.

É presumível, portanto, que a glaciação devoniana, cujo clímax foi atingido no Famenniano (Curiri), tenha sido mais acentuada nas porções ocidentais da bacia, notadamente no flanco sul.

6.4.4 - Formação Curuá - Membro Oriximiná

6.4.4.1 - Histórico

Em 1967, LANGE, estudando o Paleozóico da bacia Amazônica, considerou a seção composta de siltitos, folhelhos e arenitos, intercalados com diamictitos, como porção basal do "Membro Faro". Em seguida, CAPUTO et alii (1971), propuseram para esta sequência, que se acha justaposta ao Membro Curiri, o termo "Membro Oriximiná", colocando-a no topo da Formação Curuá. Segundo esses mesmos autores, este membro está confinado ao centro da bacia, ocorrendo em subsuperfície desde a leste do poço Madeirinha (1-MD-1-AM) até ao arco de Gurupá. Como seção tipo desta unidade foi escolhido o intervalo de 1618-1805, do poço 2-OAST-1-PA, situado a norte da cidade de Oriximiná, sendo também o local em que atinge a maior espessura conhecida.

Em 1974, CUNHA & CAPUTO reconheceram rochas do Membro Oriximiná, nos flancos e nas áreas circun

vizinhas do domo de Monte Alegre, bem como no rio Maecuru.

6.4.4.2 - Generalidades

No presente trabalho, considera-se como fazendo parte do Membro Oriximiná, uma alternância de arenitos, siltitos e folhelhos, ocorrendo na área do domo de Monte Alegre raros leitos de diamictitos (?).

Essa unidade caracteriza-se pelo relevo acidentado na porção basal, constituindo uma ampla serra de topo aproximadamente plano, com drenagem bem encaixada e densa, com vegetação do tipo floresta, bem desenvolvida sobre suas rochas. Para o topo do Membro Oriximiná, o relevo torna-se aplainado, com a drenagem mais espaçada e pouco encaixada; na área do domo é caracterizada pela presença de "cuestas" e raros "hog backs", simétricos e contínuos, acompanhando a estrutura, no seu contorno mais externo.

6.4.4.3 - Litologia

A seção litológica do Membro Oriximiná consta essencialmente de arenitos, com raras intercalações de siltitos e folhelhos.

Na base da sequência predomina um arenito de granulação fina a média (AM-212 e AV-219), de coloração branca, cinza clara ou vermelha, micáceo, ferruginoso, maciço, bem selecionado, denso, compacto e oxidado, aflorando em imensos blocos no leito do igarapé da Saudade (Foto 13). No rio Maecuru, no rio Curuá e no igarapé do Índio, ocorrem também boas exposições da base desta unidade. Ainda na porção inferior, afloram, formando leitos dentro do arenito, camadas de siltitos e folhelhos sílticos, incipientemente

laminados, de coloração cinza esverdeada, avermelhada a marrom, densos e compactos. Nos folhelhos sílticos notam-se, ora finas intercalações de siltito, ora leitos finos de arenito cinza claro (PP-262), os quais apresentam-se como leitos milimétricos de coloração mais clara.

Nas seções média e superior a alternância dos tipos litológicos tornam-se mais marcante, verificando-se um certo predomínio dos arenitos e siltitos sobre os folhelhos; os arenitos são semelhantes àqueles encontrados na base, ou de aspecto quartzítico, de cor creme esbranquiçada, finos, compactos, com cimento de natureza silicosa (AV-38). Os siltitos são incipientemente laminados, micáceos, cinza esverdeados a róseos, compactos, maciços, com cimento sílico-ferruginoso. Os folhelhos são bem laminados, compactos, micáceos, oxidados, de coloração rósea (TL-79 C) ou cinza esverdeada, apresentando eventualmente leitos sílticos.

Ainda na seção superior do Membro Oriximiná, no bordo oeste do domo de Monte Alegre, foram observados diamictitos (AV-51 b).

Uma seção onde pode-se observar a sequência litológica dessa unidade, ocorre ao longo do rio Maecuru e no leito do igarapé do Índio.

Ao microscópio, os arenitos foram classificados como ortoquartzíticos (AV-38 e AM-214 a). São rochas constituídas quase que exclusivamente de grãos de quartzo, podendo apresentar fragmentos de "chert" (AV-38). Os grãos de quartzo são bem selecionados, subarredondados, com inclusões poeirentas, podendo exibir microfraturas. Em alguns grãos é visível o sobrecrescimento dos mesmos, atestando fenômenos de recristalização. Fragmentos de "chert", aproxi

madamente 10% da amostra AV-38, e raros fragmentos de folhelhos, ocorrem em grãos de dimensões iguais às dos grãos de quartzo. Turmalina e zircão, eventualmente sericita e muscovita, são os minerais acessórios. Na amostra AM-214 a, os grãos opacos são vistos, como que inclusões no quartzo, quer na borda destes grãos, ou ainda nos espaços intergranulares.

Os siltitos são rochas essencialmente constituídas de quartzo e biotita. O quartzo, na fração silte, constitui a fase mineralógica quase que exclusiva, ocorrendo em grãos predominantemente subarredondados, apresentando inclusões. Não obstante a maioria do quartzo estar na fração silte, alguns grãos destacam-se dimensionalmente, sugerindo uma passagem para arenito muito fino. O cimento é de natureza silico-ferruginosa, biotita, turmalina, zircão e fragmentos de "chert" ocorrem como acessórios. Opacos em quantidade significativa e apatita (normalmente inclusa nos grãos de quartzo) ocorrem na rocha.

Os diamictitos são rochas de coloração cinza esverdeada, maciças, em que se observam grãos de quartzo de dimensões variáveis e fragmentos de "chert" disseminados em uma matriz pelítica. São rochas sedimentares clásticas imaturas, bastante arenosas, onde os grãos de quartzo, na fração areia, são mal selecionados, de forma variável, angulosos a bem arredondados. Alguns cristais apresentam extinção ondulante e microfraturas. Em quantidades subordinadas, ocorrem em associação a esta fração detrítica maior, fragmentos bem arredondados de folhelho, imersos, como que "flutuando" em uma matriz argilosa à biotita, clorita e sericita. Turmalina e grãos de óxido de ferro ocorrem dispersos, como acessórios, na matriz.

Os valores cintilométricos obtidos durante a fase de campo, situam-se em uma faixa que varia de 20 cps até 150 cps, com uma média em torno de 70 cps.

6.4.4.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

No domo de Monte Alegre, o Membro Oriximiná ocorre em uma longa faixa que se estende de forma semicircular, desde o limite sul até o extremo nordeste da estrutura. No restante da área do Projeto, ocorre acompanhando os demais membros da Formação Curuá, aflorando em exposições significativas ao longo do rio Curuá, aproximadamente a partir do igarapé Cinco Anzóis até o igarapé Xororó, ocorrendo ainda nas cabeceiras do igarapé Recurso (Folha SA. 21-X-D-V-1). Na Folha SA.21-X-D-V-2, foi identificado próximo às cabeceiras dos igarapés Bom Jardim, Tabocal e Itauari. Nos igarapés Maecuruzinho, Indio e afluentes da margem direita do igarapé Fartura, assim como no rio Maecuru, todos na Folha SA.21-X-D-VI-1, pode-se visualizar a sequência desta unidade. Na Folha SA.21-X-D-VI-2, ocorre nas cabeceiras dos igarapés Lontrinha, do Francês e do Água Preta, aflorando também ao longo da PA-254, entre os Kms 06 e 11.

A largura da faixa aflorante é variável, atingindo 1250m no flanco oeste do domo, estreitando-se na região de Santa Helena, onde alcança valores máximos de 700m. No rio Curuá atinge 6000m, com 3000m de exposições no rio Maecuru. No domo de Monte Alegre, os mergulhos médios das camadas situam-se em torno de 10°, no sentido da periferia da estrutura. No restante da área situa-se em volta dos 6° a 9°, para SW ou SE. Sua espessura, calculada com base nas atitudes e extensão lateral da faixa de aflo

ramentos, varia de 70m a 210m na área do domo, e de 313m a 627m no restante da área mapeada.

6.4.4.5 - Relações de Contato

O contato do Membro Oriximiná com as unidades vizinhas é gradacional, oferecendo sérias dificuldades para delimitação do mesmo nos trabalhos de campo. Entretanto, com a ajuda das fotografias aéreas, dados paleontológicos e mudanças sutís da litologia, foram determinadas, com razoável precisão, as faixas nas quais deve ocorrer a passagem de uma unidade para outra.

Na área do domo de Monte Alegre, o limite inferior foi determinado no intervalo em que os folhelhos cinza esverdeados e róseos, ou siltitos com microlaminação cruzada, do Membro Curiri, dão lugar, de forma gradacional, a um arenito fino a avermelhado, do Membro Oriximiná (PR-R-257). Essa passagem litológica geralmente corresponde a uma quebra topográfica acentuada, bem nítida em toda a extensão do contato.

No restante da área, o contato inferior foi inferido na passagem de folhelhos com Spirophyton sp e Protosalvinia sp, do Membro Curiri, para arenitos finos a médios brancos a avermelhados, típicos da base do Membro Oriximiná. Essa passagem litológica corresponde a uma escarpa de erosão, bem desenvolvida em alguns locais (igarapé do Índio e cabeceiras dos afluentes pela margem esquerda do igarapé Maçaranduba), e pouco nítida no restante da área.

O contato superior, de acordo com CAPUTO et alii (1970), é feito de forma concordante e, na maioria

das vezes, de forma abrupta, com a Formação Faro. No domo de Monte Alegre, esse contato é gradacional, marcado pela passagem de folhelhos e siltitos bem laminados, do Membro Oriximiná, para folhelhos sílticos com estrutura "flaser", da Formação Faro. Essa variação litológica corresponde a uma quebra de relevo, menos acentuada no bordo oeste do domo e bastante nítida no restante da área. Os resultados paleontológicos da amostra AM-212, situada às proximidades do contato superior, confirmaram a sua presença na unidade Oriximiná.

Nas demais áreas trabalhadas o contato superior pode ser gradacional, como ocorre ao longo do rio Maecuru, onde o topo do Membro Oriximiná é constituído por intercalações de arenitos finos e siltitos (foz do igarapé Fartura), passando aos folhelhos sílticos da Formação Faro. Na Folha SA.21-X-D-VI-2 e SA.21-X-D-V-1, esse contato é marcado pela passagem dos folhelhos cinza claros a avermelhados, micáceos e sedosos, apresentando laminações centimétricas de siltitos, para os arenitos da Formação Faro. como ocorre no igarapé Açu e na grota Olho d'Água.

6.4.4.6 - Paleontologia

Algumas rochas do Membro Oriximiná, na região de Monte Alegre, apresentaram um razoável conteúdo palinológico, verificando-se a existência de fragmentos de Chitinozoa (PR-R-192a), Acritarcha e diversos esporomorfos (AM-R-212b). Dentre os esporos presentes, citam-se Reticulatisporites, Ancyrospora, Hystricosporites, Raistrickia, Azonotriletes e Waltzispora (Vide Fichas de Análise Bioestratigráficas). Segundo DAEMON & CONTREIRAS (1971), alguns desses esporos, como os Reticulatispirites, começaram a

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo : AM-R-212 b

Nº de Lab. : DAK-189

Macrofósseis : Ausentes

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico :

ACRITARCHA :

Duvernaysphaera sp..

CHITINOZOA :

Fragmentos indeterminados

ESPOROMORFOS :

Hystricosporites sp.

Acanthotriletes sp.

Knoxisporites sp.

Reticulatisporites sp.

Ancyrospora sp.

Azonotriletes sp.

Waltzispora sp.

Raistrickia sp.

Hymenozonotriletes sp.

Outros Vestígios Orgânicos : Marinho

Ambiente : Era Paleozóica

Período Devoniano

Época Neodevoniano - Struniano

CPRM

LAMIN - Divisão de Petrologia

Seção de Bioestratigrafia

Nº de Campo : PR-R-192 a

Nº de Lab. : DAK 186

Macrofósseis : Ausentes

Microfósseis : Ausentes

Conteúdo Palinológico : ESPOROMORFOS :

Ancyrospora sp.

Reticulatisporites sp.

CHITINOZOA

Fragmentos indeterminados

Outros Vestígios Orgânicos : Fragmentos carbonizados, indeterminados

Ambiente : Marinho

Geocronologia: Era Paleozóica

Período Devoniano

Época Neodevoniano - Struniano

aparecer a partir do intervalo bioestratigráfico VIII, diversificando-se no intervalo IX. Este fato permitiu posicionar o Membro Oriximiná, usando a tabela de distribuição dos palinomorfos criada pelos mesmos autores, como de idade Neodevoniana (Struniano) a Eocarbonífera (Tournaisiano). Também deve ser ressaltado a presença de espóros mais jovens, como o Waltzispora, pertencente ao intervalo X, o que vem sugerir que possivelmente a deposição do Membro Oriximiná tenha estendido-se um pouco mais, dentro do Eo-carbonífero.

6.4.4.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

A deposição do Membro Oriximiná, ocorreu em ambiente predominantemente marinho, de águas rasas, de influências transicionais "shoreface-offshore".

A porção basal da unidade, onde predominam arenitos finos a médios, brancos a avermelhados, bem selecionados, micáceos, contendo intercalações de siltitos e folhelhos, indica uma maior influência de sedimentação em linha de praia.

Em direção ao topo da unidade, consequentemente para o sul da área, observa-se uma certa predominância de pelitos, com as intercalações de siltitos e folhelhos tornando-se mais frequentes. Tal fato parece sugerir que em direção ao centro da bacia houve um predomínio maior da influência "offshore".

6.5 - Carbonífero Inferior - Formação Faro

6.5.1 - Histórico

A denominação "Membro Faro" foi empregada pela primeira vez por LANGE (1967), em substituição ao termo

"Curuá Superior", para uma sequência de arenitos, folhelhos, siltitos e diamictitos, que anteriormente correspondiam às unidades "Blanket Shale" e "Clean Sand", de BOUMAN et alii.

CAPUTO et alii (op. cit.), em 1971, propuseram a mesma denominação, porém como "Formação", para uma seção constituída essencialmente de arenitos, com raras intercalações de folhelhos, capeada por siltitos e folhelhos, excluindo, portanto, a seção basal da unidade descrita por LANGE.

Até 1967, a Formação Faro havia sido mapeada apenas em subsuperfície. CUNHA & CAPUTO, em 1974, registraram afloramentos dessa unidade na região do baixo Amazonas, mais precisamente na periferia do domo de Monte Alegre e no rio Maecuru. Sua distribuição geográfica restringe-se à porção central da bacia do Amazonas, estendendo-se desde o arco de Gurupá até a região dos poços Arari e Urariá. É concordante com a unidade imediatamente inferior (Formação Curuá) sendo recoberta discordantemente pela Formação Monte Alegre.

6.5.2 - Generalidades

A seção tipo dessa unidade ficou estabelecida no intervalo de 2.128-2.245m do poço Lago do Faro (LFST-1-AM), localizado na região de Faro, rio Nhamundá, na divisa dos estados do Pará e Amazonas. A maior espessura encontrada até o momento foi da ordem de 375m, no poço Faro (FA-1-AZ).

No presente trabalho, considera-se como Formação Faro uma espessa seção constituída de arenitos finos a grosseiros, folhelhos cinza esverdeados a negros, siltitos avermelhados e folhelhos sílticos cinza esverdeados. Essas

duas últimas litologias apresentam-se com um certo predomínio na porção superior da unidade, gradando lentamente para um arenito branco, quartzoso.

O relevo que se observa na área de influência da Formação Faro é em geral acidentado, frequentemente exibindo feições do tipo "monadnocks". Todavia, observa-se o predomínio do relevo cuestiforme, cujas escarpas, em determinados locais, correspondem ao contato com as unidades adjacentes. Essas escarpas são bem acentuadas e contínuas no lado norte ("fronts"), baixas e descontínuas no lado sul. Exemplos desse comportamento morfológico podem ser observados no canto nordeste da Folha SA.21-X-D-V-1.

A rede de drenagem, em geral de padrão dendrítico, apresenta os cursos d'água bem encaixados, com as cabeceiras fortemente ravinadas, ou ainda correndo sobre lajeiros, situados a centímetros abaixo da superfície.

Os solos que se desenvolvem sobre a unidade estão subordinados ao tipo litológico dominante no local, podendo ser um solo argiloso, bastante espesso (derivado dos folhelhos), ou predominante arenoso (derivado dos arenitos).

6.5.3 - Litologia

As variedades litológicas e o empilhamento estratigráfico aqui atribuídos à Formação Faro, correspondem aos dados obtidos nos diversos perfís efetuados nas áreas de ocorrência da unidade. A ordem com que os tipos litológicos aparecem na descrição representa o seu posicionamento na coluna estratigráfica.

Na seção basal da unidade ocorre um folhelho negro, bastante sedoso, micromicáceo, denso e carbonoso, bem representado, entre outros, no ponto AM-R-686 b. Logo acima, aparece um arenito cinza esverdeado, de granulometria fina, compacto, homogêneo, microfraturado, quartzoso e micáceo. Esse arenito é a rocha predominante na porção inferior da formação, sendo provável que o folhelho negro supracitado constitua apenas uma intercalação na camada essencialmente arenosa. Boas exposições desse arenito podem ser observadas no igarapé Sapucaia (pontos PR-R-581/583) e no ponto AM-R-686 a. Nesse último, a ocorrência é na forma de imensos blocos arredondados, cujo diâmetro varia em torno de 2m. Nesse local, é bem perceptível a passagem para um arenito grosseiro, poroso, quartzoso, com grãos em geral subangulares, raramente subarredondados e arredondados, com cimento ferruginoso. Esse arenito grosseiro aflora também no igarapé Lontrinha (ponto CF-R-281) e parece pertencer à Formação Curuá (Membro Oriximiná).

Na porção média da formação, estão posicionados arenitos finos, avermelhados, com matriz argilosa, parcialmente limonitizados, densos, friáveis, micáceos e essencialmente quartzosos, com grãos angulosos a subangulosos. Nos pontos AM-R-698 e PR-R-631, esses arenitos ocorrem na forma de blocos de dimensões e formas variadas, enquanto em PR-R-58 encontram-se bastante duros, silicificados, face a presença de intrusões básicas às proximidades.

Em direção ao sul da área, consequentemente para o topo da seção, verifica-se a existência de rochas de granulometria mais fina, com laminações bem nítidas, classificads como siltitos. Estes, situam-se na faixa de transição porção média/topo.

Os siltitos, conforme bem observado nos pontos AM-R-701, PR-R-243 a e AV-R-316, são densos, compactos, micropintalgados, bem laminados, constituídos quase que exclusivamente de quartzo e mica. Apresentam uma alternância de tons esverdeados, avermelhados e amarelados, que emprestam à rocha um aspecto "listrado". Suas melhores exposições estão localizados na estrada das Pedras, ou ainda em inúmeros cursos d'água, formando pequenos lajeiros próximo a superfície.

Acima desses siltitos, ou apenas constituindo simples intercalações nos mesmos, ocorrem folhelhos cinza esverdeados a negros, densos, bem laminados, extremamente micromicáceos, bem representados no igarapé Cumaru, ponto PP-R-254.

Sobrepostos à sequência até aqui descrita, ocorrem folhelhos sílticos com estrutura "flaser" e areniitos feldspáticos, muito finos. No campo, observa-se uma lenta gradação entre esses tipos litológicos.

Os folhelhos sílticos da base da sequência gradacional, são em geral cinza esverdeados, densos, compactos, extremamente pintalgados, bem laminados (laminações bem definidas), micáceos. Apresentam finas intercalações sílticas, de coloração branca, quartzosa, descontínuas. No igarapé das Bolsas, pt. CS-R-21 b, ocorrem boas exposições dessa rocha.

Os folhelhos sílticos com estruturas"flaser" são cinza claros a cinza esverdeados, densos, compactos, pintalgados, essencialmente quartzosos e micáceos. Apresentam interaleitamentos irregulares, onde leitos de siltito (bem mais espessos e contínuos) de coloração clara, intercalam-se

com finos leitos do folhelho cinza esverdeado. Esses folhelhos sílticos com estrutura "flaser" podem ser observados nos igarapés Sumauma e das Bolsas, bem como em um corte de estrada próximo ao povoado de Santa Helena, no flanco norte da estrutura dômica de Monte Alegre.

Nas áreas sob influência de intrusões básicas, esses folhelhos sílticos apresentam aspecto cornubianítico, (JP-R-09 a) mostrando alternâncias de níveis psamíticos e pelíticos, em que se observam efeitos recristalizantes por ação termometamórfica. A fração pelítica original foi transformada a uma associação dominantemente micácea, com a biotita e a sericita em íntima associação, orientadas segundo o plano de acamamento. É muito frequente a existência de aglomerados biotíticos, com grãos opacos dispersos pela rocha, dando à mesma um aspecto mosqueado. Na fração psamítica ou síltica, verifica-se uma recristalização dos grãos de quartzo e da matriz. Esta última, foi transformada a material sericítico, no qual os cristais de quartzo parecem "flutuar". Como se depreende da paragênese observada, a ação térmica foi de baixo grau, na fácies albita-epidoto hornfels, atuando sobre um pacote rochoso de composição original aparentemente empobrecida em alumínio e potássio. A textura é equigranular muito fina, incipientemente hornfélsica, em que é preservado o acamadamento original, com alternância de leitos argilosos e sílticos.

Mineralogicamente, os folhelhos sílticos são constituídos de quartzo recristalizado, biotita marrom esverdeada, sericita e opacos, aparecendo ainda turmalina, como acessório.

Na porção superior da sequência gradacional, que corresponde também ao topo da Formação Faro, ocorre um arenito feldspático, em geral branco com tons amarelados, duro, muito fino, bem laminado (laminações de 2 a 3 cm), microfraturado. Essa rocha aparece inicialmente como pequenas intercalações (10 a 15 cm de espessura) dentro dos folhelhos sílticos (com estrutura "flaser"), as quais, à medida que se aproximam do topo da sequência, tornam-se cada vez mais espessas, predominantes, até dar lugar ao arenito friável da base da Formação Monte Alegre.

O arenito feldspático é constituído essencialmente por grãos de quartzo e ortoclásio (aproximadamente 15%), com palhetas de sericita localmente concentradas nos planos de estratificação.

Os grãos de quartzo são bem selecionados , subangulares, apresentando diminutas inclusões, com alguns exibindo incipiente extinção ondulante.

O ortoclásio apresenta-se em grãos anédricos, profundamente argilizado, localizado preferencialmente nos planos de estratificação. Sericita, turmalina e zircão, em quantidades subordinadas, ocorrem como acessórios.

Toda essa sequência de folhelhos sílticos, folhelhos sílticos com estrutura "flaser" e arenitos feldspáticos, tem ampla exposição ao longo da estrada das Pedras, bem representada no ponto AV-R-303, assim como no flanco norte do domo de Monte Alegre, próximo ao povoado de Santa Helena (JP-R-09).

CPRM

6.5.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

Na região estudada, somente nas folhas SA.21-X-D-V-3 e SA.21-X-D-V-4 não foram registrados afloramentos da Formação Faro. No restante da área, notadamente na porção central, ocorre distribuida segundo uma faixa de direção este-oeste, aproximadamente entre os paralelos de $1^{o}34'23"$ e $1^{o}43'0"$, acompanhando o "strike" regional das demais unidades. Além disso, está bem representada na porção periférica do domo de Monte Alegre, nas folhas SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4.

Nas folhas SA.21-X-D-V-1 e SA.21-X-D-V-2, grande parte da rodovia PA-254 (trecho Alenquer-Óbidos) desenvolve-se inteiramente sobre rochas dessa unidade, que nessa região possui uma faixa aflorante com largura de aproximadamente 5km, cujas camadas possuem "strikes" $N80^{o}E$, E-W e NW, com mergulhos médios de 5°, para SW e SE, respectivamente. Ainda na folha SA.21-X-D-V-2, ao longo da estrada para Bom Jardim, observa-se um considerável adelgaçamento na Formação Faro.

Ao sul da folha SA.21-X-D-VI-1 e ao norte da SA.21-X-D-VI-3, mais precisamente nas bacias dos igarapés Fartura, das Bolsas e Canudos, observam-se boas exposições dessa unidade, o mesmo ocorrendo na Folha SA.21-X-D-VI-2, no médio e alto curso dos igarapés Açu e Cumaru. Em toda essa região, a largura da faixa aflorante é em torno de 5 km.

Finalmente, na região do domo de Monte Alegre, ocorre na porção periférica da estrutura, disposta em uma faixa semi-circular, com boas exposições nos flancos

noroeste e nordeste (serra de Itauajuri), bem como ao longo da estrada Santa Helena-Açu.

A espessura da Formação Faro, na área do Projeto, sofre fortes variações, atingindo valores bem maiores do que os até então conhecidos, em superfície. Assim, no rio Curuá, a unidade alcança uma espessura de aproximadamente 209 metros, enquanto na localidade denominada "As Pombas", atinge 305 m.

6.5.5 - Relações de Contato

O contato inferior, com a Formação Curuá(Membro Oriximiná), é concordante, caracterizando-se pela passagem de folhelhos cinza esverdeado e arenitos cinza, micáceos, (Membro Oriximiná), para arenitos finos e folhelho negro. Essas mudanças normalmente coincidem com quebras de relevo abruptas, tendo-se posicionado o traço dessa superfície de contato na meia encosta das serras que caracterizam essa quebra topográfica. Exemplos desse comportamento lito-morfológico são observados no rio Curuá, 3,5 km à montante da rodovia PA-254, assim como no ramal que liga a estrada de Bom Jardim ao povoado de Barreirinhas. Também no igarapé Sapucaia pode-se delimitar esse contato com razoável precisão, embora os afloramentos típicos dessas duas unidades estejam muito espaçados entre si.

O contato superior, com a Formação Monte Alegre, ficou estabelecido na passagem de um arenito fino,quartzoso, com cimento silicoso (Formação Faro), para arenitos médios a grosseiros, eventualmente conglomeráticos, intemperizados, muito friáveis (Formação Monte Alegre). Em geral,

essa mudança coincide com variações de relevo bem acentuadas, bruscas, com a Formação Faro apresentando relevo bem mais acentuado. Essa variação morfológica é bem perceptível na estrada da Burlandeira (Folha SA.21-X-D-V-2), pouco antes de atingir o povoado de Boca Nova, bem como ao norte de Santa Helena, na estrada para o igarapé Açu.

Segundo CAPUTO et alii (op. cit.) as formações Faro e Monte Alegre estão separadas entre si por uma discordância erosiva. Todavia, durante o desenvolvimento de nossos trabalhos de campo, não foram observadas evidências que corroborassem tal fato.

6.5.6 - Paleontologia

Dentre as unidades que ocorrem na área do Projeto, a Formação Faro é talvez aquela que apresenta o mais pobre conteúdo fossilífero, bastando ressaltar que, em toda a região, somente duas amostras revelaram palinomorfos relacionados à unidade.

Essas amostras, coletadas na região do domo de Monte Alegre, são representadas por AV-R-06 b e JP-R-09 e, respectivamente. Na primeira, foram identificados esporomorfos de Reticulatisporites sp, enquanto em JP-R-09 e foram identificados ESPOROMORFOS (raros esporos carbonizados, indeterminados) ; TASMANACEAE, TASMANITES sp ; CHITINOZOA; Ancyrochitina sp; (fragmentos quitinozoários, indeterminados).

Para DAEMON & CONTREIRAS (op. cit.), o conteúdo fossilífero típico para essa unidade seria representado por Reticulatisporites sp, Vallatisporites sp, Waltzis

pora sp, Densosporites sp, Raistrickia sp, entre outros.

Esses autores, baseados principalmente no estudo de Esporomorfos e Acritarcha, posicionam a Formação Faro nos intervalos IX,X,XI e XII, que correspondem ao Eocarbonífero.

6.5.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

As características litológicas, bem como as pequenas estruturas internas observadas na Formação Faro, são indicativos de que a deposição da referida unidade, em linhas gerais, efetuou-se durante uma fase regressiva, num ambiente marinho raso, sub-litorâneo, com forte influência de ambientes de planície de maré.

Na porção basal da unidade, a presença de folhelhos cinza escuros a negros, bem laminados, carbonosos, intercalados nos arenitos, pode ser sugestiva de que, no início da sedimentação Faro, ocorrem variações para ambientes pantanosos, embora com pequena duração.

A presença de folhelhos sílticos com estrutura "fláser", no topo da seção, é indicativo da predominância de ambiente transicional, de planície de maré, no final de eo-Carbonífero.

Estudos paleogeográficos efetuados por CAROZZI et alii (1973), sugerem a existência de um embaiamento na bacia Amazônica, durante o eo-Carbonífero, o qual teria sido preenchido sob condições salobras. O aporte de material terrigeno, durante esse período, deve ter ocorrido em duas fases, ambas flúvio-deltáicas, representadas

por uma espessa seção de arenitos capeados por folhelhos e siltitos.

DAEMON & CONTREIRAS (op. cit.), consideram que a deposição Faro deu-se durante a fase final regressiva do segundo ciclo de sedimentação da bacia Amazônica, iniciado provavelmente durante a deposição do Membro Curiri- (Formação Curuá). Esses mesmos autores, baseados no estudo de restos de epidermes vegetais e esporos, sugerem uma forte influência continental num ambiente de deposição de supramarés, em um clima que tendia de temperado a sub-tropical, evidenciado nos vários níveis do folhelhos carbonosos intercalados nos arenitos.

6.6 - Carbonífero Superior - Formação Monte Alegre

6.6.1 - Histórico

As primeiras investigações sobre uma sequência essencialmente arenosa, de idade carbonífera, recoberta por folhelhos e calcários, foram realizadas por HARTT(1874), o qual denominou a todo o pacote de "Série Itaituba". ALBUQUERQUE, em 1922, denominou essa sequência arenosa de "arenito do Forno", nome derivado da pedreira do Forno, no rio Jatapu, enquanto KREMER (1956), empregou o termo "Arenito Maloquinha". Finalmente, FREYDANK, em 1957, quando de seus trabalhos na região de Monte Alegre, usou o termo "Formação Monte Alegre", para os arenitos que gradam superiormente para folhelhos, calcários e evaporitos, pertencentes à Formação Itaituba. Essa denominação acabou sendo consagrada pelo uso e, para o autor, a seção tipo da unidade está situado no cinturão de serras que circundam a estrutura dômica de Monte Alegre.

CAPUTO et alii (op. cit.), em 1971, escolheram para seção de referência dessa unidade o intervalo 2.455-2.525 m do poço NO-6-AZ (Nova Olinda, Estado do Amazonas).

O arenito Monte Alegre está distribuído por quase toda a bacia Amazônica, achando-se ausente apenas no arco de Gurupá. Sua espessura é variável, oscilando entre 0 e 70m.

6.6.2 - Generalidades

Dentro dos limites da área do Projeto, a Formação Monte Alegre consiste quase que exclusivamente de um arenito quartzoso, friável, médio a grosseiro, contendo raras intercalações de folhelho micáceo, cinza esverdeado.

Na área de ocorrência da unidade observa-se um relevo suavemente ondulado a plano, tornando-se mais acidentado às proximidades do contato com a Formação Faro. Em fotografias aéreas, observam-se zonas de relevo residual, exibindo ainda pequenas escarpas descontínuas, sobre as quais desenvolve-se uma vegetação exuberante, típica da floresta tropical.

A faixa aflorante da Formação Monte Alegre ocupa a porção média da área em apreço, disposta segundo uma direção geral este-oeste, sofrendo uma suave inflexão para sul, nos limites nordeste e noroeste das folhas SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4, respectivamente.

É também bastante característico o solo que se desenvolve na área de ocorrência dessa unidade, tratan

do-se de um solo francamente arenoso, de coloração esbranquiçada, de fácil reconhecimento no campo.

Com relação a rede de drenagem, observa-se uma nítida predominância do padrão dendrítico, com cursos d'água bem encaixados e pouco ravinados.

6.6.3 - Litologia

Os subsídios obtidos nos trabalhos de campo, definem como seção litológica da Formação Monte Alegre, uma sequência essencialmente arenosa, com raras intercalações de folhelhos, por vezes sílticos.

Na porção basal, predominam arenitos médios a grosseiros, friáveis e esbranquiçados, às vezes com marcas de ondas, que passam gradualmente a arenitos finos, branco amarelados e pouco friáveis, ou arenitos médios a grosseiros, esbranquiçados, eventualmente laminados.

Os arenitos da base da sequência são em geral friáveis, esbranquiçados, médios a grosseiros, com grãos subangulosos a subarredondados, bem selecionados, porosos, fraturados, às vezes com matriz argilosa, essencialmente quartzosos. Essas características gerais apresentam algumas variações nas áreas sob influência de rochas básicas, onde os mesmos acham-se silicificados, ou ainda em zonas muito intemperizadas (AM-R-557).

Ainda na seção basal, observa-se por vezes um arenito conglomerático, esbranquiçado, predominantemente quartzoso, possuindo uma fração arenosa de granulometria fina a média, ocasionalmente caulinizado. Os grãos de quar-

tzo atingem diâmetro de até 0,4cm, variando desde subangulosos até arredondados. Esse arenito conglomerático pode ser observado na estrada Inglês de Souza-Cauçu (pontos TL-R-84a, TL-R-84 d), bem como na estrada que vai do igarapé Açu para o povoado denominado Pulga (ponto AV-R-341).

Os arenitos Monte Alegre podem ser bem observados no rio Curuá, localidade de Vila Marques (pontos AM-556/557), onde afloram por uma extensão de 100 m; na Vila da Burlandeira (PR-622/624), ocorrem na forma de pequenos lajeiros, próximo a um ramal. No rio Maecuru, esses arenitos apresentam determinadas variações, podendo apresentarem-se mal selecionados e silicificados (AV-R-96), bem selecionados e grosseiros (AV-R-92), ou ainda com estratificações cruzadas de baixo ângulo (AV-R-97). Na bacia do igarapé do Paiol, ocorrem nos topos de alguns morrotes, estando também representados no igarapé Recreio.

Na Folha SA.21-X-D-VI-4, margem esquerda do igarapé Açu, esses arenitos exibem uma forma de erosão bastante peculiar, de aspecto semelhante a "cascos de tartaruga" (Foto nº 14).

No igarapé Olho d'água, pode-se observar uma das melhores exposições desses arenitos, no topo de uma das serras que margeia esse curso d'água. Aí, os arenitos acham-se sobrepostos a folhelhos, os quais por sua vez recobrem diabásio.

Ao norte do povoado de Santa Helena, os arenitos Monte Alegre apresentam delgadas intercalações de folhelho cinza esverdeado a amarelado, micromicáceo, muito in

Foto nº 13 - Arenitos da base do Membro Oriximiná. Na porção basal dessa unidade, ocorrem arenitos finos a médios, brancos a avermelhados, micáceos, maciços; às proximidades do igarapé da Saudade, ocorrem na forma de imensos blocos arredondados.

Foto nº 14 - Arenitos Monte Alegre, apresentando formas erosivas peculiares - os arenitos da Formação Monte Alegre são em geral médios a grosseiros, friáveis, esbranquiçados, apresentando às vezes marcas de onda. Na bacia do igarapé Açu, ocorrem na forma de imensos blocos, apresentando um tipo de erosão muito peculiar, que assemelha-se a "cascos de tartaruga".

temperizado, bem laminado, às vezes contendo leitos milimétricos de siltito.

De uma maneira geral, os arenitos dessa unidade podem ser classificados como ortoquartzíticos, com os grãos de quartzo são bem selecionados e arredondados, exibindo microfraturas e, por vezes, extinção ondulante.

Em algumas amostras (AM-R-13), observa-se a presença de cimento de natureza sílico-ferruginosa, resultante de efeitos diagenéticos, por compactação da carga sobreposta. Em outras (AV-R-22/23), notam-se incipientes efeitos de recristalização, evidenciados pela presença de quartzo límpido em continuidade cristalográfica com o quartzo original.

6.6.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

Em linhas gerais, a Formação Monte Alegre distribui-se segundo uma faixa de direção geral este-oeste, dentro dos limites longitudinais da área do Projeto, aproximasamente entre os paralelos de 01°43'00" e 1°49'00", estando recurvado para sul às proximidades do rio Maecuru. Das oito folhas mapeadas, somente na Folha SA.21-X-D-V-3 não foram observados afloramentos dessa unidade.

Na Folha SA.21-X-D-V-1, existem boas exposições nos igarapés Tapuia e Sem Jeito, os quais têm grande parte de seus cursos desenvolvidos sobre essa unidade.

Ocorre também no canto sudoeste da Folha SA.21-X-D-V-2, próximo à vila da Burlandeira ;na Folha SA.21-X-D-V-4, acha-se bem representada no igarapé das Pombas; na

Folha SA.21-X-D-VI-1, seus afloramentos acham-se restritos às cabeceiras dos igarapés das Bolsas e Jaboti; na Folha SA.21-X-D-VI-2, aflora nos igarapés Açu, Cumaru e Meriti ; na Folha SA.21-X-D-VI-3, ocorre na porção setentrional, nos igarapés Açuzinho, Olho d'água e do Ferreira, enquanto na Folha SA.21-X-D-VI-4 ocorre também, na porção setentrional, numa área de intensa manifestação ígnea básica, bem como ao redor da estrutura dômica.

Desde o limite oeste da área do Projeto, até a região do rio Maecuru, a faixa aflorante da Formação Monte Alegre mantem-se aproximadamente uniforme, com uma largura média de 5 km ; os "strikes" são em geral este-oeste e oeste-noroeste, com mergulhos médios de 2°, para sul e sudoeste, respectivamente; tais parâmetros, permitem pressupor uma espessura de aproximadamente 174 m, para a unidade.

No restante da área, a intensa atividade ígnea básica (manifestada na forma de soleiras) aliada a fatores estruturais, não permitem uma definição mais precisa para a espessura da Formação Monte Alegre.

6.6.5 - Relações de Contato

A unidade em apreço está posicionada sobre a Formação Faro e sotoposta às formações Itaituba/Nova Olinda. O contato inferior, na área do Projeto, foi estabelecido na passagem de arenitos finos e quartzosos (Formação Faro), para arenitos grosseiros, friáveis, esbranquiçados(Formação Monte Alegre).

Além dessa variação, utilizou-se como critério separatista das duas unidades, uma conspícua mudança

de relevo, manifestada na maioria das vezes de forma brusca e precisa, com o relevo acidentado da Formação Faro dando lugar ao relevo mais suave, da Formação Monte Alegre.

Nas áreas mais pobres em afloramentos, o contato entre essas unidades foi estabelecido em função das características pedológicas da Formação Monte Alegre, na qual desenvolve-se um solo esbranquiçado e arenoso, como pode ser bem observado nas cabeceiras do igarapé Cachoeira, assim como a sul dos igarapés das Bolsas e Nossa Senhora, canto noroeste da Folha SA.21-X-D-VI-3.

O contato superior, com a Formação Itaituba, é do tipo gradacional, sendo todavia de difícil delimitação, uma vez que foi estabelecido em função das diferenças de granulometria, grau de friabilidade e no aspecto geral dos arenitos das duas unidades. Ressalte-se também que não existem quebras de relevo marcantes, já que o relevo suave é comum às duas formações.

6.6.6 - Paleontologia

As litologias da Formação Monte Alegre, acham-se em geral pobres em conteúdo fossilífero. Na área pesquisada, embora tenha sido coletado um razoável número de amostras representativas dessa unidade, não foram conseguidos resultados positivos nas análises bioestratigráficas efetuadas.

Assim, destaca-se o trabalho de DAEMON & CONTREIRAS (op. cit.), no qual é definido o posicionamento bioestratigráfico dessa unidade. Esses autores, baseando-se principalmente na presença de esporomorfos da turma Sacci

tes, posicionaram a Formação Monte Alegre no intervalo bioestratigráfico XII, que corresponde ao Neocarbonífero (Westphaliano D).

6.6.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

Com a deposição das areias da Formação Monte Alegre, iniciou-se mais uma transgressão marinha na bacia Amazônica, no Carbonífero superior.

As características litológicas dessa unidade são sugestivas de uma deposição arenosa de frente transgressiva, em ambiente litorâneo a sub-litorâneo, com energia moderada a forte.

A granulometria dos arenitos Monte Alegre, assim como a forma dos grãos minerais (em geral subarredondados), são indicativos de que esse material sofreu intenso retrabalhamento antes de ser depositado, devido a boa movimentação das ondas, naquela época.

Também o caráter homogêneo desses arenitos, distribuídos em espessos pacotes, pressupõem uma certa estabilidade no ambiente deposicional, com um contínuo aporte de clásticos proporcional à taxa de subsidência.

A presença de finas camadas de folhelho, intercaladas nos arenitos, são um forte indício de que existiram ambientes calmos e de baixa energia, embora de curta duração, devido a fortes retrações dos mares.

Em outras regiões da bacia, as litologias do topo dessa unidade aparecem bem mais diversificadas, com a

presença de calcários. Tal fato, poderia ser explicado pela provável formação de ambientes restritos, propícios à sedimentação carbonática e evaporítica, em decorrência das fortes retrações marinhas, resultando em zonas de comunicação parcialmente fechada com o mar. A partir do momento em que essas zonas tornaram-se mais numerosas, acompanhadas de uma deposição carbonática mais intensa, iniciou-se à sedimentação da Formação Itaituba.

6.7 - Permo-Carbonífero : Formações Itaituba/Nova Olinda

6.7.1 - Histórico

O termo "Série Itaituba" foi usado inicialmente por HARTT (1875), para designar toda a sequência carbonífera da bacia Amazônica. Posteriormente, KISTLER (1954) e FREIDANK (1957) consideraram somente a porção mediana dessa sequência, onde ocorrem calcários e dolomitos, e a denominaram "Formação Itaituba". À seção arenosa basal denominaram Formação Monte Alegre, e ao pacote-químico- evaporítico superior denominaram "Grupo Nova Olinda". Trabalhos posteriores consagraram pelo uso a denominação "Formação Nova Olinda".

No presente trabalho, as formações Itaituba e Nova Olinda foram englobadas em uma única unidade, face as similaridades de seus caracteres litológicos, estruturais e morfológicos, que não permitiram o estabelecimento de critérios separatistas, para as mesmas.

A localidade-tipo da formação Itaituba localiza-se nas margens do rio Tapajós, em seu baixo curso, às proximidades da sede do município. As melhores exposições

situam-se nas margens desse rio, tanto à jusante como à montante da cidade; no igarapé Bom Jardim, num local denominado de Paredão, estendendo-se até o Paraná do Castanho. A seção de referência é o intervalo 2.100-2.245 m do poço 1-NO-6-AM (Nova Olinda).

Na seção-tipo, a formação Itaituba apresenta uma espessura de 100 m. A dissolução de carbonatos e evaporitos, que constituem parte dessa unidade, tornam comum a presença de estruturas de colapso, o que dificulta sobremaneira a determinação de sua espessura.

A seção-tipo da formação Nova Olinda está situada no poço 1-NO-1-AM, no intervalo 772-2.100 m, excluindo-se 153 m de diabásio intercalado na seção. O poço fica situado a margem direita do rio Madeira, próximo à Vila de Nova Olinda, no estado do Amazonas.

No que diz respeito a espessura da formação Nova-Olinda, esta apresenta-se incompleta, em superfície; em profundidade, sua espessura é de aproximadamente 1.200 m.

Com relação a distribuição na bacia, ambas as unidades ocorrem desde o Arco de Iquitos, sendo que a formação Nova Olinda atinge o Arco de Gurupá, enquanto que a Formação Itaituba se extende somente até o oeste da cidade de Almeirim.

6.7.2 - Generalidades

Na área do Projeto, o Permo-Carbonífero (formações Itaituba/Nova Olinda) está representado principalmente por arenitos, cuja granulometria varia de fina a gros

seira; as cores podem ser brancas, branco-amareladas e marrom; ora apresentam-se estratificados, ora maciços, com estratificação cruzada de baixo ângulo, principalmente quando são grosseiros e friáveis. Ocasionalmente, apresentam cimento silicoso ou calcífero. Os grãos são subangulosos a subarredondados, constituídos de quartzo com pequena fração de feldspatos já alterados, podendo a matriz argilosa ocorrer ou não. Subordinadamente, ocorrem siltitos, calcários e folhelhos. Os siltitos apresentam coloração marrom escura e são calcíferos, ocorrem em lentes e normalmente estão associados aos calcários. Estes últimos, são cinza escuros, bastante fossilíferos e, quando frescos, estão bem cristalizados. Os folhelhos são esverdeados ou cinza esverdeados, físseis e quebradiços. Os evaporitos, que caracterizam principalmente a formação Nova Olinda, não ocorrem na área do Projeto.

O relevo desenvolvido na faixa Permo-Carbonífera é bastante arrasado, praticamente sem expressões de destaque, compreendendo uma superfície aplainada, situada a poucos metros acima do nível d'água, durante a estação chuvosa. Esta superfície é parcialmente inundada, formando extensos "baixões". Os vales apresentam-se geralmente em forma de "U", abertos, com as paredes íngremes e rasos. Ao sul da faixa de ocorrência, a feição típica é a presença de lagos, que podem estar relacionados tanto ao deslocamento progradativo dos rios Amazonas, Curuá e Maecuru, como à presença de rochas solúveis na unidade.

No que diz respeito às características fotogeológicas das formações Itaituba Nova Olinda, predomina um padrão de drenagem dendrítico, com exceção das áreas dos

lagos, onde a drenagem é tipicamente endorreica, difícil de ser seguida nasfotografias. A vegetação é variável,ocorrendo faixas descontínuas de "campo cerrado" e "cerradão", alternando-se com a floresta tropical.

6.7.3 - Litologia

O Permo-Carbonífero (formações Itaituba/Nova Olinda) está representado na área em estudo, por uma sequência de arenitos, folhelhos, siltitos, argilas e calcários.

Na base da unidade ocorre um espesso pacote de arenitos, com raras intercalações de folhelhos e siltitos; acima desse pacote, os horizontes de finos tornam-se mais frequentes, ocorrendo também raras lentes de calcários, mas sempre havendo franca predominância dos clásticos mais grosseiros. Em posição mediana ocorrem os pacotes de calcários, que atingem sua maior espessura neste horizonte, estando normalmente intercalados com folhelhos, siltitos e argilas. Para o topo da unidade, o que se observa são delgadas intercalações entre folhelhos, arenitos, siltitos e argilas, com ligeira predominância dos clásticos finos;ocorrem ainda horizontes de calcários, porém são raros e pouco espessos.

Os arenitos da base são finos a médios, de coloração branco-amarelada, algo friáveis,apresentando estratificação paralela e cruzada de baixo ângulo; os grãos apresentam-se subarredondados, bem selecionados,podendo o cimento ser silicoso, ferruginoso ou calcífero, ou ainda qualquer combinação entre as três naturezas. Em raros afloramentos este arenito fino apresentou matriz argilosa.

A textura sacaróide é a predominante nesta rocha.

Estão também presentes arenitos de granulometria média, de cores amareladas, avermelhadas ou marrons, apresentando estratificação paralela e cruzada, de baixo ângulo, normalmente algo friáveis, eventualmente apresentando nódulos argilosos; algumas vezes foram observados horizontes ricos em matéria orgânica. A matriz, quando presente, é argilosa e algo caulínica; o cimento pode ser silicoso, ferruginoso ou calcífero.

Os calcários apresentam coloração cinza escuro, são compactos e fossilíferos; em muitos afloramentos foram observados veios e cristais de calcita bem desenvolvidos, provavelmente recristalizados.

Subordinadamente, ocorrem folhelhos e siltitos na unidade; os folhelhos podem ser marrons, amarelados ou esverdeados. Apresentam-se bem laminados e fossilíferos, em determinados afloramentos.

Os siltitos, rochas de menor expressão dentro da unidade, são de coloração creme amarelada, apresentando laminação cruzada.

No rio Curuá, no quadrante SW da Folha SA. 21-X-D-V-1, existem diversos afloramentos de um arenito de granulação fina a média, bem selecionado, com grãos subarredondados, algo friável, de coloração branca. Em alguns desses afloramentos, podem ser observados níveis centimétricos, concordantes, de arenito fino a médio, de coloração marrom, com grãos subarredondados de quartzo principalmente, bem selecionado, algo friável, ferruginoso, contendo inclusões de seixos de argila marrom (AM-R-561).

Nos igarapés das Pombas e Gogó, afluentes pela margem esquerda do igarapé Santo Antônio (quadrante NW da Folha SA.21-X-D-V-4), aflora um arenito fino a médio, de grãos angulosos a subarredondados, bem selecionado, algo denso e friável, de coloração amarelada (AM-R-634 e AM-R-637).

Nas margens do Lago Turará, na Folha SA.21-X-D-VI-3, ocorre em diversos afloramentos um arenito de granulometria fina, bem selecionado, algo alterado, friável, fossilífero e com estratificação paralela, podendo apresentar côr cinza arroxeada ou cinza esbranquiçada (CS-R-084 e CS-R-087).

Também na folha SA.21-X-D-VI-3, aflora nas margens do lago Novo Mundo, um arenito de coloração avermelhada, de granulometria fina, bem selecionado, compacto, com alternância entre leitos claros e escuros, estes últimos ricos em matéria orgânica (CS-R-103), às vezes apresentando nódulos argilosos (CS-R-96).

Nas margens do lago Cujubim, na Folha SA.21-X-D-VI-3, aflora um arenito de coloração creme amarelada, granulometria fina, bem selecionado, compacto, apresentando finas lentes de matéria orgânica (CS-R-110).

Na foz do igarapé Recreio, na área de influência do lago Macupixi (porção meridional da Folha SA.21-X-D-V-I), ocorre em diversos afloramentos um arenito de coloração branco amarelada, granulometria média a grosseira, bem consolidado, grãos subangulosos a subarredondados, com matéria argilosa, em alguns afloramentos com cimento silicoso e/ou ferruginoso. Os afloramentos apresentam estrati

ficação cruzada de baixo ângulo de grandes dimensões (CF-R-238, CF-R-239, CF-R-240).

No médio curso do igarapé do Polidório, afluente do igarapé Santa Maria (Folha SA.21-X-D-V-4), aflora sob a forma de um extenso lajeiro, numa área de aproximadamente 25 m^2, um calcário de coloração cinza-escuro, compacto, duro, denso e fossilífero (CF-R-210).

No alto curso do igarapé Jabota, afluente do igarapé Santa Maria pela margem direita, aflora um calcário duro, de coloração cinza escuro, compacto e fossilífero(AM-R-623). Afloramento de calcário semelhante a esse foi observado no médio curso do igarapé Bala, também afluente do igarapé Santa Maria, pela margem direita (AM-R-607).

Na margem do lago Mundo Novo, na Folha SA.21-X-D-VI-3, aflora em diversos locais um calcário cinza escuro, compacto, fossilífero, com veios e desenvolvidos cristais de calcita, apresentando incipiente formação de"chert" (CS-R-107-B).

No ponto CS-R-123, (SA.21-X-D-VI-3), aflora um calcarenito de granulometria fina, bem selecionado, compacto e fossilífero, apresentando pequenos nódulos argilosos, (CS-R-123).

Na foz do igarapé da Areia, afluente do igarapé Jœari pela margem esquerda (porção meridional da Folha SA.21-X-D-V-1), aflora em um barranco de 2 m de altura e uma extensão aproximada de 5 m, um folhelho cinza esverdeado, com níveis de siltito cinza claro, algo alterado, estratificado em leitos centimétricos (CF-R-255).

CPRM

6.7.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

O Permo-Carbonífero (formações Itaituba/Nova Olinda) é a unidade de maior distribuição na área do Projeto, ocupando aproximadamente 30% da mesma, ocorrendo em uma faixa com largura média de 13 km, com direção aproximada E-W. Na porção meridional da Folha SA.21-X-D-V-1, são observados os melhores afloramentos da unidade, mais exatamente na foz do igarapé Recreio. Nas proximidades do lago Macupixi, ocorre em uma área muito restrita, no canto sudeste da Folha SA.21-X-D-V-2. Na Folha SA.21-X-D-V-3, apesar de sua ampla distribuição (80% das áreas de terras firme) foram raros os afloramentos observados. Nas folhas SA.21-X-D-V-4 e SA.23-X-D-VI-3 localizam-se os melhores e mais completos perfís da unidade, inclusive com a presença de diversos afloramentos de calcário, como por exemplo aqueles dos igarapés Polidório, Bala, Jabota, Maqui e ainda os da fazenda Bom Jardim.

Outra faixa de afloramentos da unidade, pode ser observada no extremo leste da área do Projeto, ocupando o canto sudeste da Folha SA.21-X-D-VI-2 e no canto nordeste da Folha SA.21-X-D-VI-4 (região da Mulata), onde se encontra uma jazida de calcário, atualmente em plena lavra, para a produção de CaO. Aí, a direção da faixa Permo- Carbonífera é grosseiramente norte-sul, segundo a linha de contato (por falhamento) entre o Permo-Carbonífero e as demais unidades paleozóicas, ocorrentes na área.

A faixa de afloramentos das formações Permo-Carboníferas apresenta uma largura média de 13 km com suas litologias mergulhando suavemente para o sul, sob um

ângulo de 1º, o que fornece uma espessura aproximada de 227 m para à unidade, na área do Projeto.

6.7.5 - Relações de Contato

O contato inferior da unidade Permo- Carbonífera, (formações Itaituba/Nova Olinda) com a Formação Monte Alegre, é gradacional. Esse contato é algo difuso, irregular e difícil de ser traçado com precisão; o problema da definição desse contato agrava-se pelas similaridades morfológica e litológica entre as duas unidades, e ainda pela quase coincidência de seus intervalos paleontológicos.

KISTLER (op. cit.) e FREINDANK posicionaram o contato entre as formações Itaituba/Monte Alegre na base dos calcários da seção mediana. CAPUTO, et alii (op. cit.) posicionam o mesmo contato na base do horizonte de ocorrências de anidrita.

No presente trabalho, o contato entre essas unidades foi posicionado na passagem de um arenito friável, de granulometria média a grosseira, eventualmente conglomerático (Formação Monte Alegre), para um arenito branco amarelado, pouco friável, localizado na base da Formação Itaituba. Nessa passagem de arenitos, observa-se nas imagens de radar (folhas SA.21-X-D-V-1, SA.21-X-D-V-2 e SA.21-X-D - VI-3) e confirma-se nos trabalhos de campo, uma incipiente quebra de relevo. Esse critério não se aplica ao contato por falhamento entre as duas unidades, observado a nordeste do domo de Monte Alegre.

Os contatos das unidades Permo-Carboníferas,

com as rochas intrusivas básicas, são bruscos, com evidente discordância eruptiva; tais contatos, podem ser bem observados em algumas áreas no interior ou na periféria do domo.

O contato superior, com a Formação Alter do Chão, é irregular e discordante, devido a uma superfície de erosão no topo do Permo-Carbonífero. Essa linha de contato fica bem evidenciada nas imagens de radar e no campo, devido a uma quebra de relevo, sendo que os clásticos da Formação Alter do Chão apresentam os valores de cotas mais altos. O contato com a Formação Alter do Chão também pode ser por falhamento, como o que ocorre na área do domo de Monte Alegre (canto sudeste da Folha SA.21-X-D-VI-4), na região da Mulata.

6.7.6 - Paleontologia

O conteúdo fossilífero encontrado nas litologias das formações Itaituba/Nova Olinda, na área do Projeto, resume-se a raros macrofósseis (pelecípodas) que ocorrem nos calcários cinza escuros.

A maioria das amostras submetidas a análises bioestratigráficas não revelaram bons resultados, devido o seu estado de alteração.

Todavia, o conteúdo paleontológico das formações Itaituba/Nova Olinda vem sendo amplamente estudado, através de trabalhos específicos, desde a segunda metade do século passado. A maioria dos autores atribuem-lhes uma idade permo-Carbonífera, baseados na vasta assembléia faunística das mesmas. Nesta, destacam-se Braquiopodes, Crinoides, Foraminíferos, Pelecípodas, Trilobitas, Ostracoides,

Briozoários, Corais, Conodontes, Escolecodontes, Peixes etc.

DAEMON & CONTREIRAS (op. cit.), baseados principalmente em esporomorfos e outros microfósseis, consideram a Formação Itaituba abrangendo parte dos intervalos bioestratigráficos XIII e XIV, equivalentes ao Westphaliano D e ao Stephaniano, respectivamente. Com relação a Formação Nova Olinda, consideram-na estendendo-se desde o Neocarbonífero (Stephaniano) até o Neopermiano, abrangendo parte do intervalo XIII, a totalidade dos intervalos XIV e XV e parte do XVI.

6.7.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

O início da deposição Permo-Carbonífera (formações Itaituba/Nova Olinda), é marcado por uma mudança gradativa do ambiente deposicional da Formação Monte Alegre, essencialmente clástica, para um domínio misto clástico-carbonático.

Em trabalhos anteriores (CAROZZI et alii, 1972) foram atribuídos a esta sequência ambientes de maré de pequena amplitude, pela configuração geral da bacia rasa, de conexão estreita com mar aberto. Os indicadores mais evidentes para um paleoclima quente e árido são os espessos pacotes de evaporitos, que não são registrados na área mapeada.

À sequência estudada é atribuída um ambiente de linha de praia mista clástica-carbonática (SELEY, 1970), na qual havia cada vez menos aporte de sedimentos terrígenos, pela baixa pluviosidade, com ação insuficiente de

correntes para transportá-los mar adentro. Nesse caso, os depósitos carbonáticos vieram se instalando muito próximo à linha de praia, sendo este um fenômeno cíclico a saber:

O intervalo basal, caracterizado por areni tos de granulação fina a média, grãos angulosos a subarre dondados, com estratificação paralela e raras intercalações de folhelhos, representa um facies de praia - "shoreface".

No intervalo médio, predominam condições "off shore", possivelmente por ter havido menor aporte de clásti cos, representados por sedimentos pelíticos que se interca lam aos carbonatos de plataforma rasa, com a presença de do lomitos.

Para o topo é novamente aproximada a linha de costa, tornando-se os calcários mais delgados, havendo indicações de sedimentação de maré, representada por folhe lhos com laminação lenticular, "flaser" e bioturbação.

6.8 - Mesozóico - Intrusivas Básicas

6.8.1 - Generalidades

A intensa e extensa atividade ígnea básica manifestada na bacia Amazônica durante o mesozóico, encon tra-se amplamente distribuída em toda a área do Projeto.

As rochas básicas, representadas na região es sencialmente por tipos diabásicos, indicando um jazimento plutônico-hipoabissal, ocorrem geralmente como corpos alon gados, tabulares, de pequena possança-diques, ou ainda como extensas soleiras, de dimensões e formas variadas.

Os diques básicos acham-se distribuídos indistintamente por toda a região, orientados em geral dentro dos quadrantes N30°E a N30°W, com ligeiro predomínio do "trend" norte-sul. Já as soleiras, dispõem-se preferencialmente no flanco leste da área, apresentando formas peculiares na estrutura dômica de Monte Alegre.

Composicionalmente, os diabásios que ocorrem na área do Projeto são essencialmente toleíticos, sendo os tipos olivínicos extremamente raros, estando representados somente em um único local isolado.

Os diques básicos são facilmente identificados nas fotografias aéreas por constituirem corpos alongados, descontínuos, que atravessam as unidades paleozóicas. Geralmente apresentam um relevo suavemente alçado em relação às litologias encaixantes, podendo, todavia, constituirem relevo negativo, atuando como canal para a drenagem.

A decomposição dessas rochas básicas dá origem a um solo fértil, propiciando o desenvolvimento de uma vegetação exuberante ao longo dos diques de diabásio, o que constitui uma das características fotogeológicas marcantes, na delimitação de tais corpos.

Nas imagens radargramétricas, a vegetação mais exuberante, comumente associada aos diques de diabásio, às vezes dá a falsa impressão de um relevo positivo, em relação às encaixantes.

Via de regra, a maioria dos diques básicos identificados através da fotointerpretação, foi confirmada durante os trabalhos de campo.

Já as soleiras, são mais difíceis de serem identificadas através da análise fotogeológica, face a inexistência de padrões característicos, relacionados às mesmas. Em alguns locais, esses corpos ígneos básicos exibem um relevo aplainado, arrasado, enquanto noutros apresentam-se como elevações consideráveis, bem representadas, entre outras, pela serra do Pingute. Somente na região do domo de Monte Alegre, as soleiras podem ser razoavelmente identificadas através de estudos fotointerpretativos.

De uma maneira geral, todas as soleiras de diabásio identificadas na área, foram definidas a partir dos dados obtidos diretamente no campo.

6.8.2 - Característica Petrográficas

As rochas básicas presentes na área do Projeto são representadas exclusivamente por tipos diabásicos, indicando um jazimento plutônico-hipoabissal, mesótipos, coloração cinza média a cinza esverdeada, isotrópicos.

Mais comumente observam-se texturas ofíticas a subofíticas, de grã fina a média, ocorrendo porém tipos porfiríticos, nos quais observa-se que desenvolvidos cristais de plagioclásio (em geral labradorita) jazem em matriz cristalina, de textura ofítica.

As variações composicionais são extremamente raras, havendo um amplo predomínio dos diabásios toleíticos. Estes, apresentam uma mineralogia bastante simples, quase invariável, onde destacam-se plagioclásios e pirobólios.

O plagioclásio é em geral representado pela labradorita, que nos tipos porfiríticos ocorre em ambas as fases, tanto em fenocristais como na matriz microcristalina. Esse mineral apresenta-se como cristais ripiformes, exibindo zoneamento e maclas combinadas albita-Carlsbad, microfraturados, parcialmente alterados à sericita e, em menor escala, à clorita.

A augita é o piroxênio presente, ocorrendo em cristais subédricos, de dimensões variadas, coloração marrom pálido (ao microscópio), parcialmente alterada à uralita, por vezes com grânulos de opacos em suas bordas.

Quartzo e ortoclásio também se fazem presentes, ocorrendo em quantidades subordinadas, em intercrescimentos micrográficos.

Clorita, calcita e apatita (em cristais idiomorfos hexagonais e aciculares), as duas últimas inclusas em plagioclásios, ocorrem como acessórios.

Opacos, em cristais esqueletiformes, ocorrem em quantidades significativas.

Os diabásios olivínicos, conforme citado anteriormente, são extremamente raros. Em toda a região pesquisada, somente em um morro situado às proximidades do igarapé Água Amarela (afluente do igarapé Açu), porção centro-oeste da Folha SA.21-X-D-V-4, foi constatada uma ocorrência desse litotipo. Essa rocha, classificada como olivina diabásio, é de coloração cinza médio, isotrópica, grã média, inequigranular, essencialmente constituída de plagioclásio, em parte caulinizado, e máficos do tipo pirobólio. A olivina, parcialmente serpentinizada, ocorre acessoriamen

te, tanto como inclusões na augita quanto disseminada na rocha, apresentando-se na forma de grãos fraturados.

6.8.3 - Distribuição Geográfica

Os diques e soleiras de diabásio, que constituem os efeitos rasos do magmatismo básico manifestado na bacia Amazônica, estão amplamente representados na área do Projeto.

Os primeiros, distribuem-se aleatoriamente por todo o domínio das unidades paleozóicas, dispostos como corpos tabulares, alongados, descontínuos, de direções gerais N30°E a N30°W, preenchendo fraturamentos que tanto podem ter sido formados durante esse magmatismo, ou mesmo serem anteriores a esse evento, somente reativados e preenchidos durante o mesmo.

Esse magmatismo básico intensamente manifestado na região, causou, localmente, profundas modificações estruturais na sequência sedimentar, notadamente na porção sudeste da área, onde os esforços verticais originados pela intrusão de um provável corpo lacolítico causaram intensas deformações nas unidades paleozóicas, propiciando a formação de uma estrutura dômica, conhecida como o domo de Monte Alegre.

Na área de influência dessa estrutura, podem ser individualizadas nada menos do que três soleiras de diabásio, intrudidas nas sequências devoniana e carbonífera. Essas soleiras, consideradas como intimamente ligadas ao corpo lacolítico, situado em profundidades mais abissais, apresentam-se, em planta, com uma forma semi-circular ca

racterística, acompanhando a distribuição geral das unidades sedimentares.

Todavia, é na porção central da Folha SA. 21-X-D-VI que está localizada a mais extensa soleira de diabásio identificada na área do Projeto, abrangendo parte das bacias dos igarapés Canguçu, Açuzinho, Água Azul, Pulga, Almoço, etc, todos afluentes do igarapé Açu, numa área aproximada de 110 km^2. Esse corpo básico, ficou bem caracterizado nas porções sudoeste, nordeste e noroeste das folhas SA.21-X-D-VI-2, SA.21-X-D-VI-3, SA.21-X-D-VI-4, respectivamente.

Embora nessa região sejam observadas, por vezes, exposições de rochas sedimentares, notadamente no topo das elevações, o que se verifica é o quase total predomínio das rochas básicas.

Duas outras soleiras de diabásio, com menores dimensões, foram também identificadas na Folha SA. 21-X-D-VI-2, sendo uma no extremo nordeste e a outra no flanco oeste, esta última bem caracterizada ao longo da PA-254.

De uma maneira geral, as amplas exposições de rochas básicas plutônico-hipoabissais, estão relacionadas a processos denudacionais, constituindo "janelas de erosão".

6.8.4 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico

Os contatos das intrusivas básicas com as encaixantes foram por várias vezes observados diretamente

no csmpo, tratando-se, em geral, de contatos bruscos e precisos, bem definidos, em franca discordância eruptiva. Não raramente, observam-se grandes arqueamentos nas encaixantes, notadamente na área do domo de Monte Alegre. Nessa região, os efeitos termometamórficos produzidos pela intrusão dos inúmeros corpos ígneos básicos são bem evidentes, com as rochas encaixantes (folhelhos e siltitos, principalmente) exibindo aspecto cornubianítico, com características texturais e mineralógicas que indicam a atuação de metamorfismo térmico superimposto, do qual a biotita e a sericita são as fases minerais recristalizantes. Essa associação mineralógica, indica que as encaixantes foram submetidas a efeitos de metamorfismo de contato (na sua aureóla mais externa), sendo transformadas a uma fácies de baixo grau metamórfico, correspondente à fácies albita-epidoto hornfels, na qual estão preservadas as estratificações originais das rochas.

Devido ao caráter intrusivo pós-paleozóico, as rochas básicas atravessam indistintamente toda a sequência paleozóica existente na área, desde o Membro Lontra(Formação Maecuru) até as formações Itaituba-Nova Olinda(PC/noi).

Esse magmatismo básico, relacionado a processos diastróficos epirogenéticos, teve sua ascenção ao longo de zonas naturais de fraqueza, com os diques preenchendo fraturas profundas, algumas das quais teriam sofrido reativações posteriores.

As soleiras, aparecem mais frequentemente confinadas nos estratos de idades devoniana superior e carbonífera, eventualmente posicionadas ao longo dos planos de contato entre litologias diferentes, como pode ser consta

tado na região do domo de Monte Alegre (igarapé da Saudade), onde uma soleira de diabásio ocorre entre os folhelhos do Membro Curiri e os arenitos do Membro Oriximiná.

Via de regra, as soleiras de diabásio situam-se preferencialmente entre os membros Barreirinha e Curiri, Curiri e Oriximiná, Oriximiná e Formação Faro e, finalmente, entre esta última e as unidades permo-carboníferas (formações Itaituba-Nova Olinda).

6.8.5 - Idade e Correlação

REZENDE (1971), quandos de seus estudos sobre o mecanismo das intrusões básicas nas bacias do Amazonas e do Maranjão, posicionou esses diabásios entre o Eocretáceo e o Neotriássico (120 a 220 m.a.). Para o autor, as idades determinadas entre esses limites extremos, evidenciam o caráter repetitivo das atividades magmáticas, nessas bacias.

No presente trabalho, apesar de não terem sido realizadas datações geocronológicas nos diabásios, a idade mesozóica foi corroborada, para essas intrusões (mais precisamente juro-triássica), uma vez que os trabalhos de campo confirmaram que as mesmas atravessam toda a sequência paleozóico, sem no entanto truncarem a Formação Alter do Chão, cuja deposição iniciou-se no Cretáceo.

Assim, as rochas básicas da área do Projeto são perfeitamente correlacionáveis ao diabásio Penetecaua, de ISSLER et alii (op. cit.), que ocorre no flanco sul da bacia Amazônica.

CPRM

6.9 - Terciário - Formação Alter do Chão

6.9. 1 - Histórico

A denominação de Formação Alter do Chão para os sedimentos de cobertura da bacia Paleozóica do Amazonas, foi dada por KISTLER, P. (op. cit.), em 1954.

As primeiras referências a estas rochas foram feitas por HARTT, C.F., que atribuiu-lhes idade terciária, quando da execução de seu trabalho na serra de Paranaguara, região de Prainha, no rio Amazonas.

OLIVEIRA, A.I. e LEONARDOS, O.H. (1940) chamaram de Série Itauajuri, para os sedimentos de cobertura da sequência paleozóica, na região de Monte Alegre.

Os termos Série, Grupo ou Formação Barreiras foram usados indistintamente por diversos autores, para essa unidade, devido sua semelhança litoestratigráfica com o Grupo Barreiras, do norte e nordeste brasileiro.

SANTOS et alii ( ) também correlacionaram a Formação Alter do Chão com a Formação Barreiras, mantendo esta última designação. Reconheceram, entretanto, que apenas uma porção da Formação Alter do Chão seria equivalente à Formação Barreiras.

CAPUTO et alii (1971) adotaram o termo Formação Alter do Chão, alegando que a designação "Barreiras"não era própria para definir formações que ocorrem em bacias diferentes.

No presente trabalho, conserva-se a denominação Formação Alter do Chão, para a cobertura terciária da bacia Amazônica.

A seção-tipo dessa unidade encontra-se no poço Petrobrás 1-AC-1-PA (Alter do Chão), localizado próximo a margem direita do rio Tapajós, no estado do Pará. Para seção de referência deve-se considerar a seção-tipo, acrescida das camadas que afloram na área do poço supracitado, no morro denominado Alter do Chão.

A espessura máxima observada na unidade foi de 1250 m, no poço 1-ALST-1-PA (Almeirim). Quanto à sua distribuição, pode-se dizer que a Formação Alter do Chão distribui-se desde o arco de Gurupá até a bacia do Acre. Na bacia do Amazonas, aflora na porção central, disposta segundo faixas estreitas, em ambas as margens do rio homônimo.

6.9.2 - Generalidades

Devido a pouca importância que apresenta para a pesquisa de sulfetos de metais base, foram estudados somente pontos isolados, que corresponderiam a testemunhos da Formação Alterdo Chão, recobrindo as unidades paleozóicas.

A maioria dos afloramentos constituem-se de argilas variegadas, sendo os arenitos mais raros. Estas, seriam as litologias predominantes da unidade, na área do Projeto.

A Formação Alter do Chão foi identificada na porção meridional da área, mais precisamente nas folhas SA.21-X-D-V-3, SA.21-X-D-V-4, SA.21-X-D-VI-2, SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4. Nessa região, predomina um relevo em geral aplainado, com suave caimento para sul, havendo o desenvolvimento de uma drenagem rarefeita, de padrão dendrítico. A oeste do rio Maecuru, a unidade está caracterizada pela presença de incipientes platôs (Folha SA.21-X-D-VI-3), com bor

das escarpadas, fortemente ravinadas.

6.9.3 - Litologia

De acordo com autores anteriores, a Formação Alter do Chão é constituída por clásticos continentais, representados por argilas, siltitos e arenitos ; subordinadamente, ocorrem níveis conglomeráticos.

Na área do Projeto, a melhor exposição dessa unidade foi observada na cidade de Alenquer. Aí, aflora em um padrão de aproximadamente 20 m de altura, um pacote de arenito de granulação média a grosseira, apresentando horizontes de grânulos e seixos de quartzo, de coloração branca, branco-avermelhada e avermelhada, devido à intensa percolação de óxidos e hidróxidos de ferro. A rocha matriz é algo caulínica, friável, mal classificada, apresentando estratificação cruzada; para o topo, observa-se concrecionamento laterítico.

Nos pontos CF-265 e CF-273, afloram em pequenas voçorocas, argilas de cores variegadas, plásticas, contendo alguma proporção de grãos de areia e silte, ora dispersos no pacote, ora concentrados em determinados horizontes. O pacote de argilas tem aspecto maciço, apresentando incipiente concrecionamento laterítico, com a presença de pequenos nódulos.

Os conglomerados, que ocorrem subordinados aos pacotes de arenitos, como se observa na cidade de Alenquer, são constituídos por seixos de quartzo leitoso e arenito silicificado, podendo ser arredondados a subarredondados, raramente angulosos; normalmente não excedem a 10 cm de diâmetro, estando imersos em matriz arenosa.

CPRM

6.9.4 - Distribuição Geográfica e Espessura

As litologias relacionadas à Formação Alter do Chão tem uma ampla distribuição na porção meridional da área do Projeto, dispostas segundo uma faixa de direção E-W e ENE, ocupando parte das folhas SA.21-X-D-V-3, SA.21-X-D-V-4, SA.21-X-D-VI-2, SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4. Essa faixa, possui forma irregular e larguras variáveis, apresentando-se às vezes bastante estreita, porém, em certos locais, chega a atingir 15 km de largura.

Mesmo na ausência de maiores dados sobre a atitude das camadas Alter do Chão, considera-se as mesmas horizontais ou muito próximo da horizontalidade, face suas características morfológica típicas (serras de topo aplainado). Também a cobertura laterítica, em geral desenvolvida sobre as rochas da unidade, reforçam essa hipótese, pois, como se sabe, a horizontalidade das camadas é um dos pré-requisitos necessários ao pleno desenvolvimento das coberturas lateríticas.

Devido a presença de uma superfície de erosão no topo da unidade, qualquer valor que se adote para a espessura dessas camadas, na área do Projeto, pode estar longe da realidade, em termos absolutos. Os dados mais concretos que existem foram fornecidos por um furo de sonda executado pela CPRM, para água subterrânea, na cidade de Alenquer. Aí, foram perfurados em torno de 50 m de litologias da Formação Alter do Chão, que somados aos 20 m de um pequeno morro situado às proximidades, forneceriam um máximo de 70 m de espessura, dentro dos limites da área do Projeto.

6.9.5 - Relações de Contato

A Formação Alter do Chão assenta discordantemente sobre as unidades permo-carboníferas (formações Nova Olinda/Itaituba). Essa superfície do contato, apresenta-se nas imagens de radar e fotografias aéreas como uma linha sinuosa, de direção geral WSW-ESE. Esse contato pode ser também por falhamento, como se observa às proximidades da área do domo de Monte Alegre, nos cantos sudeste e nordeste das folhas SA.21-X-D-VI-2 e SA.21-X-D-VI-4, respectivamente.

Também por falhamento é o contato com a Formação Ererê, na área do domo. Esse contato aparece nas imagens de radar e fotografias aéreas como uma linha reta, orientada segundo NE-SW.

Sobrepostos normalmente aos clásticos continentais da Formação Alter do Chão, ocorrem os depósitos fluviais recentes, formando terrenos baixos, ilhas e planícies de inundação, principalmente nos baixos cursos dos rios Curuá, Maecuru e Amazonas.

6.9.6 - Paleontologia

Na área do Projeto, os estudos efetuados em amostras relacionadas à Formação Alter do Chão não revelaram nenhum vestígio orgânico, podendo-se pressupor que o conteúdo fossilífero da unidade é pobre, e/ou não foi preservado, devido ao caráter oxidante do ambiente de deposição da mesma.

Todavia, inúmeros autores fazem referências à idade da Formação Alter do Chão, destacando-se, entre outros, PRICE, L. I. (1960), que baseado no estudo de fósseis encontrados em testemunhos de sondagem efetuada no estado do Amazonas, atribuiu uma idade cretácea, a essa formação.

DAEMON & CONTREIRAS (1971), baseados no estudo de uma assembléia de palinomorfos encontrada na formação Alter do Chão, comparável ao Cretáceo Superior da bacia de Barreirinha (Estado do Maranhão), posicionaram essa unidade no intervalo bioestratigráfico XVII, que corresponde a uma idade cenomaniana a maestrichiana.

CAPUTO et alii (1971), consideram que a deposição da Formação Alter do Chão iniciou-se no Cretáceo, mais precisamente no Eocenomaniano, estendendo-se pelo Terciário, até, provavelmente, o Plioceno.

Mais recentemente, DAEMON (1975), baseado no estudo de esporomorfos encontrados na Formação Alter do Chão, concluiu que a deposição dessa unidade efetuou-se exclusivamente no Cretáceo, iniciando-se no Albiano e estendendo-se pelo Cenomaniano e Turoniano.

6.9.7 - Origem e Ambiente de Deposição

Os espessos pacotes de arenitos e argilas avermelhadas que constituem a Formação Alter do Chão, as estratificações cruzadas comumente observadas nos arenitos, o caráter lenticular dos níveis conglomeráticos, etc, são sugestivos de que a sedimentação dessa unidade efetuou-se num ambiente continental, em condições fluviais de deposição.

As camadas avermelhadas evidenciam condições de grandes precipitações, num clima de temperatura elevada.

As litologias da unidade, provavelmente originaram-se a partir do retrabalhamento das formações paleozóicas e, até mesmo, das rochas do Complexo Basal, haja visto a presença de seixos de quartzo leitoso.

O caráter essencialmente quartzoso dos arenitos, a matriz algo caulínica, sugerem condições enérgicas de intemperismo, com destruição quase total dos feldspatos.

A considerável espessura dessa sequência, é indicativa de que os intensos rebaixamentos denudacionais que se processavam nas áreas-fonte, na época da deposição Alter do Chão, eram acompanhados por uma contínua e acentuada subsidência da bacia.

6.10 - Quaternários - Aluviões

As aluviões constituem depósitos fluviais, que representam as planícies de inundação dos rios Amazonas, Maecuru e Curuá, principais cursos d'água que drenam a área do Projeto.

São em geral constituídas por sedimentos inconsolidados, ricos em matéria orgânica, cuja granulometria varia desde a fração argila até cascalho, com amplo predomínio da primeira.

Essa unidade tem ampla distribuição na porção meridional da região estudada, notadamente ao sul das folhas SA.21-X-D-V-3, SA.21-X-D-V-4, SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4, dispostas segundo faixas alongadas, recurvadas, acompanhando os cursos dos rios e lagos.

Em geral constituem terraços de forma lenticular, situados quase ao nível da lâmina d'água. O relevo é plano, rebaixado, correspondendo à superfície de colmatação da drenagem.

A vegetação, notadamente naquelas áreas submetidas às inundações sazonais do rio Amazonas, é representada essencialmente por plantas hidrófilas, como a canarana, a aninga, vitória régia, mururé, etc. Nos terraços aluvionares, raramente ou nunca sujeitos às inundações, floresce uma vegetação mais desenvolvida, formada por arbustos entremeados de cipós.

A drenagem desenvolvida nas áreas de aluviões é em geral de padrão anastomótico, formada por antigos meandros, lagos, paranás e igarapés, que se interligam de forma caótica, às vezes mudando de forma e posição, após cada enchente.

CPRM

7. GEOLOGIA ESTRUTURAL

7.1 - Introdução

Os estudos fotointerpretativos associados aos dados obtidos no campo, foram analizados conjuntamente na tentativa de uma definição para o arcabouço estrutural da área do Projeto.

Os elementos estruturais analisados consistem fundamentalmente nas fraturas (juntas e falhas), acamamentos, mergulhos e pequenos dobramentos, estes últimos bem caracterizados na porção sudeste da área, enquanto os demais são bastantes frequentes em toda a região.

Todos esses elementos estão intimamente relacionados à eventos diastróficos epirogenéticos, que atuaram desde o inicio do paleozóico até o terciário.

Os fraturamentos estão refletidos nas fotografias aéreas e imagens radargramétricas na forma de extensos alinhamentos estruturais, evidenciados pela retilineidade pronunciada de inúmeros cursos d'água. A presença de brechas de falhas, "slickenside", etc, associadas a alguns desses alinhamentos, sugere movimentações relativas de blocos ao longo de algumas fraturas, originando falhamentos de gravidade, às vezes com extensões quilométricas, como aquele que trunca o flanco sudeste do domo de Monte Alegre.

Os diques básicos, que normalmente preenchem fraturas profundas, são muito frequentes em toda a região, orientados preferencialmente numa direção geral norte-sul,

com variações para nordeste e noroeste.

Conforme já citado anteriormente, a área do Projeto abrange uma pequena porção do flanco norte da bacia do Médio-Baixo Amazonas, onde predomina uma sequência sedimentar de idade paleozóica, distribuída grosseiramente segundo faixas alongadas, sub-paralelas, de direção geral este-oeste, apresentando suaves mergulhos para sul, em direção ao centro da bacia.

No extremo leste da área, mais precisamente a partir do meridiano de 54°15' WGr e acima do paralelo de 1°45'S, nota-se acentuada inflexão na direção geral das camadas, para nordeste, ficando os "strikes" orientados segundo nordeste-sudoeste, com mergulhos para sudeste.

Em linhas gerais, o arcabouço estrutural regional é bastante simples, com as camadas dispostas regularmente, constituindo uma estrutura do tipo homoclinal. Todavia, no flanco sudeste da área, mais precisamente nas porções este-sudeste da folha SA.21-X-D-VI-3 e oeste-sudoeste da folha SA.21-X-D-VI-4, desenvolve-se uma das mais proeminentes feições estruturais da bacia Amazonica, conhecida como Domo de Monte Alegre. Sobre a gênese dessa estrutura, intimamente relacionada ao intenso magmatismo toleítico atuante na bacia durante o mesozóico, serão tecidos maiores comentários em outros parágrafos.

Antes de reportar-se especificamente à área do Projeto, torna-se necessário tecer algumas considerações sobre a gênese da bacia do Médio-Baixo Amazonas, que parece

estar associada aos processos geoestruturais diastróficos ensejadores da separação dos escudos das Guianas e do Guaporé.

A observação das imagens radargramétricas, imagens de satélites (ERTS) e mesmo fotografias aéreas convencionais das regiões cratônicas da Amazonia, permite agrupar as principais feições estruturais regionais segundo duas direções principais, NW-SE (mais frequênte) e NE-SW. Essa estruturação fundamental dos escudos parece estar geneticamente relacionada aos ventos orogênicos pré-cambrianos (REZENDE & BRITO, 1972).

Na bacia do Amazonas, os alinhamentos estruturais mais conspícuos, ao longo dos quais processaram-se movimentações de caráter apirogenético, responsáveis pela estruturação do arcabouço tectônico da bacia, apresentam-se, em parte, coincidentes com aqueles dos escudos adjacentes, sugerindo que o tectonismo cratônico da bacia consistiu, em linhas gerais, nas reativações sucessivas de antigas zonas de fraqueza, já existentes quando da formação da bacia.

Assim, as feições estruturais regionais mais proeminentes da bacia Amazônica são representadas pelos "altos" estruturais, os quais condicionaram a subdivisão da mesma em três sub-bacias: bacias do Alto, Médio e Baixo Amazonas.

No presente trabalho é dada ênfase às bacias do Médio-Baixo Amazonas, uma vez que a área do Projeto situa-se aproximadamente na porção limítrofe dessas duas siné

clises, consideradas como uma só bacia, face suas similaridades genético-estratigráfico-estruturais.

A bacia do Médio-Baixo Amazonas é considerada uma típica bacia cratônica, estando situada no interior da placa Sul Americana. Segundo a classificação de KLEMME (1971) constitui uma "bacia interior, cratônica tipo I", enquanto DEWEY & BIRD (1970) consideram-na como " autogeossinclíneo".

A referida bacia acha-se preenchida por uma espessa sequência de sedimentos paleozóicos, cujas idades variam do siluriano ao permiano, recobertos por clásticos de idade cretácea e terciária. Todos esses sedimentos distribuem-se na forma de estratos em geral uniformes, pouco perturbados, evidenciando a estabilidade tectônica da bacia, durante o seu desenvolvimento. As manifestações de caráter orogênico estão totalmente ausentes e as únicas deformações estão representadas pelos altos estruturais (arcos), de caráter epirogenético.

De acordo com ASMUS & PORTO (1972), na porção que corresponderia ao eixo deposicional da bacia ocorre um alinhamento de altos gravimétricos, interpretados por LINSSER, em 1958, como estando relacionados à presença de rochas ultrabásicas intrudidas na crosta siálica. Ressaltam também que, na perfuração do poço 1-CM-1-PA, em Cuminá Mirim, foi testemunhado um piroxenito no embasamento, cuja análise geocronológica indicou uma idade ordoviciana média (450m.a.), corroborando a idéia daqueles autores. Esses intrabasamentos causaram extensos arqueamentos na crosta siálica e, pos

teriormente, através de um sistema de falhas transcorrentes de direção geral E-W, teria ocorrido o rompimento da crosta, com a formação de um incipiente "rift valley", a partir do qual originou-se a bacia do Médio-Baixo Amazonas (LOCZY E LADEIRA, 1976).

7.2 - Considerações Gerais

A integração dos dados da fotointerpretação com os informes obtidos diretamente no campo, permitiu a identificação, na área do Projeto, de duas feições estruturais distintas.

A primeira, de caráter regional, abrange aproximadamente 90% da área e constitui uma estrutura do tipo homoclinal, com as camadas paleozóicas distribuidas em faixas sub-paralelas, de direção geral este-oeste, com inflexões para nordeste e noroeste, apresentando suaves mergulhos para sul, em direção ao centro da bacia. Ao sul da área, os estratos paleozóicos acham-se recobertos por clásticos terciários e, ainda, por aluviões recentes.

Dentro dessa estruturação regional, destaca-se um denso fraturamento que atinge indistintamente todas as unidades paleozóicas, sendo todavia pouco conspícuo na cobertura terciária. As rochas básicas, com ampla distribuição notadamente na porção centro-leste da área, na forma de extensas soleiras, acham-se também afetadas por esses fraturamentos.

Nas imagens radargramétricas e fotografias

12, construido a partir de 155 medidas tomadas na área do domo, mostra que, naquela região, os fraturamentos dispõem-se preferencialmente segundo três máximos principais, de direções gerais N-S, E-O e N15°-25°E, em quase perfeita concordância com o que foi observado no restante da área do Projeto.

Tal fato é bastante sugestivo de que durante o arqueamento da sequência sedimentar, no mesozóico, processou-se uma intensa reativação dos fraturamentos preexistentes, muitos dos quais foram preenchidos pelo magma básico, notadamente os de "trend" N-S (com pequenas variações para NW), uma vez que essa é a orientação preferencial do diques básicos da região.

Cessado esse evento, seguiu-se um período de estabilidade tectônica que se prolongou, provavelmente, até o final do Terciário.

Após a deposição da Formação Alter do Chão novos reajustes epirogenéticos atingiram a região, originando novos fraturamentos, e reativando outros já existentes. As fraturas de direção E-O, que são predominantes na região do domo e pouco conspícuas no restante da área, provavelmente estariam relacionadas à esse novo evento, de atuação muito mais localizada.

Ao longo de algumas fraturas houve uma movimentação relativa de blocos, originando falhamentos de rejeitos verticais ou horizontais, estes últimos muito fre

aéreas, esses fraturamentos são bem discerníveis através da retilineidade pronunciada de inúmeros cursos d'água, ou pelos grandes alinhamentos estruturais, que às vezes truncam as camadas sedimentares.

Muito embora a maioria desses grandes alinhamentos estruturais representem possíveis fraturamentos, alguns são interpretados como falhas de gravidade, uma vez que, durante os trabalhos de campo, foram observadas algumas feições tectônicas (brechas de falha, "slickenside" etc) associadas aos mesmos, numa prova de que, ao longo de alguns desses fraturamentos, processaram-se movimentações relativas de blocos.

Em algumas áreas, como por exemplo ao longo da rodovia PA-423, embora não tenham sido observadas as feições supracitadas (brechas de falha, "slickenside", etc), a pronunciada retilineidade dos contatos entre unidades paleozóicas e terciárias é um forte indício de contatos tectônicos entre as mesmas, através de prováveis falhas de gravidade.

Os alinhamentos estruturais mais extensos, observados tanto nas imagens radargramétricas como nas fotos aéreas, orientam-se segundo direções principais N30°-40°W, N25°-30°E e N-S.

No primeiro "trend" (N30°-40°W), estão posicionados os fraturamentos observados notadamente na porção setentrional das folhas SA.21-X-D-VI-3 e SA.21-X-D-VI-4, um dos quais, estendendo-se para noroeste, parece controlar

parte do curso do rio Maecuru, fora dos limites da área do Projeto. Outro extenso alinhamento com essa mesma orientação pode ser observado à noroeste da serra de Itauajuri, estendendo-se para noroeste, por mais de 30 km.

No "trend" N25°-30°E situam-se também varios fraturamentos com extensões quilométricas, frequentemente observados por todo o domínio das rochas paleozóicas. No extremo nordeste da folha SA.21-X-D-VI-2, nas bacias dos igarapés Açu e Água Preta, esses fraturamentos podem ser bem observados, parecendo que, nessa área, houve um deslocamento vertical de blocos ao longo dos planos de fratura, uma vez que tanto as rochas da Formação Curuá (membros Curiri e Oriximiná) como as intrusivas básicas acham-se truncadas, nessa região.

Ao longo da rodovia PA-423, constatou-se que um conspícuo alinhamento de direção aproximada N25°E, constitui uma provavel falha de gravidade, que colocou em contato lateral rochas paleozóicas das formações Itaituba/ Nova Olinda com clásticos terciários da Formação Alter do Chão.

Também no interflúvio Maecuru-Curuá, notadamente na porção setentrional da folha SA.21-X-D-V-2, são bastantes frequentes os alinhamentos de direção N25°-30°E, sendo que, nessa região, tais alinhamentos parecem representar fraturas preenchidas.

Nas folhas SA.21-X-D-V-1/2/3/4, no domínio das rochas paleozóicas, constata-se que grande parte desses fraturamentos acha-se preenchida por rochas básicas, cons

tituindo corpos tabulares, descontínios (diques), com extensões médias de 8 a 10 km e possanças que chegam a atingir 120 m.

O "trend" N-S (com pequenas variações para N15°E e N15°W), o mais frequente em toda a região, consiste fundamentalmente em fraturas preenchidas, uma vez que essa é a orientação preferencial dos diques básicos. Todavia, inúmeras fraturas não preenchidas são também observadas, com essa mesma orientação.

No extremo leste da folha SA.21-X-D-VI-4, o contato retilíneo entre rochas paleozóicas e terciárias foi interpretado com um contato tectônico, provavelmente relacionado a um extenso falhamento de gravidade, de direção aproximada N-S.

Ressalta-se ainda que os fraturamentos de direção N-S constituem-se no principal fator controlador da densa rede de drenagem da região, notadamente dos cursos d'água de quarta e quinta ordens.

Na porção S-SW da área, no domínio das rochas terciárias, os alinhamentos estruturais são menos conspícuos, estando evidenciados somente na retilineidade pronunciada de alguns cursos d'água. Esses alinhamentos, provavelmente reflexo de estruturas soterradas (falhas e/ou fraturas), dispõem-se segundo direções preferenciais N-S e N70 -85 E, sendo coincidentes, em parte, com os alinhamentos dos terrenos paleozóicos.

Com a finalidade de obter uma vizualização

geral dos pequenos fraturamentos observados diretamente no campo, foi construído um diagrama de frequência de juntas, que permite agrupar esses fraturamentos segundo suas orientações preferenciais. Foram utilizadas 295 medidas, todas obtidas dentro do domínio das rochas paleozóicas e representadas no diagrama semi-circular da Figura nº 10.

A interpretação desse diagrama possibilita agrupar as fraturas segundo três direções principais, segundo N-S, N25°-35°E e N75°-85°W, em quase perfeita concordância com o que é observado diretamente nas imagens radargramétricas e fotos aéreas. Somente o "trend" E-O, bastante frequente no campo, não é corroborado nas imagens e fotos, devido, unicamente, às limitações intrínsecas ao próprio método de sensoreamento.

Por tudo que foi até aqui exposto, conclui-se que, na bacia do Médio-Baixo Amazonas, ou mais especificamente, na área do Projeto, os alinhamentos estruturais mais conspícuos (fraturas e falhas) orientam-se preferencialmente segundo N-S, N-NE e N-NW. Essa orientação, em parte coincidente com as direções das principais feições estruturais dos escudos adjacentes, poderia sugerir que, os primeiros, originaram-se durante o tectonismo cratônico da bacia, por processos tectônico-epirogenéticos, a partir de reativações sucessivas das antigas zonas de fraqueza, já existentes quando da formação da bacia.

Além das falhas e fraturas já mencionadas, são frequentemente observadas na área do Projeto, dentro do domínio da estrutura homoclinal, pequenas deformações atec

FIG.10

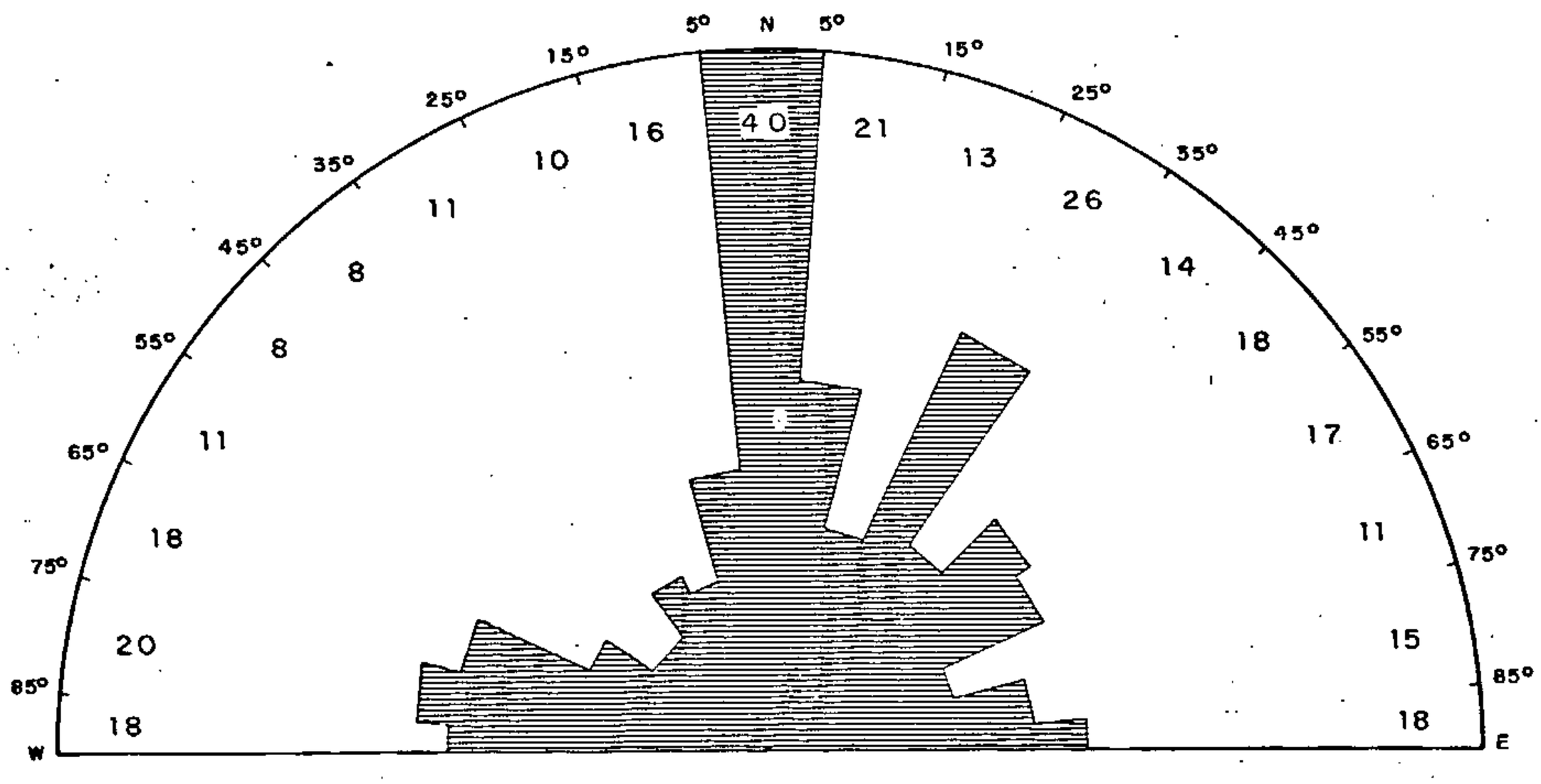
PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DIAGRAMA DE FREQÜÊNCIA DE JUNTAS

UNIDADES PALEOZÓICAS

ÁREA TOTAL DO PROJETO

295 MEDIDAS DE CAMPO



1 cm = 5 juntas

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII - 1978.

tônicas nas rochas paleozóicas, produzidas por intrusões básicas, originando, localmente, suaves arqueamentos. Tal fato pode ser bem observado, entre outros, ao longo da rodovia PA-254, no trecho Mulata-rio Maecuru, onde a intrusão de uma soleira de diabásio propiciou o desenvolvimento de uma pequena estrutura antiformal, nos folhelhos do Membro Barreirinha (Foto 15).

A outra grande feição estrutural identificada na área do Projeto situa-se na porção centro-oeste da folha SA.21-X-D-VI-4, abrangendo ainda a parte este- sudeste da folha SA.21-X-D-VI-3, constituindo-se numa das mais proeminentes estruturas locais da bacia do Médio-Baixo Amazonas, conhecida como Domo de Monte Alegre.

Nas imagens radargramétricas, essa feição é facilmente identificada pelas suas características morfo - estruturais peculiares, apresentando-se com uma forma aproximadamente elítica, cujo eixo maior tem direção geral NE e extensão de 28km, enquanto o eixo menor, de direção NW, possui aproximadamente 16km de extensão.

Essa estrutura acha-se truncada em seu flanco sudeste, por um extenso falhamento de gravidade, de direção aproximada N60°E, o que possivelmente mascara sua forma circular, original.

Assim, no presente trabalho, conserva-se a denominação "domo" para a estrutura de Monte Alegre, muito embora a relação entre seu comprimento e sua largura (aparentes) seja bastante expressiva (1,7), não invalidando o emprego do termo "braquianticlinal".

As considerações emitidas sobre a genêse desa estrutura baseiam-se nos informes obtidos diretamente no campo, na visão regional proporcionada pelas imagens radargramétricas e, ainda, nos modelos internacionais fornecidos pela bibliografia especializada. De suma importância foram os dados das sondagens 84 e 89, executados pelo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, na região de Monte Alegre (DIXON, 1950), apresentados em CUNHA & CAPUTO (1974).

A porção central do domo corresponde à uma superfície pedimentada, aproximadamente plana, onde desenvolvem-se extensos campos naturais. Nessa região, os tipos litológicos predominantes são siltitos cornubianíticos, estratificados em bancos, com delgadas intercalações de folhelhos. Essas litologias, relacionada à Formação Ererê, acham-se intensamente fraturadas e possuem mergulhos centrífugos, variando de 2° a 5°.

Na porção periférica da estrutura predomina um relevo mais enérgico, colinoso, com elevações tipo "cuestas" e "hogbacks". As litologias predominantes são siltitos e arenitos, pertencentes às formações Curuá (Membro Oriximiná) e Faro, com mergulhos também centrífugos, que chegam a atingir até 45°.

Por toda a região, e ainda mais especificamente no flanco oeste da estrutura, constata-se uma grande incidência de rochas básicas, representadas essencialmente por diabásios toleiticos. Estes, ocorrem como corpos alongados, tabulares, retilíneos, de pequenas possanças, subparalelos, orientados preferencialmente segundo norte-sul,

com pequenas variações para noroeste-sudeste, constituindo um verdadeiro enxame de diques. Todavia, os corpos básicos de maior expressão, na área considerada, possuem forma aproximadamente semi-circular, côncavos em relação ao centro do domo; apresentam extensões quilométricas (15 a 20Km em média) e suas faixas aflorantes chegam a atingir até 500m de largura aparente. Três desses corpos básicos podem ser perfeitamente indidualizados, intrudidos de forma concordante nas litologias das formações Curuá e Faro, respectivamente.

Essa grande incidência de rochas básicas na área do domo de Monte Alegre, permite pressupor que a gênese dessa estrutura esteja intimamente relacionada ao intenso magmatismo básico,atuante na bacia durante o mesozóico, e que teria manifestado-se, nessa região, na forma de um provável corpo lacolítico.

Segundo REZENDE (1971), esse magmatísmo básico estaria relacionado aos processos geoestruturais diastróficos ensejadores da separação e deriva dos continentes Sul Americano e Africano, que atuaram do Neotriássico ao Eocretáceo. Os megafraturamentos relacionados a esse evento, propagaram-se intracratonicamente atingindo a bacia Amazônica e, através dos mesmos, efetuou-se a ascenção do magma básico. Na região de Monte Alegre, um desses grandes fraturamentos teria atuado como um conduto alimentador, por onde penetrou o magma básico, que embora não tendo energia suficiente para atravessar toda a coluna sedimentar paleozóica, possuia ainda suficiente quantidade de movimento,que possibilitou sua introdução, lateralmente, ao

longo dos estratos mais profundos. Estes, devido a sua baixa rigidez, responderam com extensos sobramentos aos esforços tensionais causados pela intrusão, no que foram acompanhados por toda a sequência sobrejacente.

A região onde desenvolveu-se a estrutura dômica situa-se na porção central da bacia, na qual, presume-se, as camadas sedimentares atingem suas maiores espessuras. Observando-se a coluna estratigráfica composta do domo Monte Alegre, proposta por CUNHA & CAPUTO (op.cit), constata-se que, de acordo com os dados de DIXON (1950), nas sondagens nº 84 e 89 (efetuadas pelo Serviço Geologico e Mineralógico do Brasil, em Monte Alegre) foram perfurados cerca de 120m de arenitos com níveis de folhelho preto (de 440 a 560m) relacionados à Formação Trombetas. Abaixo dessa sequência, foram perfurados aproximadamente 80m de diabásio (final do furo) que, acredita-se, faça parte do corpo laccolítico.

A pequena espessura de sedimentos silurianos atravessada (120m) permite considerar que, abaixo daquele diabásio deva ocorrer o restante da seção correspondente à Formação Trombetas, a qual, no depocentro da bacia deve possuir uma espessura superior a 1.000m.

Deduz-se, portanto, que o corpo intrusivo gerador da estrutura dômica de Monte Alegre, tenha-se posicionado ao longo dos estratos superiores da sequência siluriana.

Embora venha sendo utilizada com muita fre

quência a denominação lacólito, para esse corpo, julga-se mais aconselhável o termo plutonito, uma vez que sua forma e relações estruturais não são bem conhecidas. Na Figura 11 é mostrada a evolução morfo-estrutural do domo de Monte Alegre.

Com relações as rochas básicas aflorantes na área do domo, considera-se como intimamente relacionadas ao plutonito situado em profundidades mais abissais, constituindo possíveis ramificações do mesmo, na forma de soleiras e diques, os quais são sempre característicos de condições não orogênicas ou especificamente cratônicas, onde são comuns as tensões epirogênicas (De SITTER 1970).

A heterogênea distribuição dessas rochas básicas, em "feixes" sub-paralelos (diques) ou como corpos semi-circulares, concêntricos (soleiras) deve-se possivelmente à atuação de diferentes campos de esforços, muito embora exista uma estreita relação entre essas duas formas.

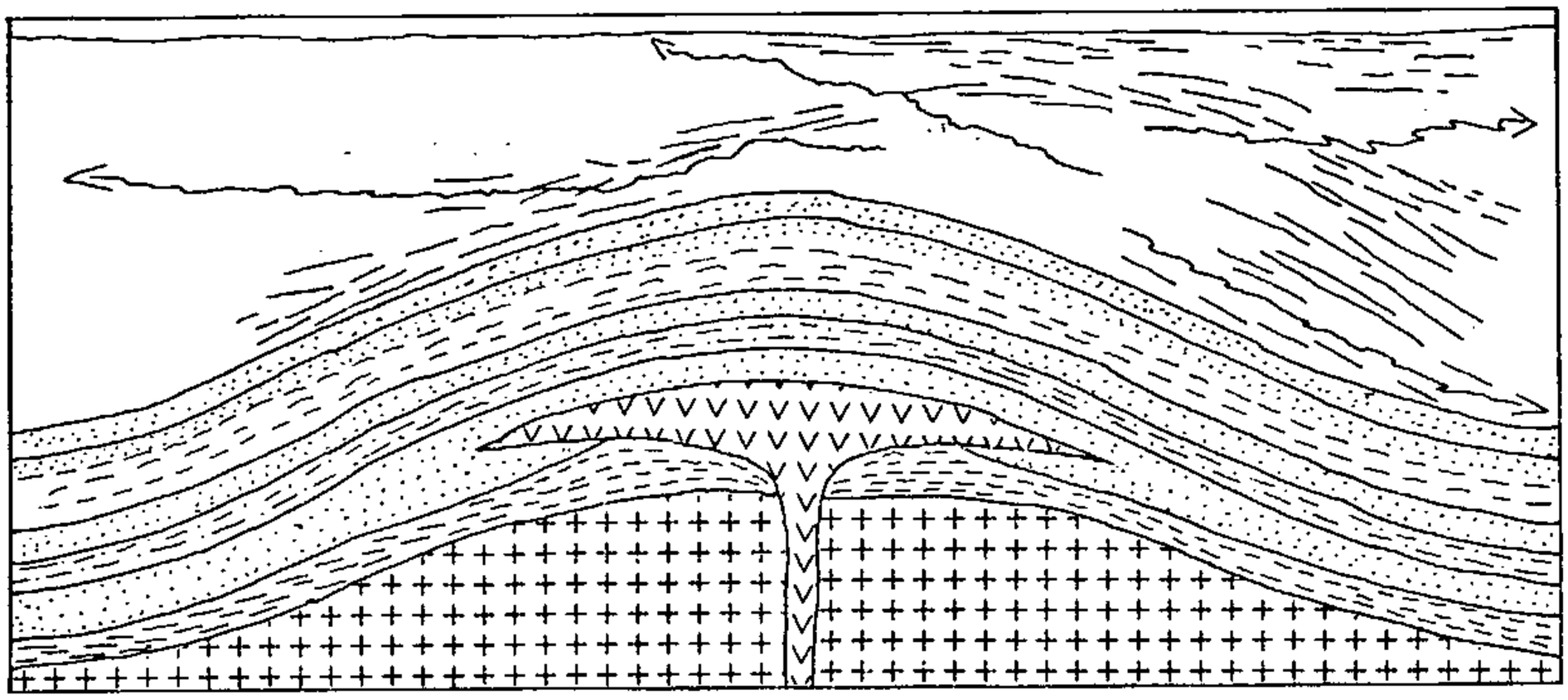
Admite-se que, concomitante ao arqueamento da sequência sedimentar, pela intrusão do plutônito básico, tenham surgido tensões superficiais circulares, com pontos de rotura em diversos locais (no caso, teriam sido mais frequentes no flanco oeste da estrutura), por onde penetrou o magma básico do plutonito. Imediatamente após, teriam sido reativados os fraturamentos sub-paralelos de direção geral norte-sil (com pequenas variações para noroeste-sudeste), com o consequente preenchimento.

O diagrama de frequência de juntas da Fig.

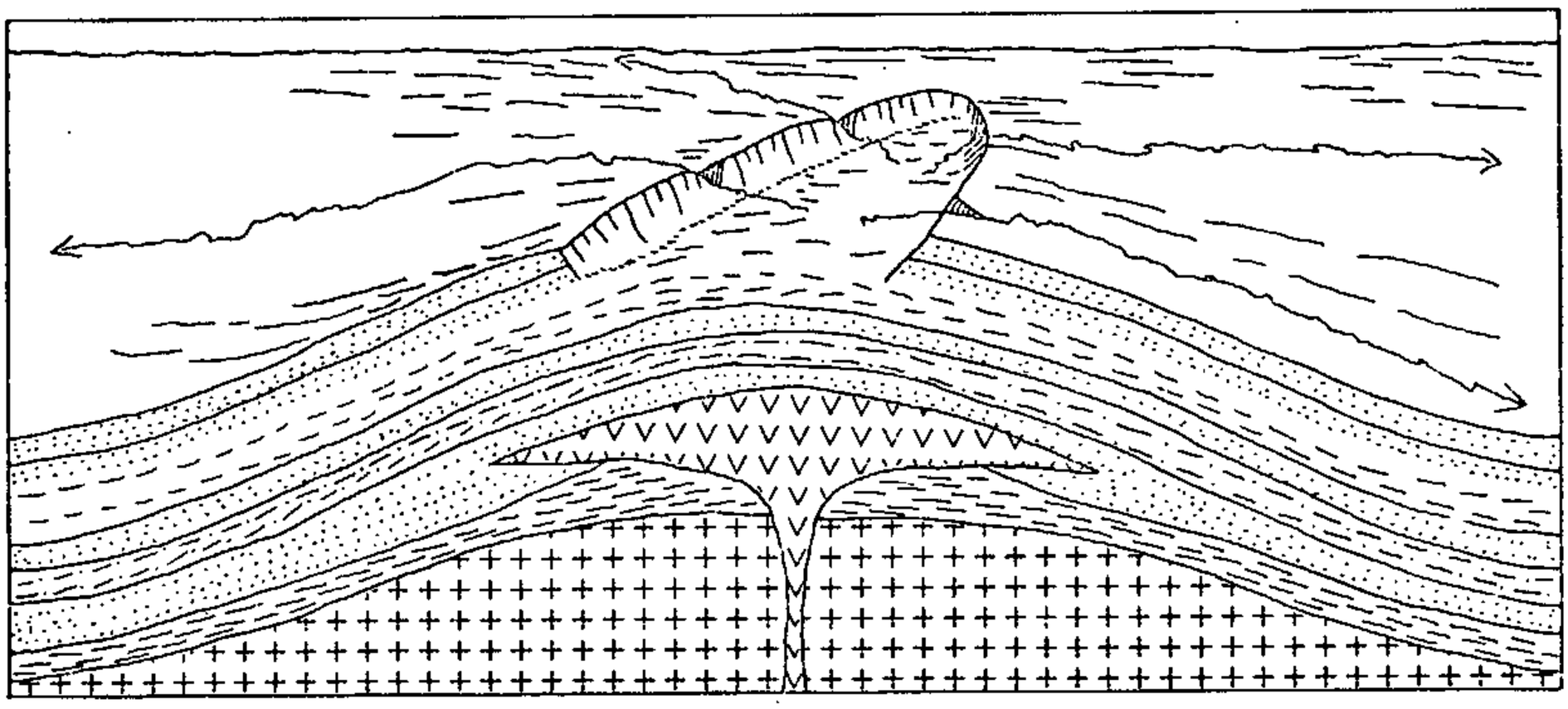
FIG.11

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE

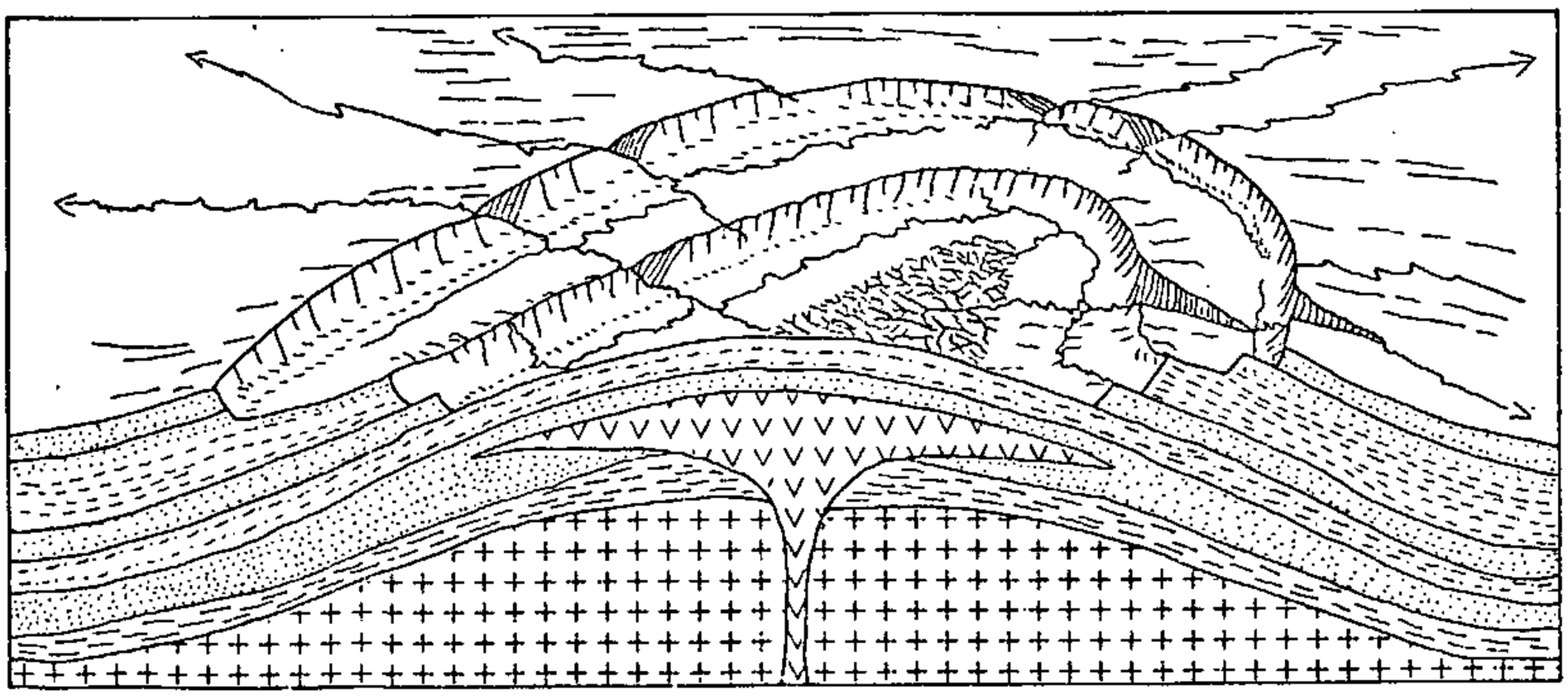
EVOLUÇÃO MORFO-ESTRUTURAL DO DOMO DE MONTE ALEGRE (MESOZÓICO)



S/ESCALA



S/ESCALA



S/ESCALA

Foto nº 15 - Suave arqueamento produzido por intrusão de diabásio, nos folhelhos Barreirinha (rodovia PA-254).

Foto nº 16 - Brecha de falha, constituída por fragmentos angulosos de folhelho, com cimento ferruginoso. Associados, ocorrem blocos de diabásio.

quentes no flanco oeste da estrutura dômica.

Dentre os principais falhamentos de gravidade existentes na área do domo, destacam-se os de direção geral N-S (com variações para N10°W), bem caracterizados a leste do Núcleo de Inglês de Souza, estendendo-se, às vezes, além do limite norte da estrutura dômica. Esses falhamentos foram bem delimitados, baseando-se nos grandes alinhamentos estruturais observados nas fotos aéreas e imagens radargramétricas, com brechas de falha associadas (Foto 16). Essas falhas acham-se em geral preenchidas por diques de diabásio.

Um extenso alinhamento estrutural observado na porção setentrional do domo, possuindo direção quase este-oeste, foi interpretado como uma falha suposta, uma vez que não foram observadas feições tectônicas (brechas de falha "slickenside", etc), nessa região. Entretanto, os fortes mergulhos da Formação Faro (até 45°), observados proximo ao povoado de Santa Helena, poderiam constituir-se numa provavel evidência desse falhamento.

Todávia, é no flanco sudeste da folha SA. 21-X-D-VI-4 que está localizado o mais notável falhamento da região, o qual, dentro dos limites da folha SA.21-X-D-VI, na área do domo, possui uma extensão aproximada de 25 km, orientada segundo uma direção aproximada N60E.

Essa feição, interpretada como uma falha de rejeito vertical, aqui denominada "Falha do Ererê", colocou

FIG.12

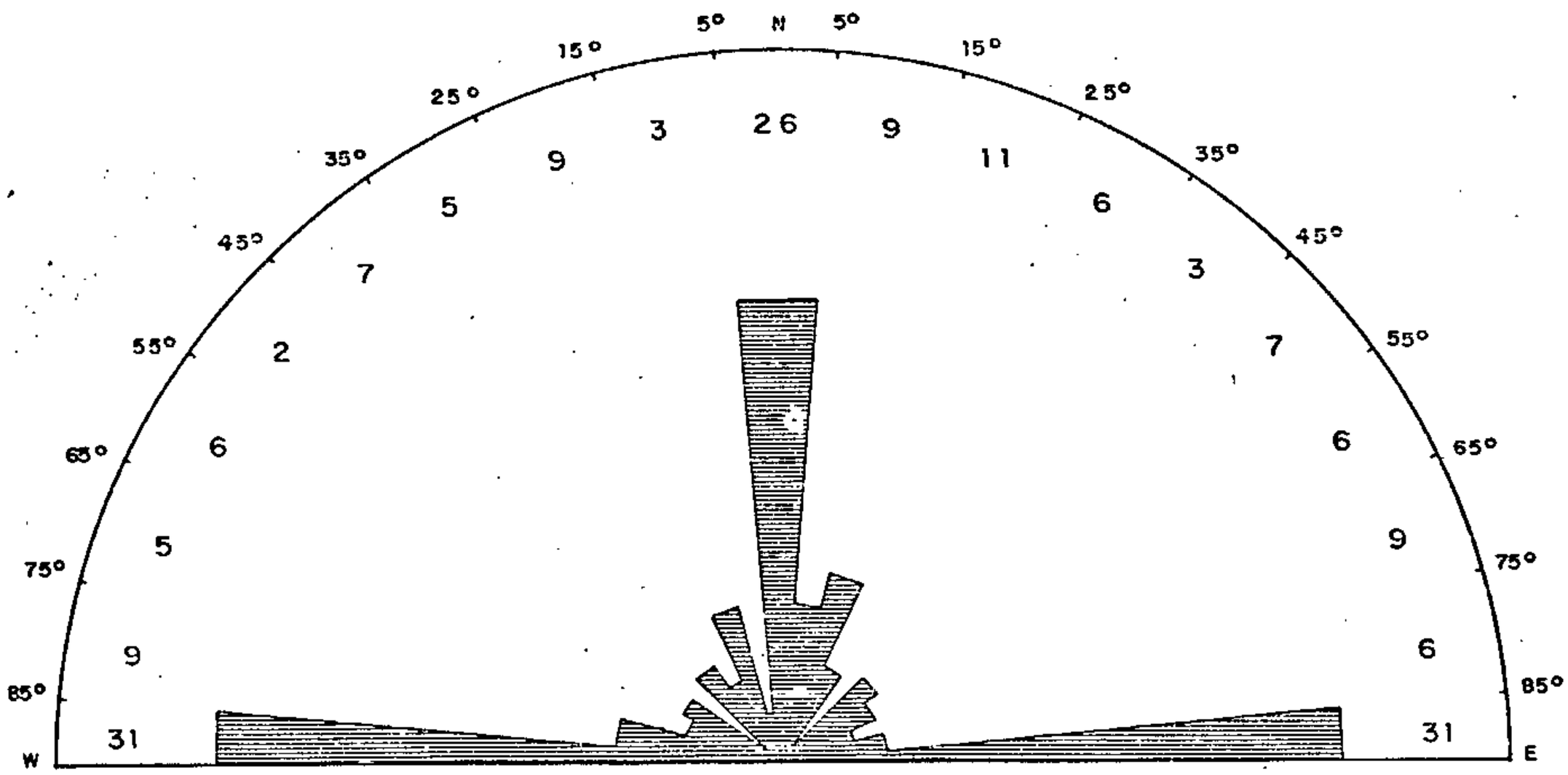
PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DIAGRAMA DE FREQÜÊNCIA DE JUNTAS

UNIDADES PALEOZÓICAS

REGIÃO DO DOMO DE MONTE ALEGRE

155 MEDIDAS DE CAMPO



1 cm = 5 juntas

em contato lateral rochas paleozóicas da Formação Ererê com clásticos terciários da Formação Alter do Chão. Estendendo-se para sudoeste, a falha do Ererê forma uma escarpa de arenitos terciários, que constitui as serras da Lua e do Ererê.

Nos trabalhos de campo, esse falhamento ficou bem caracterizado nos pontos JP-R-26 e JP-R-37 a,c, entre outros. No primeiro, observou-se na base de uma elevação grandes blocos de uma brecha silicificada, com aspecto de "chert", onde são observados fragmentos angulosos de material silicoso imersos em uma matriz mais fina, esverdeada. Constatou-se também uma intensa piritização na brecha silicificada. Em JP-R-37 a, as rochas paleozóicas apresentam-se com um acamamento próximo da vertical (ocorre diabásio no local) enquanto em JP-R-37 c, são observados arenitos extremamente silicificados, apresentando, inclusive, vênulas de calcedônia. Ressalte-se ainda que esses três pontos acham-se alinhados exatamente segundo N60°E, que á a direção geral da falha do Ererê.

A falha do Ererê é resultante das últimas reativações que processaram-se na região, após a sedimentação Alter do Chão, uam vez que trunca as litologias daquela unidade. Assim, acredita-se que exista um estreito relacionamento entre a feição supracitada e o alinhamento estrutural (falha suposta ?) do flanco norte do domo, e que constituam, ambos, falhamentos de gravidade, responsáveis pelo soerguimento da estrutura dômica, ao final do Terciário.

Admite-se, portanto, que a estrutura de Monte Alegre seja na realidade uma estrutura combinada, do tipo "domo-horst", formada no Mesozóico e soerguida ao final do Terciário, em concordância com as hipóteses ja preconizadas por CUNHA & CAPUTO, em 1974.

Desde esse soerguimento, os agentes denudacionais vem atuando intensa e continuamente nessa região, modelando-a, sendo responsáveis, em parte, por essa ampla exposição de rochas paleozóicas na porção central da bacia do Médio-Baixo Amazonas.

7.3 - Síntese

- Os elementos estruturais mais conspícuos na área do Projeto (falhas e fraturas) estão intimamente relacionados a eventos diastrófico - epirogenéticos, que atuaram, possivelmente, desde o início do Paleozóico até o final do Terciário.

- O arcabouço estrutural regional consiste, fundamentalmente, em duas feições distintas. A primeira delas, constitui uma estrutura do tipo homoclinal, com as camadas paleozóicas dispostas sub-paralelamente, apresentando "strikes" de direção geral este-oeste e suaves mergulhos para sul, em direção ao centro da bacia. A outra feição estrutural é representada por uma estrutura dômica, que apresenta um centro exumado e uma porção periférica constituída por elevações tipo "cuestas" e hogbacks".

- O denso fraturamento observado na região atinge indistintamente a todas as unidades paleozóicas, em ambos os domínios estruturais, sendo todavia menos conspícuos na cobertura terciária.

- No domínio da estrutura homoclinal, os alinhamentos estruturais (fraturas ou falhamentos) mais frequentes dispõem-se segundo direções principais N30°-40°W, N25°-35°E e N-S, sendo que as duas últimas geralmente representam fraturas preenchidas.

- Os "trends" supracitados são aproximadamente coincidentes com as principais feições estruturais regionais das áreas cratônicas adjacentes, sugerindo que os alinhamentos da bacia podem ter sido originados pelas reativações de antigas zonas de fraqueza.

- A grande incidência de diabásios na área do domo de Monte Alegre, evidencia que a gênese dessa estrutura estaria relacionada ao intenso magmatismo básico ocorrido na bacia Amazônica durante o Mesozóico. Na região de Monte Alegre, esse magmatismo manifestou-se na forma de um provável corpo locolítico, cuja ascenção causou profundas deformações na sequência paleozóica encaixante.

- As rochas básicas que afloram na área do domo são consideradas como intimamente ligadas ao plutonito básico, situado em profundidades mais abissais. Os corpos semi-circulares, concêntricos, de grande possança, facilmente delimitados na área, provavelmente constituem soleiras, formadas pela penetração do magma básico ao longo de zonas de fraqueza.

- Os principais fraturamentos observados na área do domo orientam-se preferencialmente segundo N-S, E-O e N15°-25°E, aproximadamente coincidentes com os "trends" do restante da área, numa prova de que, quando do arqueamento da sequência sedimentar paleozóica, os fraturamentos de

senvolveram-se preferencialmente ao longo de antigas linhas de fraqueza, através de reativações.

- Ao final do Terciário, ocorreram novos reajustes epirogenéticos na região do domo, reativando fraturamentos já existentes, o que originou o soerguimento da estrutura dômica segundo falhas de gravidade de direção NE-SW. Tal fato, pode ser observado no flanco sudeste do domo, onde a falha do Ererê coloca em contato lateral estratos paleozóicos e terciários.

- Esse soerguimento causou o desenvolvimento de uma feição estrutural, positiva de grandes dimensões ("horst"), que provavelmente estende-se para nordeste, além dos limites da área do Projeto. Assim, a estrutura de Monte Alegre constitui, na realidade, uma estrutura combinada, tipo "domo-horst".

- Pelo menos três eventos tectônico- epirogênicos estão bem evidenciados na área do Projeto. O primeiro, pré-Mesozóico, estaria caracterizado através dos grandes fraturamentos N-S (com pequenas variações para NE e NW), observados por todo o domínio da homoclinal, fora da área de influência da estrutura dômica. O segundo evento, ocorrido provavelmente no Mesozóico (mais especificamente ' juro-triássico), caracteriza-se pela intensa atividade ígnea básica que originou o domo de Monte Alegre. Um terceiro evento, ocorrido no final do Terciário, após a sedimentação Alter do Chão, teria dado origem, através de reativações, aos falhamentos que soergueram a estrutura dômica, possibilitando o desenvolvimento de uma feição estrutural positiva, tipo "domo-horst".

8. HISTÓRIA GEOLÓGICA

Na sequência paleozóica da área do Projeto, o ciclo sedimentar mais antigo iniciou-se com a deposição da Formação Maecuru-Membro Lontra, de idade devoniana inferior. Assim, a evolução geológica dessa região está registrada a partir do Emsiano, com uma transgressão marinha, durante a qual foi depositada uma sequência essencialmente arenosa.

O Membro Lontra é constituído fundamentalmente por arenitos, cujas características petro-estruturais e conteúdo fossilífero sugerem uma deposição em ambiente predominantemente marinho, litorâneo, de águas rasas.

Com o contínuo avanço do mar, no Devoniano Médio, desenvolveram-se ambientes mais calmos, de energia moderada a baixa, com a sedimentação clástica (Formação Maecuru) dando lugar, gradativamente, a uma deposição predominantemente pelítica, representada pelos siltitos e folhelhos laminados da Formação Ererê.

No início do Devoniano Superior essa transgressão marinha tornou-se mais acentuada, tendo atingido o seu clímax durante o Frasniano, com a deposição do Membro Barreirinha (Formação Curuá). Nessa época, o mar devoniano atingiu suas maiores proporções, formando-se extensas lâminas d'água, embora com pequenas profundidades. Predominavam ambientes marinhos, pouco profundos e calmos, redutores, com grande atividade biológica.

No final do Devoniano, movimentos epirogenéticos não uniformes atuando sobre a plataforma Amazônica, reativaram o Alto de Purus, ocasionando uma regressão dos

mares. Os folhelhos e siltitos (com arenitos subordinados) do Membro Curiri representariam os primeiros estágios desa fase regressiva.

A glaciação devoniana, que em outras regiões da bacia apresenta evidências marcantes, possivelmente não chegou a atingir as porções mais orientais da bacia do Médio-Baixo Amazonas (pelo menos no flanco norte), uma vez que, na área do Projeto, não foram observados os típicos diamictitos do Membro Curiri. O que se observou foram pontos isolados onde ocorrem rochas argilosas contendo grânulos de quartzo, com elevada proporção de matriz e aspecto "solto" dos grânulos, às vezes de forma angular. Segundo CARROZZI et alii (1973), essas litologias representam períodos de aquiescência, associado às fases de deglaciação.

Com a continuação da retração marinha, formaram-se ambientes mais rasos, havendo, no início da deposição Oriximiná, forte influência de ambientes trasicionais "Offshore-Shoreface".

CARROZZI et alii (1973) consideram que a sedimentação Oriximiná "representa períodos de deglaciação e post-glaciais, com dois episódios deposicionais bem caracterizados. O primeiro, apresenta um amplo desenvolvimento de sedimentação fluvial e deltáica progradante, passando a dital-deltáico no centro da bacia. O segundo, relacionado ao período post-glacial, representa-se por intercalações de folhelhos e siltitos, relacionados a ambientes "shoreface" a "offshore".

Para DAEMON & CONTREIRAS, o surgimento de novos elementos na microflora do Devoniano superior (Struniano), sugere uma variação climática na bacia Amazônica, du

rante a sedimentação Oriximiná.

Acentuando-se essa fase regressiva, formaram-se, no Mississipiano, embaiamentos que foram preenchidos em condições salobras (CARROZZI, et alii, 1973). Durante essa fase, foram depositados os clásticos da Formação Faro, de maior influência continental.

A presença de folhelhos sílticos com estrutura "flaser" na seção superior da unidade sugere a existência de ambiente de planície de maré, ao término da sedimentação Faro.

Após um período de erosão ou não deposição, ocorreu no Pensilvaniano uma nova invasão marinha na bacia, depositando sedimentos de frante transgressiva, representados pelos arenitos da Formação Monte Alegre.

Na plataforma rasa, de comunicão com o mar parcialmente fechada, as condições paleoclimáticas foram propícias à deposição de sedimentos carbonáticos e evaporíticos, relacionados às formações Itaituba e Nova Olinda, respectivamente.

Nessa época, em bacia rasa, os fenômenos de fluxo e refluxo do mar foram frequentes. As intercalações de folhelhos, siltitos, arenitos e calcários indicam mudanças ambientais periódicas, sugerindo a existência de uma sedimentação cíclica para a sequência Itaituba-Nova Olinda.

No final dessa fase evolutiva, as interrupções da bacia com o mar tornaram-se mais frequentes, devido provavelmente ao assoreamento e à possível formação de barras, criando as condições ideais para as precipitações químicas que deram origem aos evaporitos da zona de supramaré.

No Mesozóico, não se verificaram manifestações de processos sedimentares na bacia do Médio-Baixo Amazonas, registrando-se um longo período de erosão ou não deposição.

Como consequência da separação e deriva dos continentes Sul-Americano e Africano, formaram-se grandes freturamentos que, propagando-se intracratonicamente, atingiram a citada bacia (REZENDE, 1971). Ao longo desses fraturamentos houve ascenção de magma básico que, na região de Monte Alegre, manifestou-se na forma de um provável corpo lacolítico.

Devido ao seu baixo grau de rigidez, as litologias encaixantes responderam com intensos dobramentos aos esforços tensionais causados pela intrusão do plutônito básico, resultando na formação de uma estrutura domal.

Concomitante à esses arqueamentos, originaram-se intensos fraturamentos, enquanto outros, já existentes, sofriam reativação. Continuando em sua ascenção, o magma básico penetrou nessas zonas de fraqueza, lateral e verticalmente, conforme atestam, hoje, as inúmeras soleiras e diques de diabásio, tão abundantes na área do domo de Monte Alegre.

As áreas de influência dessas intrusões básicas caracterizam-se pela presença de folhelhos e siltitos de aspecto cornubianítico.

Cessado esse evento, iniciou-se, no Cretáceo, a acumulação dos clásticos continentais da Formação Alter do Chão. Intensos rebaixamentos denudacionais desenvolviam-se nas áreas expostas dos escudos, suprindo do farto

material detrítico a bacia do Médio-Baixo Amazonas. Tal fato, associado a crescente subsidência da mesma, propiciou um espessamento dessa unidade, cuja espessura, em alguns locais, atinge valores consideráveis.

Ao final da sedimentação Alter do Chão, no Terciário, o clima apresentava-se tropical sêco, propiciando intenso processo de laterização.

Novos reajustes epirogenéticos atingiram a região, estando bem evidenciados na área do domo de Monte Alegre. Aí, são observados fortes indícios de soerguimento dessa estrutura, ao longo de falhamentos de gravidade de direção nordeste-sudeste, causando o desenvolvimento de uma feição estrutural positiva de grandes dimensões, do tipo "domo-horst".

Diversos falhamentos provavelmente originaram-se durante esse evento, sendo um dos mais proeminentes aquele que trunca o flanco sudeste do domo, colocando em contato lateral rochas das formações Ererê (Devoniano Médio) e Alter do Chão (Terciário).

No Quaternário, a intensa e contínua erosão causada pelos cursos d'água, propicia a formação de depósitos aluvionares, muito bem representados na porção setentrional da área do Projeto.

CPRM

9. PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA E PESQUISA MINERALOMÉTRICA

9.1 - Introdução e Objetivos

A prospecção geoquímica realizada na área do Projeto fundamentou-se nos resultados obtidos com o Estudo Orientativo desenvolvido sobre as Áreas Piloto 1 e 2. A área Piloto 1, englobando praticamente as unidades paleozóicas da Bacia Sedimentar Amazônica, informou principalmente sobre a caracterização geoquímica das unidades litoestratigráficas (conteúdo em elementos traço nas diversas unidades sedimentares e as suas respectivas relações). A Área Piloto 2, dentro da qual eram conhecidas mineralizações, forneceu os melhores parâmetros para utilização na busca de novas ocorrências dentro da área global trabalhada.

A utilização da geoquímica e da mineralometria, nesta etapa, objetivou a delimitação de áreas - alvo restritas de alto potencial mineral. E com base nos resultados do Estudo Orientativo da etapa anterior deu-se ênfase à prospecção dos membros Barreirinha e Curiri, da Formação Curuá, e à Formação Itaituba, em vista dos conhecidos níveis piritosos; de barita, com disseminações de galena e esfalerita, em calcários; e pirita, esfalerita e calcopirita em concreções carbonáticas. As demais unidades da área, embora merecessem estudos prospectivos, foram levantadas através de uma menor densidade de amostragem.

9.2 - Amostragem

Em cada estação geológica com coleta de amostra era preenchida a "Ficha de Campo-Amostra Geoquímica"

padronizada da CPRM na qual são informados os parâmetros descritivos da amostra, parâmetros descritivos de campo e características físicas visuais da amostra coletada.

Objetivando uma perfeita recuperação das informações acumuladas, foi criada uma codificação livre, formada por caracteres alfa-numéricos combinados e correspondentes aos 5 dígitos do campo 65 de ficha de campo. A referida codificação caracteriza a amostra segundo os critérios à seguir relacionados.

Dígito 1 - Informativo da unidade litoestratigráfica ou litológica predominante na bacia de captação considerada.

1 - Formação Ererê
2 - Formação Curuá
3 - Formação Faro
4 - Formação Monte Alegre
5 - Formações Itaituba/Nova Olinda
6 - Formação Alter do Chão
7 - Formação Maecuru
8 - Rochas Básicas

Dígito 2 - Indicativo dos membros das formações e influência de rochas básicas em parte da bacia de captação

1 - Membro Barreirinha
A - Membro Barreirinha com influência de Rochas Básicas
2 - Membro Curiri
B - Membro Curiri com influência de Rochas Básicas

3 - Membro Oriximiná

C - Membro Oriximiná com influência de Rochas Básicas

4 - Membro Jatapu

D - Membro Jatapu com influência de Rochas Básicas

5 - Membro Lontra

E - Membro Lontra com influência de Rochas Básicas

6 - Soleiras de Diabásio

7 - Formações Itaituba/Nova Olinda com influência de Rochas Básicas

8 - Formação Monte Alegre com influência de Rochas Básicas

9 - Formação Faro com influência de Rochas Básicas

Dígito 3 - Representativo da litologia dominante na estação geológica correspondente à amostra

1 - Arenito

2 - Folhelho

3 - Siltito

4 - Calcário

Dígito 4 - Representante de duplicata de campo

Branco ou 0 - amostra de rotina

1 - duplicata de campo

Dígito 5 - Indicativo de malha de solo e rocha

1 - Malha 1

2 - Malha 2

etc

9.2.1 - Sedimento de Corrente

Foi prevista, inicialmente, a amostragem de 1560 sedimentos ativos, dos quais 70 duplicatas, segundo critérios de adensamento proporcionais às perspectivas metalíferas das unidades: as formações Maecuru, Curuá e Itaituba/ Nova Olinda levantadas com uma densidade de amostragem 1 am/2km^2; as formações Ererê, Faro, Monte Alegre e Alter do Chão e as Rochas Básicas, segundo uma densidade de 1 am/ 5km^2.

À exceção da Área Piloto 1, toda a área do Projeto foi amostrada por sedimentos de corrente, com os locais de coleta previamente locados em mapa 1:50.000, predominantemente sobre as drenagens de 2ª e 3ª ordens.

Os procedimentos de coleta foram os normalmente utilizados nos trabalhos da CPRM: amostragem com retirada de sedimentos ativos, tão próximo quanto possível da calha dos cursos d'água, evitando materiais de derivação local (desmoronamentos e margens) e dando preferência à porção fina (síltico-arenosa), sem matéria orgânica.

As amostras duplicatas, coletadas numa proporção 1 am/20 originais (5%) foram locadas, próximas às originais, de modo que o distanciamento entre ambas não afetasse a área de representatividade das mesmas em função da bacia de captação.

9.2.2 - Concentrado de Bateia

Na prospecção através de concentrados de minerais pesados foi utilizada uma metodologia na qual procurou-se obter amostras de modo mais homogêneo possível, em toda a área, com bacias de captação de representatividade mé

dia de 15 km^2; os pontos de coleta foram locados previamente na programação geoquímica detalhada, de modo que cada amostra representasse uma bacia de captação dentro de uma mesma unidade, sem mistura de populações.

As amostras foram originadas da concentração manual, em bateia de alumínio, de um volume inicial de 10 litros, de material retirado de locais favoráveis à concentração natural, ao longo da drenagem. Das 200 amostras inicialmente programadas, foram coletadas 173.

9.2.3 - Solo

Para efeito de programação foram estimadas 4 malhas de 200x200m, com 10% de duplicata, num total de 440 amostras. Era prevista a amostragem em zonas mineralizadas que se esperavam detectar com o desenvolvimento dos trabalhos. No entanto, nesta etapa não foram encontradas mineralizações nas quais se justificasse uma amostragem em malha, daí a coleta de apenas uma amostra.

9.2.4 - Rocha

Julgou-se suficiente, neste trabalho, a coleta de apenas 20 amostras, predominantemente na Formação Curuá e, secundariamente, nas formações Itaituba/Nova Olinda. Foram amostras compostas, formadas por fragmentos coletados ao longo dos afloramentos considerados importantes à caracterização lito-geoquímica da área.

9.3 - Preparação das Amostras e Técnicas Analíticas

As amostras de sedimentos de corrente e as amostras de solo foram, preliminarmente, secas em estufas, a 80°C, seguido de peneiramento a - 80 mesh e pulverização à granulometria inferior a 150 mesh.

As rochas foram, inicialmente, fragmentadas em britador, homogeneizadas e, posteriormente, pulverizadas e menos que 150 mesh.

Os concentrados de bateia não sofreram nenhum processo de preparação, sendo encaminhados diretamente ao laboratório para o estudo mineralométrico.

Os sedimentos, solos e rochas, após a pulverização, eram divididos em 2 porções, das quais, uma contendo um volume próximo ao necessário às análises a que seriam submetidos, era remetido ao LAMIN, ficando a outra porção para arquivo no setor competente da SECLAB/BE.

As amostras de sedimento de corrente e rocha foram submetidas à análise por espectrografia de emissão padrão para 30 elementos (Fe,Mg,Ca,Ti,Mn,Ag,As,Au,B,Ba,Be,Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr), espectrofotometria de absorção atômica para Cu,Pb, Zn e Mo (HNO_3 concentrado à quente); colorimetria para As e Sb e cromotografia, para U.

Nos concentrados de bateia foram realizadas determinações mineralógicas semi-quantitativas, enquanto que a única amostra de solo foi avaliada para Cu,Pb,Zn,Co, Sb,Mo,Fe e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica e As e Sb pelo método colorimétrico.

Os resultados analíticos para espectrografia de emissão obedecem a uma escala de incremento geométrico com intervalo logaritmico constante - six-steps - segundo uma série 1, 1,5, 2, 3, 5, 7, 10, etc, na qual os valores 1,5, 3 e 7 correspondem a interpolações visuais.

As análises por métodos rápidos (espectrofotometria de absorção atômica, colorimetria e cramatografia) fornecem resultados com incrementos aritméticos e intervalos crescentes, proporcionais ao aumento da concentração dos elementos.

Os resultados são apresentados, normalmente, com valores definidos e valores qualificados. Os primeiros, compreendem teores, ou que não se enquadram entre os limites do método, ou que não podem ser confiáveis plenamente, por estarem sujeitos a interferência de outros elementos.

Os qualificadores utilizados pelo LAMIN são:

L - o elemento analisado foi detectado, porém ocorre em concentração inferior ao limite mínimo de detecção do método.

N - elemento não foi detectado na amostra

G - o elemento ocorre em concentração superior ao valor máximo detectável para o método.

H - a leitura sofreu interferência de outros elementos.

A tabela 9 apresenta as principais características dos métodos analíticos utilizados, com a contagem da população total utilizada na confecção deste Relatório.

TAB. 9

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER MONTE ALEGRE

CONTAGEM DO ARQUIVO

ELEMENTOS (MÉTODO ANALÍTICO)	CARACT. DO MÉTODO			VALORES DEFINIDOS	VALORES QUALIFICADOS				RESULT. DEFINIDOS	
	TIPO DE ATAQUE	Sensibilidade			Inferior do Limite de Sensibilidade (1)	Superiores ao limite de Sensibilidade(G)	Não detectados(N)	Com Interferência (H)	Valor Mínimo	Valor Máximo
		Mínima	Máxima (usual)							
Fe (S) %	T	0,05	20	1354	-	14	-	-	0,10	20
Mg (S) %	T	0,02	10	1367	1	-	-	-	0,02	3
Ca (S) %	T.	0,02	20	846	506	4	12	-	0,02	3
Ti (S) %	T	0,002	1	581	0	787	-	-	0,15	1
Mn (S)	T	10	5000	1352	7	9	-	-	10	5000
Ag (S)	T	0,5	5000	13	19	-	1336	-	1	1
As (S)	T	200	10000	-	-	-	1368	-	-	-
Au (S)	T	10	500	1	-	-	1367	-	15	15
B (S)	T	10	2000	1322	34	-	12	-	10	500
Ba (S)	T	20	5000	1366	-	2	-	-	30	1500
Be (S)	T	1	1000	720	525	-	123	-	1	30
Bi (S)	T	10	1000	-	14	-	1354	-	-	-
Cd (S)	T	20	500	-	-	-	1368	-	-	-
Co (S)	T	5	2000	1290	29	-	48	1	5	200
Cr (S)	T	10	5000	1368	-	-	-	-	10	1000
Cu (S)	T	5	20000	1257	108	2	2	1	5	1000
La (S)	T	20	1000	1213	18	-	137	-	20	300
Mo (S)	T	5	2000	243	410	-	715	-	5	200
Nb (S)	T	10	2000	1211	157	-	-	-	10	30
Ni (S)	T	5	5000	1333	11	-	22	2	5	500
Pb (S)	T	10	20000	733	355	-	280	-	10	200
Sb (S)	T	100	10000	-	-	-	1368	-	-	-
Sc (S)	T	5	100	1166	01	-	73	65	5	100
Sn (S)	T	10	1000	67	102	-	1102	97	10	500
Sr (S)	T	100	5000	259	279	1	829	-	100	300
V (S)	T	10	10000	1367	-	-	-	-	10	1000
W (S)	T	50	10000	-	1	-	1366	-	-	-
Y (S)	T	10	2000	1363	4	-	-	-	10	200
Zn (S)	T	200	10000	34	57	-	1042	-	200	500
Zr (S)	T	10	1000	966	-	401	-	-	10	1000
Cu (AA)	P	3	1000	1289	74	-	7	-	3	370
Pb (AA)	P	3	1000	950	172	-	52	195	3	140
Zn (AA)	P	3	1000	1330	39	-	-	1	3	400
Sb (AA)	P			68	135	-	528		1	3
Mo (AA)	P	2	1000	295	29	-	1046	1	2	100
Fe (AA) %	P	0,01	10	1	-	-	-	-	1,7	1,7
Mn (AA)	P	3	10000	1	-	-	-	-	120	120
Co (AA)	P	3	10000	-	-	-	-	1	-	-
Ni (AA)	P	3	10000	1	-	-	-	-	5	5
As (C)	P	10	300	239	1131	-	-	1	10	120
Sb (C)	P	1	80	114	469	-	57	732	1	3
U (CM)	P	20	1200	70	1296	-	-	5	2	160

Engloba apenas as amostras dos sub-arquivos processados

S - Espectrografia de Emissão

C - Colorimetria

Resultados em ppm, exceto quando indicado

AA - Espectrofotometria de Absorção Atômica

CM - Cromatografia

Tipos de Ataque : T - total; P- parcial;

CPRM

9.4 - Estudo da Variância

A confiabilidade dos dados analíticos disponíveis foi testada através da avaliação da variância introduzida pela amostragem + os métodos analíticos.

Nesta avaliação utilizou-se o teste "t" de Student entre pares, a uma significância de 0,05.

A população testada foi composta de 72 pares amostrais, formados pelas amostras originais e suas respectivas duplicatas de campo. Foram considerados todos os elementos analisados, exceto aqueles que apresentaram grande predominância de resultados qualificados.

Tendo em vista que, apenas para sedimentos houve coleta de amostras duplicatas, apenas para este material foi testada a confiabilidade nos dados.

Os resultados analíticos transformados logaritmicamente foram os utilizados nos cálculos da variância, sendo abandonados os pares amostrais com valores qualificados.

O elemento Pb (AA), em sua totalidade, apresentou os resultados com interferência. Na aplicação do teste de variância foram utilizados os valores numéricos dos teores, sendo abandonado o qualificador H.

Na análise da tabela 10, onde podem ser observadas as variações dos teores ocorridas entre os pares considerados, destaca-se a absoluta insignificância da variância introduzida. Pode-se, assim, confiar plenamente nos dados disponíveis para os demais procedimentos estatísticos e geoquímicos, ressalvadas as restrições ao elemento Pb.

TABELA 10
ANÁLISE DE VARIÂNCIA
Teste "t" de Student
SEDIMENTO DE CORRENTE

ELEMENTO (MET. ANALÍT.)	PARES DE OBS.	VARIAÇÃO ENTRE DUPLICATAS	PERCENTIS TABELADOS (t.975)	SIGNIFICÂNCIA AO NÍVEL 0,05
Fe (S)	70	- 0,275	± 1,997	Não
Mg (S)	72	- 1,819	± 1,996	Não
Ca (S)	35	- 1,609	± 2,034	Não
Ti (S)	23	- 0,655	± 2,074	Não
Mn (S)	72	- 1,016	± 1,996	Não
B (S)	68	- 1,507	± 1,998	Não
Ba (S)	72	- 0,595	± 1,996	Não
Be (S)	26	- 0,996	± 2,060	Não
Co (S)	65	0,530	± 1,999	Não
Cr (S)	72	0,501	± 1,996	Não
Cu (S)	66	0,287	± 1,998	Não
La (S)	62	0,229	± 2,000	Não
Mo (S)	9	- 0,400	± 2,306	Não
Nb (S)	64	0,286	± 1,999	Não
Ni (S)	70	0,408	± 1,997	Não
Pb (S)	35	- 1,921	± 2,034	Não
Sc (S)	58	0,634	± 2,002	Não
Sr (S)	9	- 1,264	± 2,306	Não
V (S)	72	- 0,395	± 1,996	Não
Y (S)	71	1,108	± 1,996	Não
Zr (S)	48	- 0,534	± 2,013	Não
Cu (AA)	67	1,022	± 1,998	Não
Pb (AA)	69	1,560	± 1,997	Não
Zn (AA)	70	1,065	± 1,997	Não

S - Espectrografia de Emissão

AA - Espectrofotometria de Absorção Atômica

CPRM

9.5 - Apresentação dos Resultados

9.5.1 - Generalidades

O grande número de informações obtidas até o estágio de resultados analíticos, requereu a homogeneização e padronização dos mesmos, de modo a permitir a realização de um tratamento estatístico o mais representativo da área pesquisada, gerando por conseguinte, resultados confiáveis. Procedeu-se, assim, a uma padronização dos dados, segundo os critérios descritos à seguir.

9.5.2 - Critérios Interpretativos

a) Foram submetidas a computação estatística apenas as populações que apresentavam mais de 50% de resultados definidos. Naquelas em que o percentual de valores qualificados era predominante, embora não tendo sido calculados seus estimadores, fez-se comentários sobre resultados considerados significativos, como também foram representados em mapa os elementos de distribuição anômala.

b) A distribuição dos elementos é tomada como log-normal, de conformidade com o proposto por AHRENS, L.H. (1954) que considera este tipo de distribuição o esperado para elementos traços nos ambientes geoquímicos. Assim, os resultados brutos foram transformados logaritmicamente para todas as determinações estatísticas.

c) A interpretação geoquímica das populações selecionadas baseou-se, fundamentalmente, nos parâmetros estatísticos média e desvio padrão, nos histogramas, gráficos de probabilidade e interpretação dos mapas geoquímicos.

d) Os elementos Ag, As, Au, Bi, Cd, Sb e W analisados por espectrografia de emissão, Sb (AA), As e Sb (colorimetria) e Urânio (cromatografia), foram excluidos do tratamento estatístico em todas as matrizes, por apresentarem a quase totalidade dos resultados abaixo dos limites de detecção dos métodos analíticos empregados.

e) Para determinação dos limiares dos elementos que aceitaram a distribuição log-normal (Teste de Kolmogorov-Smirnov - nível de significância 1%) adotou-se o sugerido por Hawkes & Webb (1962): considerou-se como anomalia possível os teores iguais ou acima ao produto da média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico ao quadrado, e como anomalia provável o produto de média vezes o desvio geométrico elevado ao cubo. Os elementos que não aceitaram a distribuição log-normal tiveram os limiares determinados graficamente(LEPELTIER 1969) nas respectivas curvas de frequências acumuladas. No texto são descritas as anomalias de 1ª ordem detectadas e as de 2ª a essas associadas.

f) Para o cálculo das estatísticas, os valores qualificados foram transformados, com a eliminação dos qualificadores através dos procedimentos seguintes: multiplicando os valores numéricos precedidos de G (limite superior de detecção do método) por 1,5; multiplicando os valores numéricos precedidos de L, correspondente ao limite inferior de sensibilidade do método, por 0,5; através da multiplicação do valor numérico de N (não detectado) pelo fator 0,25; considerando o valor numérico de H (interferência) vezes 0,75.

Para o elemento manganês (espectrografia de emissão) nas matrizes das formações Itaituba/Nova Olinda e

Monte Alegre, houve um excesso de intervalos six-steps , (mais de 20) tendo-se eliminado, simplesmente, o qualificador G, considerando-se apenas o valor numérico no processamento.

g) Para simplificar a representação de anomalias, foram acrescentadas ao lado do elemento anômalo, e entre parenteses, as letras "S", "AA", "C" e "CM", indicando os métodos de determinação analítica, respectivamente, espectrografia de emissão (S), espectrofotometria de absorção atômica (AA), colorimetria (C) e cromatografia (CM).

h) No ítem "Considerações Geoquímicas", as formações são consideradas como uma única unidade, independente da divisão em mais de uma matriz que ocorre em alguns casos (p. ex.: Formação Curuá-Membro Curiri, sem influência de Rochas Básicas e Formação Curuá-Membro Curiri com influência de Rochas Básicas). Resguardam-se, no entanto, os estimadores que as caracterizam na determinação das populações anômalas;

i) Os resultados da pesquisa mineralométrica são apresentados ao final das considerações geoquímicas de cada unidade. O enfoque principal é dirigido somente aos minerais de importância econômica detectados. Também os resultados da análise de rochas e solo recebem igual tratamento

9.5.3 - Processamento Eletrônico dos Dados

Foi realizado segundo os programas do Sistema de Estatística de Amostragem Geoquímica (SEAG), da CPRM.

Foram obtidos 38 conjuntos amostrais basea

dos fundamentalmente nas diversas populações litológicas predominantes, assim discriminadas:

a) Sedimentos de Corrente

- Formação Maecuru Membro Lontra-Geral
- Formação Maecuru Membro Lontra-Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Maecuru Membro Lontra-Com influência de Rochas Básicas
- Formação Ererê - Geral
- Formação Ererê - Predominância de Siltitos
- Formação Ererê - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Ererê - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Total
- Formação Curuá - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Barreirinha - Geral
- Formação Curuá - Membro Barreirinha - Predominância de Folhelhos
- Formação Curuá - Membro Barreirinha - Sem influência de Folhelhos
- Formação Curuá - Membro Barreirinha - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Barreirinha - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Curiri - Geral
- Formação Curuá - Membro Curiri - Predominância de Folhelhos
- Formação Curuá - Membro Curiri - Predominância de Siltitos

- Formação Curuá - Membro Curiri - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Curiri - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Oriximiná - Geral
- Formação Curuá - Membro Oriximiná - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Oriximiná - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Curuá - Membro Oriximiná - Predominância de Arenitos
- Formação Faro - Geral
- Formação Faro - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Faro - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Monte Alegre - Geral
- Formação Monte Alegre - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Monte Alegre - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Monte Alegre - Predominância de Arenitos
- Formações Itaituba/Nova Olinda - Geral
- Formações Itaituba/Nova Olinda - Sem influência de Rochas Básicas
- Formações Itaituba/Nova Olinda - Com influência de Rochas Básicas
- Formação Alter do Chão - Geral
- Formação Alter do Chão - Sem influência de Rochas Básicas
- Formação Alter do Chão - Com influência de Rochas Básicas

-Sedimentos sobre Rochas Básicas

b) Rocha

A recuperação utilizou apenas o campo 14 da ficha de campo, tendo como relatório de saída a matriz composta por todas as amostras coletadas (20), visto que o pequeno número dos indivíduos desta população não aconselhava a divisão em unidade menores, face a impossibilidade da determinação dos estimadores estatísticos.

c) Solo

A existência de uma única amostra coletada implicou na recuperação simples da mesma, sob igual procedimento utilizado para as rochas.

d) Concentrado de Bateia

Foi obedecido ainda o critério seletivo do campo 14 de ficha de campo na recuperação das 173 amostras obtidas.

As varias matrizes correspondentes às diversas populações-alvo foram submetidas a diversos programas de aplicação disponíveis no SEAG, tais como, testes de distribuição, histogramas de frequência, gráficos de probabilidade, matriz de correlação, etc.

9.5.4 - Documentação Gráfica

Por permitir uma visualização e interpretação imediatas dos dados, optou-se por representar, sempre que possível, os parâmetros obtidos através de gráficos e tabelas cujos manuseio e consultas permitem um imediato con

tato com as informações, facilitando comparações e interpretações entre as populações das variáveis processadas.

Foram confeccionadas tabelas com os estimadores populacionais, nas quais são apresentados o grau de detecção, range de ocorrência e os parâmetros media geométrica, desvio padrão e coeficiente de variação, calculados para os valores analíticos transformados, além dos limiares de anomalias possível e provável, para cada elemento. Os limiares foram submetidos a arredondamento, depois de calculados. Para rochas e solos não foram construídas as tabelas dos estimadores, dada a insuficiência de informações.

Foi construído um tipo de mapa representativo de anomalias de 1ª ordem e de 2ª ordem a estas associadas, contendo a mineralogia dos resistatos, especialmente dos minerais de interesse econômico.

A correlação entre os elementos é representada com uma matriz na qual, através da simbologia utilizada, são destacados os graus de dependência das variáveis entre si.

9.5.5 - Homogeneização e Simplificação dos Dados

Concluída a fase de processamento eletrônico, ficou evidenciada uma quantidade muito elevada de informações geradas pelo grande número de populações inicialmente considerado. Procurou-se, então, conjugar os dados das populações homogêneas, sem comprometer a qualidade e confiabilidade das informações.

Procedeu-se à aplicação de um teste de comparação entre distribuições de séries, sugerido por BEUS & GRIGORIAN (1977) e baseado no cálculo dos valores "t" de

Student, à partir da média geométrica e o desvio padrão. O teste é baseado na fórmula.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

na qual $\bar{X}_1$, e $\bar{X}_2$ = médias geométricas dos elementos em comparação na população em cheque ; S_1 e S_2 = desvios padrão dos mesmos elementos; N_1 e N_2 = números de indivíduos de cada população envolvida no teste.

O valor "t" calculado (são utilizados os dados transformados logaritmicamente) é comparado com a tabela de percentis da distribuição t de Student, a um nível de significância de 0,05, para $\frac{N_1 + N_2}{2}$ graus de liberdade.

Face ao elevado volume de resultados, e procurando reduzir a quantidade de cálculos matemáticos, os testes foram baseados nas variáveis Fe, Mn,Ba, Co, Cr, Ni e V, analisados por espectrografia de emissão e Cu, Pb, Zn e Mo, por espectrofotometria de absorção atômica.

A comparação foi efetivada entre as matrizes dentro de uma mesma unidade mapeada, de modo que, ao final, fosse (m) selecionada (s) apenas a (s) que melhor representasse (m) a referida unidade.

Concluída a aplicação do teste, foram selecionadas as seguintes matrizes:

- Formação Maecuru - Membro Lontra - Sem influência de Rochas Básicas - 56 indivíduos

-Formação Maecuru - Membro Lontra - Com influência de Rochas Básicas - 16 indivíduos
-Formação Ererê - Geral - 108 indivíduos
-Formação Curuá - Membro Barreirinha -Predominância de Folhelhos - 106 indivíduos
-Formação Curuá - Membro Barreirinha - Sem influência de Folhelhos - 60 indivíduos
-Formação Curuá-Membro Curiri -Sem influência de Rochas Básicas - 219 indivíduos
-Formação Curuá - Membro Curiri - Com influência de Rochas Básicas - 121 indivíduos
-Formação Curuá -Membro Oriximiná - Geral -137 indivíduos
-Formação Faro - Geral - 151 indivíduos
-Formação Monte Alegre -Geral - 195 indivíduos
-Formações Itaituba/Nova Olinda -Geral -152 indivíduos
-Formação Alter do Chão - Geral - 27 indivíduos

Estas, acrescidas da matriz "Sedimentos sobre Rochas Básicas" (16 indivíduos), compõem o quadro de informações dos sedimentos de corrente.

9.6 - Considerações Geoquímicas

9.6.1 - Introdução

Neste item procede-se a caracterização geoquímica das unidades mapeadas, através da distribuição dos elementos-traço. Dos materiais amostrados, apenas os sedimentos de corrente têm uma ampla distribuição amostral sobre a área do Projeto. As amostras de rochas, além de pou

cas (20) concentram-se, quase que exclusivamente, na Formação Curuá (Membro Curiri) e, secundariamente, na unidade Itaituba/Nova Olinda; as formações Ererê e Faro são refletidas através de apenas um indivíduo cada, ficando as populações Maecuru, Monte Alegre e Alter do Chão sem representação. Uma vez que, também a amostragem de solo restringiu-se a um exemplar, a caracterização geoquímica da área será quase que totalmente baseada nos resultados dos sedimentos.

Pelo acima exposto, repetem-se as observações feitas no Estudo Orientativo, referente à utilização deste material na interpretação geoquímica da dispersão dos elementos-traço e características ambientais da área.

"Na área em estudo, verificou-se que as condições ambientais não são propícias a longos deslocamentos de elementos-traço sob a forma hidromórfica, uma vez que persistem certos fatores externos adversos. A baixa precipitação pluviométrica, comprovada por ocasião da amostragem geoquímica, ao serem encontrados secos os leitos das drenagens de 2ª e 3ª ordens, por si só faz supor a grande predominância do transporte clástico, seja por queda ou escorregamento gravitativo do material superficial das encostas, ou transporte de material não solubilizado em meio aquoso, em caráter temporário, ao sobrevir densa precipitação de chuvas. A presença de rochas calcíferas que se dissolvem causando aumento do pH da água percolante, por sua vez, inibe o transporte sob forma iônica da maioria dos elementos-traço, mesmo nestes certos períodos em que os canais drenantes são ativados".

Por estes motivos a dispersão dos elementos pode ser considerada predominantemente clástica, o que motivou a programação de bacias de captação de pequeno dimensionamento, no sentido de tornar consistentes as informações fornecidas pelos sedimentos de corrente, com vista a caracterização geoquímica da área mapeada.

9.6.2 - Formação Maecuru - Membro Lontra

População de sedimentos de corrente composta de 72 indivíduos, 16 dos quais sob influência de rochas básicas nas bacias de captação que representam.

Comparado com as demais populações, o conjunto de 52 amostras não influenciadas por rochas básicas destaca um maior enriquecimento nos elementos B (S) e La (S), e um empobrecimento relativo mais elevado para os elementos Mg (S), Mn (S) e Ba (S) (análise das figuras 13 e 14). As amostras influenciadas por rochas básicas não apresentam um enriquecimento relativo evidente, contrastando com as menores médias para Fe (S), Mg (S) e Mn (S) e, menos destacadamente, Co (S) e Cr (S).

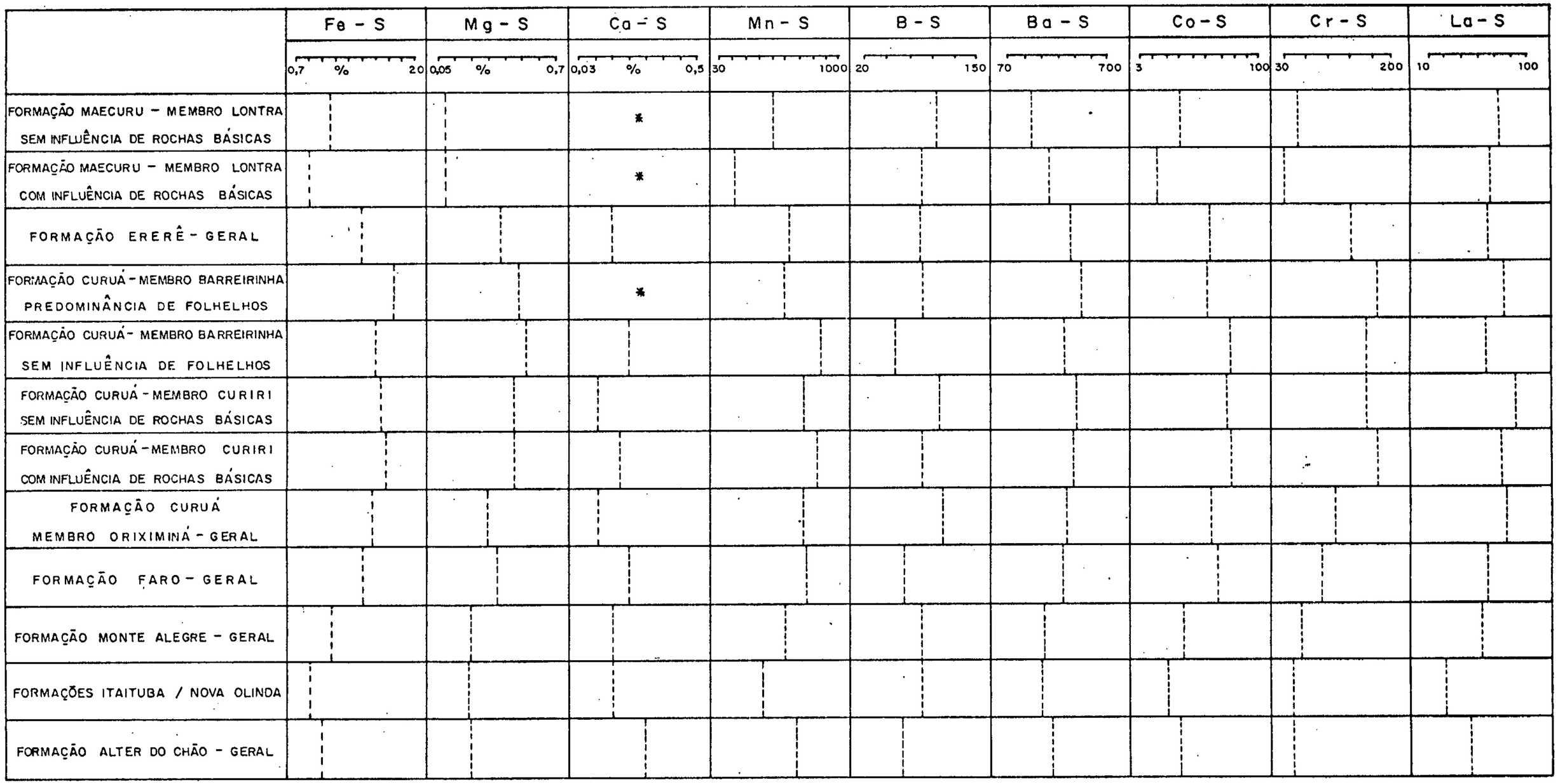
Da análise da matriz de correlação depreende-se, para a população normal (figura 15), uma interdependência elevada entre as combinações dos elementos Cu (AA) x Zn (AA), Ni (S) x Co (S) e Co (S) x Mn (S), relações típicas do ambiente secundário. As demais correlações, secundárias, refletem, ainda, os processos atuantes no ambiente supergênico (Fe (S) x Mn (S) x Co (S) x Sc (S) x Y (S) x La (S) x V (S).

FIG. 13

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MÉDIAS GEOMÉTRICAS

COMPARAÇÃO ENTRE POPULAÇÕES



S - Espectrografia de Emissão — Escalas de valores logaritmicas

Teores em ppm, exceto quando indicado

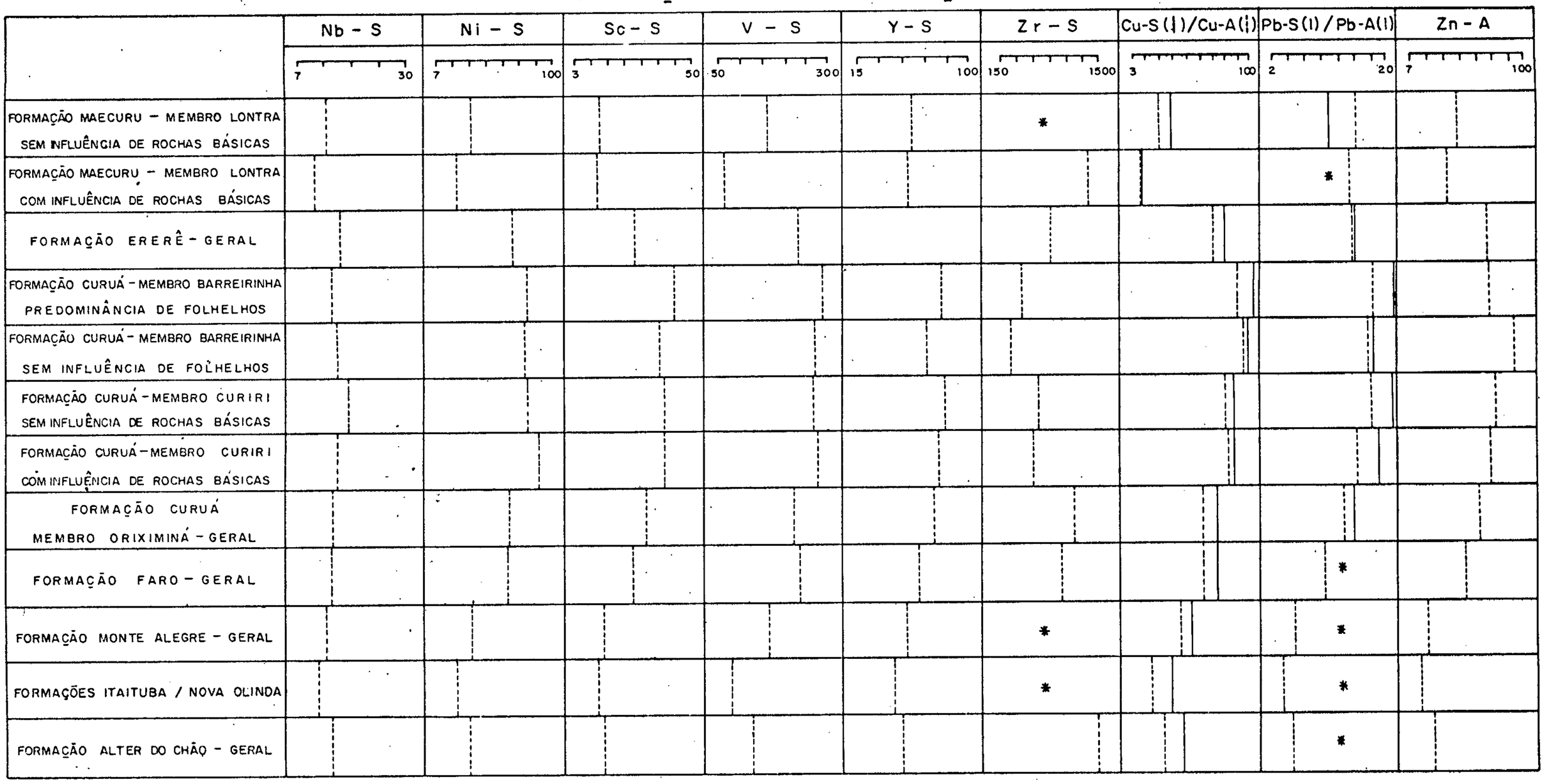
* - não determinada por insuficiência de dados (excesso de valores qualificados)

FIG. 14

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MÉDIAS GEOMÉTRICAS

COMPARAÇÃO ENTRE POPULAÇÕES



S - Espectrografia de Emissão

Escalas de valores logaritmicas

A - Espectrofotometria de Absorção Atômica

Teores em ppm

* - não determinada por insuficiência de dados (excesso de valores qualificados)

TAB. 11

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO MAECURU - MEMBRO LONTRA Sem Influência de Rochas Básicas	Fe (%) (S)	56:56	A	0,2	20	1,897	2,892	1,445	16	46
	Mg (%) (S)	56:56	A	0,02	0,3	0,060	1,946	0,747	0,22	0,44
	Ca (%) (S)	14:56	R	0,05	0,2	-	-	-	-	-
	Ti (%) (S)	47:56	A	0,3	1	0,716	1,585	0,486	1,8	2,9
	Mn (S)	55:56	A	15	5000	155,813	4,677	3,130	3408	15940
	B (S)	55:56	A	30	200	72,794	1,896	0,711	262	496
	Ba (S)	56:56	A	30	500	126,273	1,634	0,522	337	551
	Be (S)	29:56	R	1	7	0,863	1,905	0,718	4 *	6 *
	Co** (S)	46:56	A	5	200	11.252	3,435	1,893	133	456
	Cr (S)	56:56	A	10	1000	44,485	2,340	1,029	244	570
	Cu** (S)	40:56	A	5	200	9,993	3,363	1,831	113	380
	La (S)	54:56	A	20	150	54,143	2,027	0,805	222	451
	Mo (S)	2:56	R	10	20	-	-	-	-	-
	Nb (S)	44:56	A	10	20	10,898	1,610	0,504	28	45
	Ni (S)	53:56	A	5	100	16,662	2,742	1,329	125	343
	Pb (S)	31:56	A	10	150	10,476	3,076	1,592	99	305
	Sc** (S)	29:56	A	5	30	6,253	2,469	1,124	38	94
	Sn** (S)	3:56	R	10	10	-	-	-	-	-
	Sr (S)	5:56	R	100	100	-	-	-	-	-
	V (S)	56:56	A	20	500	111,715	2,149	0,892	516	1109
	Y (S)	55:56	A	15	150	42,752	1,849	0,677	146	270
	Zn (S)	1:56	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	20:56	R	100	1000	-	-	-	-	-
	Cu (AA)	50:56	A	3	75	7,372	2,474	1,127	45	112
	Pb (AA)	50:56	A	4	65	11,037	2,557	1,189	72	184
	Zn (AA)	56:56	A	4	140	21,847	2,403	1,075	126	303
	Sb (AA)	0:16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	4:56	R	2	6	-	-	-	-	-
	As (C)	10:56	R	10	40	-	-	-	-	-
	Sb (C)	3:40	R	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:56	-	-	-	-	-	-	-	-

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII - 1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 15

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTOS

FORMAÇÃO MAECURU - MEMBRO LONTRA

SEM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS

	Fe-S	Mg-S	Ti-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Be-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	○	o	x	o	x	o	o	o	x	o	x	o	o	o	o	o	x	○	o	
Pb-A	o	o	x	x	x	o	o	x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	o		
Cu-A	○	o	o	o	x	o	o	o	x	o	x	o	o	o	o	o	x			
Y-S	x	o	x	x	○	o	o	x	x	o	○	o	o	o	o	○				
V-S	o	o	o	o	o	o	o	o	o	○	o	o	○	o	○					
Sc-S	o	o	o	○	x	o	o	○	○	○	o	o	○	○						
Pb-S	o	o	x	o	x	o	o	o	○	o	o	o	o							
Ni-S	o	o	o	○	x	o	o	○	○	○	o	o								
Nb-S	o	○	o	o	o	o	o	o	x	o	o									
La-S	x	o	x	x	o	o	o	x	x	x										
Cu-S	o	o	o	o	x	o	o	o	o											
Cr-S	o	o	o	o	x	x	x	o												
Co-S	○	o	x	○	x	o	○													
Be-S	o	o	x	o	o	o														
Ba-S	o	o	x	x	o															
B-S	x	x	x	x																
Mn-S	○	o	x																	
Ti-S	o	o																		
Mg-S	o																			
Fe-S																				

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	○
≥ 0,6 - < 0,8	○
0,26* - < 0,6	o

X CORRELAÇÃO ENTRE -0,26 E 0,26

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 56 AMOSTRAS

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

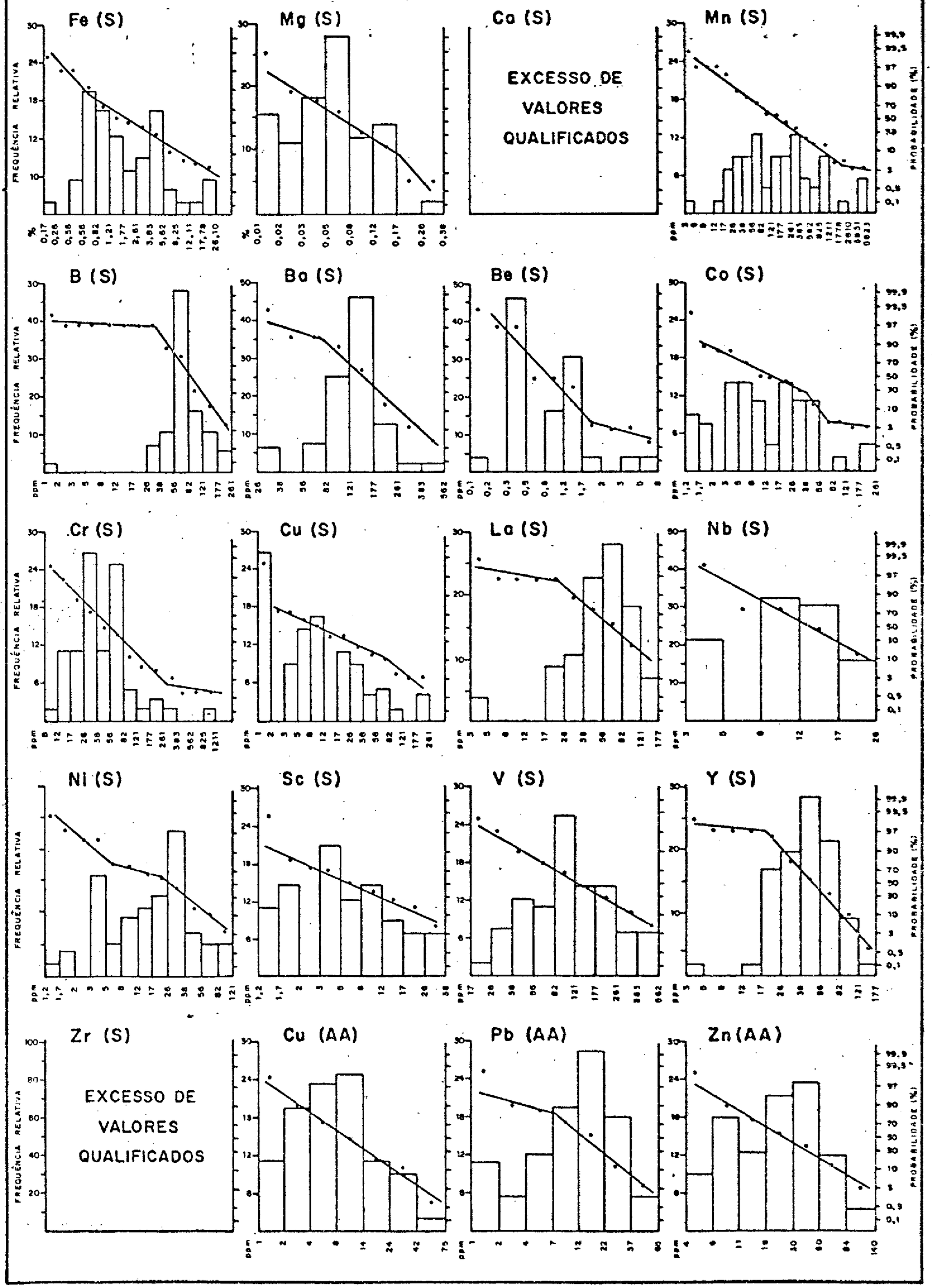
FIG. 16

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO MAECURU-MEMBRO LONTRA-SEM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS



TAB. 12

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO MAECURU - MEMBRO LONTRA Com Influência de Rochas Básicas	Fe (%) (S)	16:16	A	0,3	5	0,990	1,950	0,750	3,7	7,3
	Mg (%) (S)	16:16	A	0,02	0,2	0,063	1,962	0,759	0,2	0,5
	Ca (%) (S)	5:16	R	0,05	0,1	-	-	-	-	-
	Ti (%) (S)	16:16	A	0,2	1	0,590	1,508	0,428	1,3	2
	Mn (S)	16:16	A	15	700	53,282	2,616	1,234	365	953
	B (S)	16:16	A	30	100	60,525	1,415	0,358	121	171
	Ba (S)	16:16	A	100	500	178,104	1,758	0,612	550	967
	Be (S)	6:16	A	1	1,5	-	-	-	-	-
	Co (S)	13:16	A	5	15	5,704	1,692	0,565	16	28
	Cr (S)	16:16	A	15	70	32,991	1,783	0,630	105	187
	Cu (S)	9:16	A	5	50	4,864	2,281	0,987	25	58
	La (S)	16:16	A	20	100	46,386	1,663	0,543	128	213
	Mo (S)	2:16	R	15	20	-	-	-	-	-
	Nb (S)	10:16	A	10	15	8,977	1,641	0,528	24	40
	Ni (S)	16:16	A	5	50	13,235	2,180	0,914	63	137
	Pb (S)	6:16	A	10	70	-	-	-	-	-
	Sc** (S)	10:16	A	5	15	5,560	2,358	1,043	31	73
	Sn (S)	0:16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sr (S)	2:16	R	100	100	-	-	-	-	-
	V (S)	16:16	A	30	100	55,039	1,462	0,394	118	172
	Y (S)	16:16	A	15	100	34,268	1,874	0,696	120	225
	Zn (S)	0:16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zr (S)	8:16	A	300	1000	986,711	1,763	0,616	3067	5407
	Cu (AA)	12:16	A	3	35	4,698	2,475	1,128	29	71
	Pb (AA)	16:16	A	5	27	10,065	1,747	0,604	31	53
	Zn (AA)	16:16	A	4	75	17,560	2,219	0,942	86	192
	Sb (AA)	0:4	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	2:16	R	9	9	-	-	-	-	-
	As (C)	1:16	R	20	20	-	-	-	-	-
	Sb (C)	1:12	R	1	1	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:16	-	-	-	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R), a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV). - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

** - Apresentaram resultados com interferência.

F I G . 17

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTOS

FORMAÇÃO MAECURU - MEMBRO LONTRA

COM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS

	Fe-S	Mg-S	Ti-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	o	○	x	x	x	o	○	x	x	o	x	◯	x	o	o	x	○	o	
Pb-A	○	○	x	x	o	◯	x	○	x	x	o	o	○	○	x	x	○		
Cu-A	o	◯	x	x	o	○	x	○	o	x	x	○	o	○	○	(o)			
Zr-S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Y-S	o	○	x	x	o	x	x	o	○	x	x	o	○	◯					
V-S	○	○	o	x	o	x	x	o	o	x	x	○	○						
Sc-S	○	○	○	x	○	○	x	○	x	x	○	o							
Ni-S	○	○	x	o	x	o	◯	x	x	o	x								
Nb-S	x	x	○	x	o	x	x	○	x	x									
La-S	x	x	x	x	x	○	x	x	x										
Cu-S	x	x	x	x	x	x	x	x											
Cr-S	○	○	x	x	○	○	x												
Co-S	x	o	x	○	x	x													
Ba-S	○	○	x	o	x														
B-S	x	o	x	x															
Mn-S	o	x	x																
Ti-S	x	x																	
Mg-S	○																		
Fe-S																			

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	◯
≥ 0,6 — < 0,8	○
0,46* — < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE −0,46 E 0,46

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 16 AMOSTRAS

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

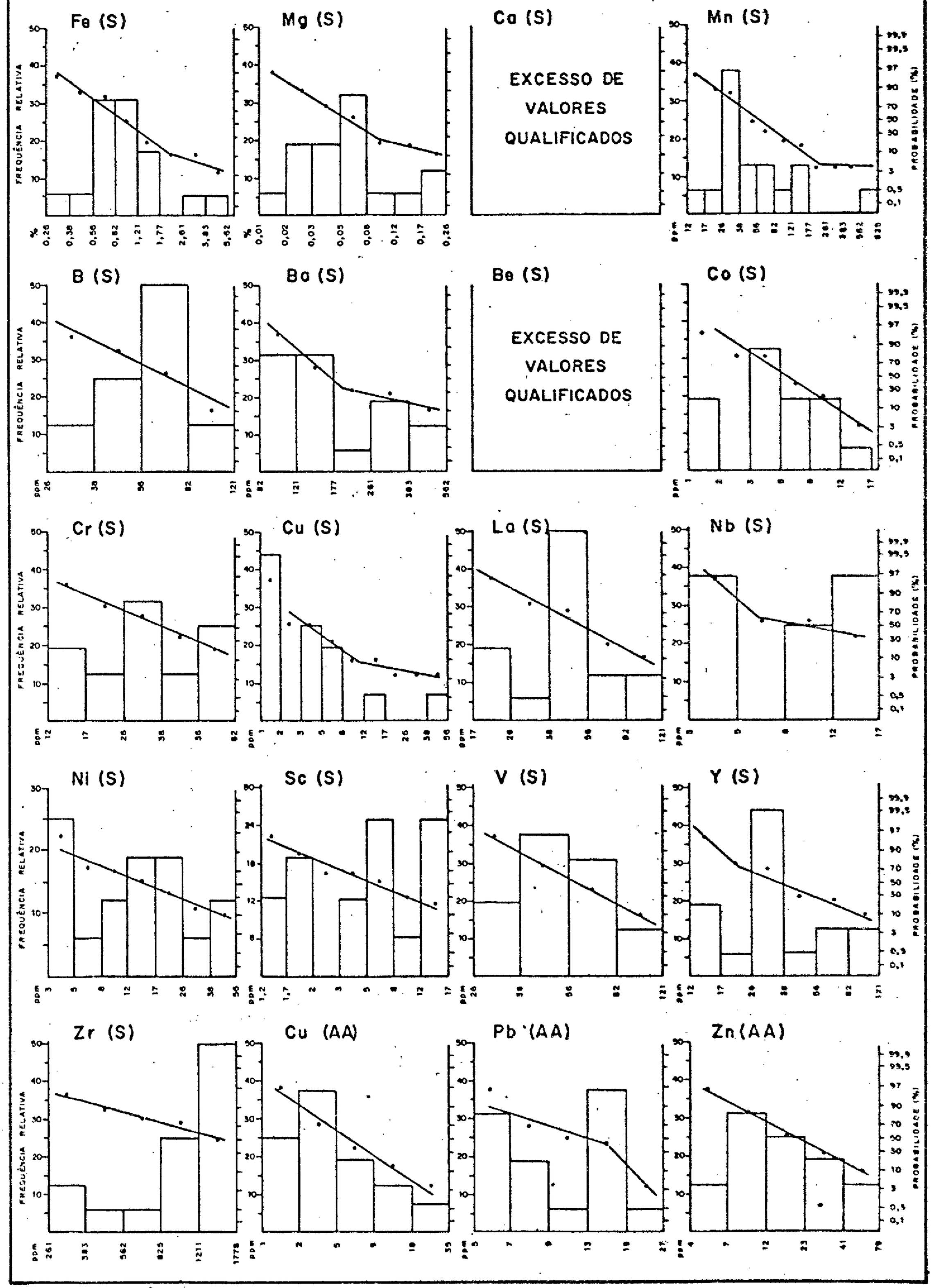
FIG. 18

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO MAECURU - MEMBRO LONTRA - COM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS



Para o grupo representando influência de rochas básicas (figura 17), anota-se uma correlação elevada entre Co (S) e Zn (AA), Ni (S) e Co (S), Mg (S) e Cu (AA), V (S) e Y (S) e Pb (AA) e Ba (S) e a incompatibilidade de Zr (S) com Cu (AA). Nas primeiras, predominam relações típicamente do ambiente secundário, enquanto que, no 2º caso, podem justificar-se por distintas litologias (Cu nos leitos de folhelhos da unidade, predominantemente arenosa).

As associações de anomalias detectadas não evidenciaram maiores possibilidades prospectivas imediatas para a formação. Das informações adquiridas admite-se que, na grande maioria, as anomalias representam misturas de influências, predominando, na maior parte das vezes, a interação dos processos formadores do ambiente secundário. Por vezes refletem as litologias mapeadas ou mesmo, os minerais resistatos acessórios da formação.

Na Folha SA.21-X-D-V-2, na estação PS-91 uma anomalia provável de 50 ppm Pb (AA) representa o ponto de destaque na folha, na bacia do igarapé Preto, em afluente que tem a quase totalidade de seu curso na Formação Ererê. A comparação do resultado com a análise por espectrografia de emissão forneceu valor idêntico, o que indica que o elemento ocorre todo com fracas ligações, podendo representar uma ocorrência sulfetada.

Na Folha SA.21-X-D-VI-1, porção superior, em afluente do médio curso do igarapé dos Perdidos, há uma anomalia de 20 ppm As. Em afluentes de pequena representatividade do rio Maecuru, pela margem direita, os pontos JA-02 e CS-51; o primeiro associa anomalias de 2ª ordem de 20% Fe, 1000 ppm Mn, 30 ppm Sc com um teor provavelmente

FIG. 19

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÃO MAECURU – MEMBRO LONTRA

MINERAIS \ AMOSTRAS	ES-003	PS-012	PS-015	JE-095	ES-016	CF-029	CF-227	CF-007	CF-008	CF-014	CF-024
ILMENITA	⊕	●	●	◒	●	⊕	◒	◐	⊕	◒	⊕
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *	⊙					⊙		⊙			
ZIRCÃO	⊙	⊙	⊙	◐	⊙	⊕	◐	⊙	●	⊙	⊙
XENOTÍMIO							⊙				
MAGNETITA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
PIROXÊNIO		⊙	⊙			⊙		⊙	⊙	⊙	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO		⊙	⊙	⊙	⊙	◐	⊙	◐	⊕	⊕	◒
ANATÁSIO	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
ANFIBÓLIO	⊙	⊙				⊙					
FOSFATO	⊙	⊙					⊙		⊙	⊙	⊙
LEUCOXÊNIO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙
APATITA *						⊙					

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 %
⊕ 10 - 20 %
◐ 20 - 40 %
◒ 40 - 60 %
● > 80 %

anômalo de 1000 ppm Cr; no outro, uma anomalia de 1ª ordem de 500 ppm Ba.

Na bacia do igarapé Ipixuna, representa anomalias a estação ES-12, com associação Co (S) - Sc (S)- V (S) Be (S) - As (C) com valores possivelmente anômalos de 15%, 5000 ppm, 200 ppm, 30 ppm e 1000 ppm, respectivamente e provavelmente anômalo de 7 ppm Be e 40 ppm As ; também as estações PS-10 e PS-11 com anomalias de 1ª ordem de 20 ppm As.

Em todos estes pontos acredita-se estejam sendo refletidos os parâmetros citados no início do item: observam-se típicas associações sedimentares; Cr e Co podem também representar corpos básicos/ultrabásicos, dos quais apenas os primeiros estão mapeados; Be deve indicar a presença do mineral berílio, o qual pode não haver sido detectado na mineralometria, talvez por ocorrer na fração muito fina, como também pode estar associado à fração argila, substituindo o elemento Al.

Os minerais monazita, apatita e corindon, em proporções menores que 5%, compõem a mineralogia de resistatos de interesse econômico determinados na formação. Representam concentrações dispersas e compõem apenas um dado a mais informativo sobre o Membro Lontra, sem necessidade de estudos mais acurados. A distribuição da mineralogia nas estações amostradas é visualizada na figura 19.

9.6.3 - Formação Ererê

Representada por uma população amostrada de sedimentos de corrente de 108 indivíduos, comparada às demais (figuras 13 e 14), a formação parece não apresentar

FIG. 20

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTOS

FORMAÇÃO ERERÊ

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Be-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Mo-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A	Mo-S	Sb-C
Sb-C	o	o	x	x	(o)	o	x	x	o	o	(o)	o	x	o	x	o	o	x	(o)	o	o	x	x	
Mo-A	o	x	x	x	x	x	o	x	x	o	x	O	x	o	x	x	o	x	x	o	o	o		
Zn-A	O	o	o	o	(o)	o	o	o	o	O	x	o	x	O	o	o	o	x	(o)	O	o			
Pb-A	o	o	x	o	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o	O	o	o	o	x	o				
Cu-A	O	O	o	o	(o)	o	o	o	O	O	x	o	x	O	o	O	O	x	(O)					
Zr-S	(o)	(o)	(o)	(o)	o	(o)	x	x	(o)	(o)	o	x	o	(o)	x	(o)	(o)	o						
Y-S	x	o	x	x	o	o	o	x	x	o	o	o	o	o	o	o	x							
V-S	O	o	o	O	(o)	o	x	o	O	O	x	o	x	O	o	O								
Sc-S	O	O	o	O	(o)	o	o	o	O	O	o	o	o	O	o									
Pb-S	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o										
Ni-S	O	o	o	O	(o)	o	o	O	O	O	x	o	x											
Nb-S	x	x	x	x	o	x	o	x	x	x	o	x												
Mo-S	o	x	x	x	o	o	o	x	x	o	o													
La-S	x	x	x	x	O	o	o	x	(o)	x														
Cu-S	O	o	o	o	(o)	o	o	o	O															
Cr-S	O	o	O	O	(o)	o	x	O																
Co-S	O	o	O	O	(o)	o	x																	
Be-S	x	x	x	x	o	o																		
Ba-S	o	O	o	o	x																			
B-S	O	(o)	(O)	(o)																				
Mn-S	o	o	O																					
Ca-S	o	O																						
Mg-S	o																							
Fe-S																								

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	O
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE -0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 108 AMOSTRAS

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

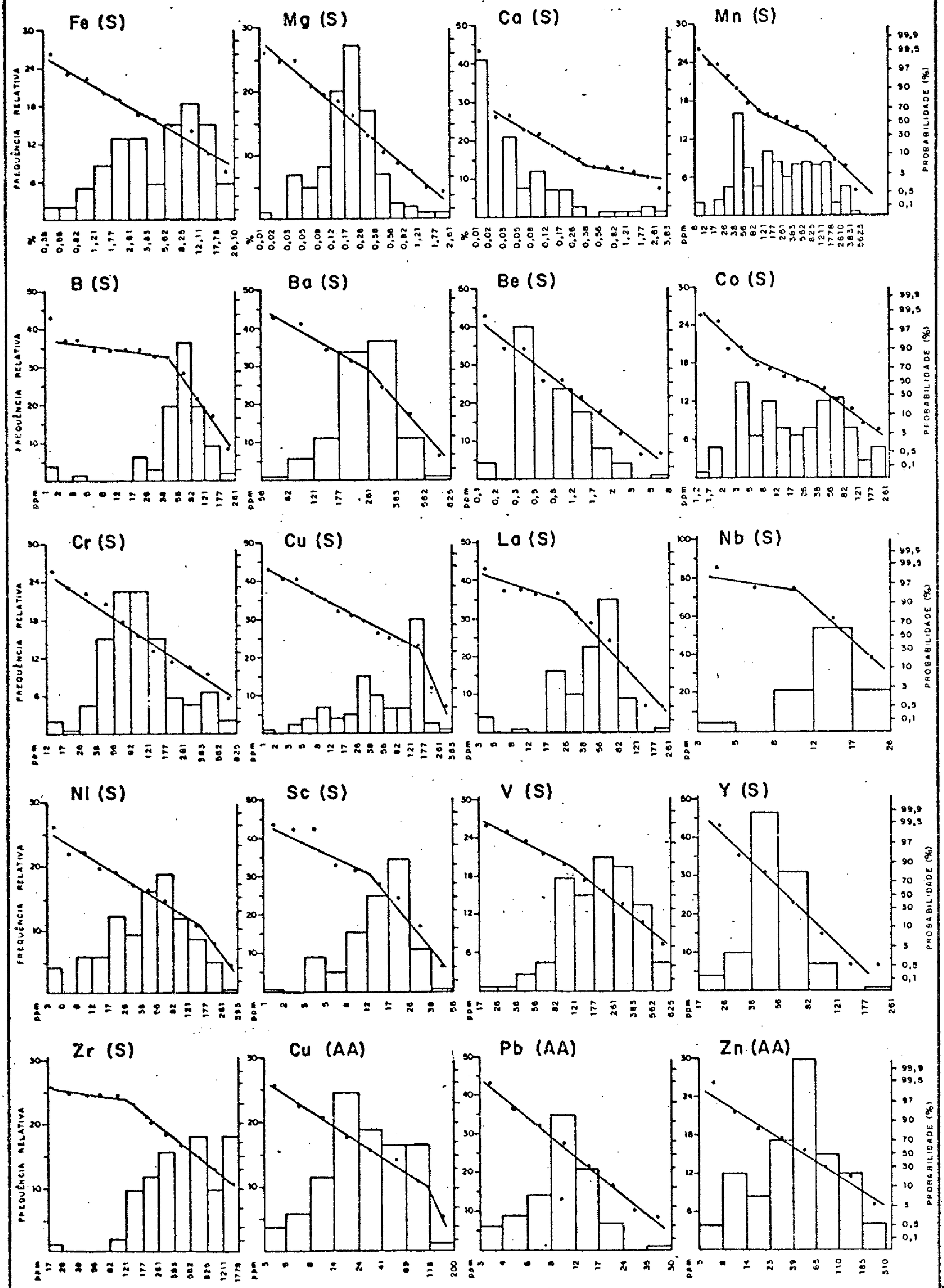
FIG. 21

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE — FORMAÇÃO ERERÊ



TAB. 13

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO ERERÊ	Fe (%) (S)	108:108	A	0,5	20	4,798	2,622	1,238	33	86
	Mg (%) (S)	108:108	A	0,02	2	0,190	2,108	0,862	0,8	1,7
	Ca (%) (S)	64:108	R	0,05	3	0,061	2,931	1,476	0,6*	1,4*
	Ti (%) (S)	39:108	R	0,2	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	108:108	A	10	5000	224,398	4,359	2,782	4264	18586
	B (S)	102:108	R	20	200	58,969	2,372	1,053	174*	261*
	Ba (S)	108:108	A	70	700	240,256	1,534	0,448	565	867
	Be (S)	58:108	R	1	7	0,837	1,937	0,740	3	6
	Co (S)	102:108	A	5	200	21,761	3,495	1,946	266	929
	Cr (S)	108:108	A	15	700	100,207	2,181	0,914	477	1039
	Cu (S)	107:108	A	5	300	50,372	3,009	1,538	456	1372
	La (S)	102:108	A	20	200	44,242	2,057	0,826	187	385
	Mo (S)	58:108	R	5	70	4,624	2,969	1,506	21*	65*
	Nb (S)	104:108	A	10	20	14,045	1,359	0,314	26	35
	Ni (S)	108:108	A	5	300	43,600	2,621	1,237	299	785
	Pb (S)	72:108	A	10	200	10,265	2,263	0,974	52	119
	Sc (S)	107:108	A	5	50	14,695	1,698	0,569	42	72
	Sn** (S)	2:108	A	10	10	-	-	-	-	-
	Sr (S)	11:108	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	108:108	A	20	700	193,132	2,029	0,806	795	1613
	Y (S)	108:108	A	20	200	53,762	1,472	0,402	116	171
	Zn** (S)	4:108	-	200	500	-	-	-	-	-
	Zr (S)	89:108	A	20	1000	481,008	2,318	1,013	493	500
	Cu (AA)	108:108	A	3	200	28,154	2,384	1,061	160	381
	Pb** (AA)	82:108	A	3	50	10,291	1,641	0,527	28	45
	Zn (AA)	108:108	A	5	310	42,838	2,424	1,091	252	610
	Sb (AA)	12: 69	R	1	2	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	58:108	R	2	40	1,862	3,705	2,135	30*	-
	As (C)	22:108	R	10	40	-	-	-	-	-
	Sb (C)	18: 39	R	1	2	0,676	1,559	0,467	1	3
	U (CM)	7:108	R	2	80	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 22

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÃO ERERÊ

MINERAIS \ AMOSTRAS	PS-082	JA-085	TA-036	JE-168	JE-171	ES-024	PS-078	PS-081	JP-033	JP-066	ES-017	TA-003
ILMENITA	⊙	●	●	●	●	●	⊙	●	◐	●	●	●
RUTILO	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
MONAZITA *		⊙			⊙						⊙	
ZIRCÃO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
XENOTÍMIO												
GRANADA		⊙			⊙				⊙			
ESTAUROLITA					⊙							
SILLIMANITA												
EPIDOTO											⊙	
GAHNITA												⊙
MAGNETITA	⊕	⊙	⊙	⊕	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	⊕	⊙	⊙
PIROXÊNIO		⊙		⊙	⊙					⊙	⊙	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
OX. DE FERRO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊕	⊙	⊙	⊙	⊕
ANATÁSIO	⊙	⊙			⊙	⊙		⊙			⊙	⊙
ANFIBÓLIO		⊙									⊙	⊙
FOSFATO		⊙			⊙							
LEUCOXÊNIO	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ESPINÉLIO		⊙			⊙							
MICAS												
APATITA *												
HEMATITA *												
TOPÁZIO *		⊙			⊙		⊙					
CASSITERITA *												
CORINDON *		⊙	⊙	⊙	⊙				⊙	⊙		
ANDALUZITA												
BARITA *					⊙							
CROMITA *				⊙					⊙	⊙		
TITANITA				⊙	⊙							
PIRITA *					⊙							
CALCOPIRITA *					⊙							
GALENA *					⊙							

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO.

⊙ < 5 %
⊕ 10 - 20 %
◐ 20 - 40 %
● > 80 %

elementos destacadamente enriquecidos, além de um ligeiro aumento da concentração relativa de Ba.

A correlação entre os elementos (figura 20) na grande maioria faz-se de modo regular, possivelmente por causa do composicionamento mais ou menos mediano da formação correlacionando, por conseguinte, os elementos em níveis de background. A correlação Cu (S) - Cu (AA) - Ni (S) elevada é o destaque positivo no grau de interdependência entre os elementos. No entanto esta relação não foi confirmada em níveis de anomalia, acreditando-se que, também ela, se realiza apenas com valores de background. À correlação inversa entre B (S) x Ca (S) e Cu (S) x Zr (AA) pode-se atribuir diferentes modos de ocorrência: B e Zr representam os resistatos e Ca e Cu associados à mineralogia composicional das rochas da formação.

A análise das anomalias atesta na Folha SA. 21-X-D-V-2, em subafluentes do igarapé Preto, a associação Mg (S) - Ba (S) - Pb (S) - Ag (S), com teores respectivos de 0,7%, 700 ppm (anomalias de 1ª ordem), 200 ppm, 50 ppm e 1,5 ppm, no ponto PS-83.

Penetrando na Folha SA.21-X-D-VI-1, a primeira zona anômala é localizada em pequeno afluente pela margen esquerda do rio Maecuru, na porção central da folha, e associa Mo (S) - Pb (S) - Mo (AA) - Sb (C), além de Zr (S), nos pontos PS-16 e PS-17. De pronto, descartam-se os valores de Pb, de 70 ppm : 18 ppm, analisados por espectrografia de emissão e absorção atômica, respectivamente . Resta a associação Mo-Sb, em que o Mo (S) é provavelmente anômalo (70 ppm) e o Mo (AA) e o Sb (C) possivelmente anômalos (40 e 1 ppm respectivamente). Dadas as informações de campo é

de se supor uma influência dos folhelhos sotopostos do Membro Barreirinha na formação desta anomalia.

Em um pequeno afluente do igarapé Água Preta, um valor de 700 ppm Cr encerra os teores anômalos da folha, e será referido juntamente com as demais associações para a bacia do igarapé, na Folha SA.21-X-D-VI-2, à seguir tratada.

Nesta folha destacam-se o baixo e médio cursos do igarapé Água Preta como a zona concentradora de anomalias. A área de captação em destaque conjuga elementos que devem estar ocorrendo associados através misturas das influências atuantes na área. As anomalias de Mg (S) e Ca (S) variam em concentrações desde valores possivelmente anômalos (1%) até prováveis anomalias de 2% para o primeiro e teores entre possível (1%) e provavelmente anômalos (3%) para o Ca. Muito provavelmente devem estar confirmando os minerais máficos citados no capítulo "Estratigrafia"- abundantes nos siltitos, litotipo predominante nas áreas Ererê mapeadas. Na complementação das associações, predominam os litófilos, formando com o Mg e o Ca combinações possivelmente anômalas entre os elementos Co (S) e Cr (S)em primeiro plano, secundariamente Mn (S), Ba (S) e V (S) e, menos, Sc (S) e Sb (C). Os teores são constantes: Co - 500 ppm, Ba - 600 ppm, V - 700 ppm, Sc e Sb - 50 e 1 ppm, respectivamente. Admite-se que esta área não representa anomalia indicativa de mineralização mas, antes, reflita uma mistura de fatores em que se interam os processos atuantes no ambiente secundário, a característica composicional mineralógica (máficos) dos siltitos, a proximidade dos diques básicos e, finalmente, a muito provável contaminação pelo Membro Barreirinha.

A caracterização geoquímica da unidade encerra-se na região do Domo de Monte Alegre (Folha SA.21-X-D-VI-4) onde, novamente, influências variadas devem ter atuado na formação da paisagem geoquímica da área. Podem ser definidas três zonas concentradoras de anomalias, correspondentes às bacias de captação do igarapé Pé de Boi, igarapé do Menino Deus, do qual o 1º é afluente, e do igarapé da Sulfurosa, que tem seu curso atravessando os terrenos onde afloram as águas da fonte termal sulfurosa de Monte Alegre.

Na bacia do igarapé Pé de Boi, os valores possivelmente anômalos, não chegam a definir "trains" de dispersão, mas evidenciam um enriquecimento local para certos elementos, em função da litologia. Ba, V, As, Sb, Mo associam-se aos folhelhos, Cr deve estar refletindo os corpos básicos e o teor de Sn associa-se à mineralogia dos resistatos.

Como era esperado, nas áreas de captação Menino Deus e Sulfurosa, apesar de não se atingirem concentrações discrepantemente anômalas, os teores associados dos elementos claramente evidenciam a geologia mapeada. A existência de uma fonte termal sulfurosa e a proximidade dos folhelhos negros, radioativos, do Membro Barreirinha, sotopostos, podem explicar os teores entre 20 ppm U (CM) (amostras JP-32, JP-34 e JP-36) e 80 ppm U (amostras TA-35, JP-61 e JP-62). Este mesmo litotipo, muito provavelmente, é responsável pelo maior enriquecimento em As (C), cujos teores variam entre 20 ppm (anomalia possível) e 40 ppm (anomalia provável) associado a 1 ppm Sb. Os elementos Mg (S) - Co (S) - Ni (S) devem estar representando a intrusão básica formadora do domo. Os demais elementos, Co (S), Mo (AA) ,

TAB. 14

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO BARREIRINHA Predominância de Folhelhos	Fe (%) (S)	102:106	A	1	20	11,511	1,735	0,595	35	60
	Mg (%) (S)	106:106	A	0,03	1	0,292	1,757	0,611	0,9	1,6
	Ca (%) (S)	42:106	R	0,05	2	-	-	-	-	-
	Ti (%) (S)	41:106	R	0,15	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	106:106	R	20	5000	194,771	4,505	2,939	945*	3273 *
	B (S)	101:106	A	10	150	60,688	2,328	1,021	329	766
	Ba (S)	106:106	A	150	700	324,084	1,473	0,402	703	1036
	Be (S)	82:106	A	1	5	1,214	1,906	0,718	4	8
	Co (S)	103:106	A	5	500	20,356	3,376	1,842	232	783
	Cr (S)	106:106	A	70	700	159,925	1,704	0,573	464	791
	Cu (S)	106:106	A	7	700	104,839	2,114	0,867	468	990
	La (S)	101:106	A	20	300	59,837	2,036	0,811	248	505
	Mo (S)	58:106	R	5	200	7,082	5,026	3,544	96*	155*
	Nb (S)	99:106	A	10	20	12,442	1,395	0,344	24	34
	Ni (S)	106:106	A	10	200	64,786	1,799	0,642	210	377
	Pb (S)	98:106	A	10	100	28,124	2,331	1,023	153	356
	Sc (S)	106:106	A	10	70	28,938	1,456	0,389	61	89
	Sn** (S)	10:106	R	10	10	-	-	-	-	-
	Sr (S)	44:106	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	106:106	A	50	700	283,674	1,621	0,512	745	1208
	Y (S)	106:106	A	10	150	64,237	1,483	0,410	141	209
	Zn** (S)	6:106	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	103:106	A	10	1000	225,475	2,104	0,860	998	2100
	Cu (AA)	106:106	A	18	310	60,926	1,537	1,450	144	221
	Pb (AA)	106:106	A	3	35	15,426	1,484	0,411	34	50
	Zn (AA)	106:106	A	8	240	46,316	2,105	0,860	205	432
	Sb (AA)	34:72	R	1	3	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	74:106	R	2	100	4,597	5,627	4,334	100*	-
	As (C)	40:106	R	10	120	-	-	-	-	-
	Sb (C)	13:34	R	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	36:106	R	20	80	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

Mo (S), V (S), Ba (S), La (S), admite-se, estejam com suas anomalias condicionadas à concentração em torno dos minerais de argilas, sem maiores relações de interesse imediato. Zn (AA), que exibe teores de 280 ppm e 310 ppm muito provavelmente deve representar uma fase de enriquecimento local, dentro do folhelho.

A população de rochas da unidade é representada por uma amostra de laterita, coletada na Folha VI-1, em picada N-S na região do baixo curso do igarapé Água Preta. Os teores determinados enquadram-se no "range" normal para o tipo litológico analisado, não havendo elementos enriquecidos a destacar.

A prospecção mineralométrica foi de pouco resultado, tendo em vista que, dos minerais resistatos de interesse econômico, apenas monazita, em três pontos dispersos e a identificação de apatita em uma amostra foram a resposta à pesquisa. A mineralogia complementar determinada, está representada na Fig.22.

9.6.4 - Formação Curuá - Membro Barreirinha

A população é constituída de 166 amostras de sedimentos de corrente, das quais 106 em locais de ocorrências de folhelhos e 60 em áreas predominantemente com influência de rochas básicas e, secundariamente, arenitos. A população nos folhelhos exibe um enriquecimento mais destacado nos elementos Fe (S), Ba (S), Sc (S), V (S), Cu (AA) e Pb (AA) e um pouco menos elevado para Mg (S), Cr (S), Y (S) e Cu (S). Nas amostras sem influência de folhelhos, os elementos Mn (S), Co (S) e Zn (AA) são os mais enriquecidos em relação às demais unidades, seguindo-se Ca (S), Cr (S),

TAB. 16

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO CURIRI Sem Influência de Rochas Básicas	Fe (%) (S)	217:219	A	1	20	8,099	1,910	0,721	29	56
	Mg (%) (S)	219:219	A	0,05	1	0,243	1,833	0,666	0,8	1,5
	Ca (%) (S)	130:219	R	0,05	1	0,056	2,346	1,034	0,4*	0,9*
	Ti (%) (S)	57:219	R	0,2	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	218:219	A	50	5000	441,680	3,208	1,700	4545	14582
	B (S)	216:219	A	10	500	75,402	1,879	0,699	266	500
	Ba (S)	219:219	A	100	700	295,010	1,579	0,482	735	1161
	Be (S)	164:219	R	1	30	1,252	2,106	0,861	4*	9*
	Co (S)	219:219	A	5	500	36,752	2,317	1,013	197	457
	Cr (S)	219:219	A	30	700	136,694	1,712	0,579	400	686
	Cu (S)	219:219	A	5	300	63,236	2,057	0,826	267	550
	La (S)	217:219	R	20	200	73,196	1,752	0,608	158*	223*
	Mo (S)	32:219	R	5	100	-	-	-	-	-
	Nb (S)	216:219	A	10	30	15,063	1,348	0,305	27	37
	Ni (S)	219:219	R	5	500	66,253	1,702	0,572	159*	182*
	Pb (S)	186:219	A	10	200	24,960	2,709	1,304	183	496
	Sc ** (S)	218:219	A	10	70	22,994	1,414	0,361	46	65
	Sn ** (S)	20:219	R	10	500	-	-	-	-	-
	Sr (S)	73:219	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	219:219	A	70	1000	233,696	1,534	0,448	550	843
	Y (S)	219:219	A	10	150	67,046	1,462	0,394	143	209
	Zn ** (S)	6:219	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	203:219	A	10	1000	335,810	2,234	0,953	1676	3744
	Cu (AA)	219:219	A	9	210	40,350	1,651	0,534	109	181
	Pb ** (AA)	169:219	A	3	140	14,878	1,889	0,706	53	100
	Zn (AA)	219:219	A	6	400	53,516	1,878	0,698	188	354
	Sb (AA)	6: 90	R	1	2	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	66:219	R	2	40	-	-	-	-	-
	As (C)	37:219	R	10	40	-	-	-	-	-
	Sb (C)	28:129	R	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	7:219	R	10	40	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 28

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO – SEDIMENTOS

FORMAÇÃO CURUÁ – MEMBRO CURIRI

SEM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Be-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	x	x	(o)	o	o	
Pb-A	o	o	(o)	(o)	x	o	o	x	o	x	o	x	o	O	o	x	o	x	o		
Cu-A	o	o	o	x	(o)	x	x	o	o	O	x	x	o	o	o	o	o	(O)			
Zr-S	x	(o)	(o)	x	o	x	x	x	(o)	(o)	x	x	x	(o)	x	x	(o)				
Y-S	x	o	x	x	o	o	o	o	x	x	o	o	o	o	o	o					
V-S	o	o	o	o	x	o	x	o	o	o	x	x	o	x	o						
Sc-S	o	o	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o							
Pb-S	x	o	o	o	o	o	o	x	o	x	O	x	o								
Ni-S	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	x									
Nb-S	x	x	x	x	o	o	o	x	x	x	o										
La-S	x	x	(o)	(o)	o	o	o	x	x	x											
Cu-S	o	o	o	x	x	o	x	x	o												
Cr-S	o	O	o	o	(o)	o	x	o													
Co-S	o	o	o	O	x	o	o														
Be-S	x	x	(o)	x	o	o															
Ba-S	o	o	x	x	o																
B-S	(o)	x	(o)	(o)																	
Mn-S	o	x	O																		
Ca-S	o	o																			
Mg-S	o																				
Fe-S																					

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE –0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 219 AMOSTRAS

S – ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A – ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

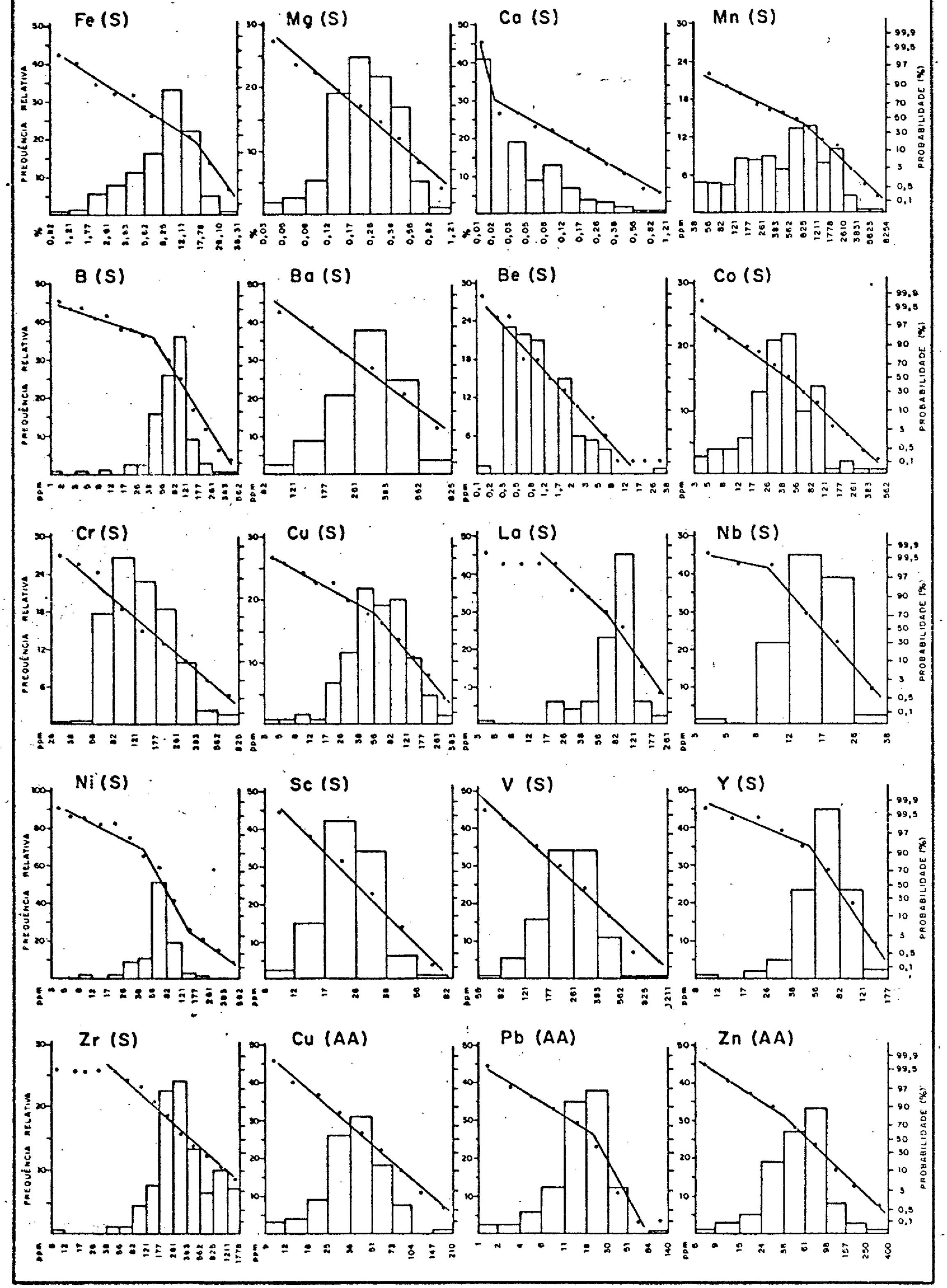
FIG. 29

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO CURIRI - SEM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS



TAB. 17

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO CURIRI Com Influência de Rochas Básicas	Fe (%) (S)	121:121	A	1	20	9,519	1,781	0,628	30	54
	Mg (%) (S)	121:121	A	0,05	1,5	0,258	1,872	0,694	0,9	1,7
	Ca (%) (S)	83:121	R	0,020	2	0,084	3,346	1,816	0,9*	2,4*
	Ti (%) (S)	30:121	R	0,5	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	119:121	A	30	5000	522,646	3,556	2,000	6609	23501
	B (S)	117:121	A	15	150	60,186	2,004	0,788	242	484
	Ba (S)	121:121	A	50	700	269,962	1,596	0,495	688	1097
	Be (S)	90:121	A	1	5	1,224	2,169	0,906	6	12
	Co (S)	121:121	A	5	300	43,602	2,276	0,983	226	514
	Cr (S)	121:121	A	70	700	162,507	1,922	0,730	600	1154
	Cu (S)	119:121	A	10	700	61,229	2,458	1,116	370	909
	La (S)	108:121	R	20	200	54,252	2,628	1,243	199*	261*
	Mo (S)	23:121	R	5	150	-	-	-	-	-
	Nb (S)	117:121	A	10	20	13,850	1,353	0,309	25	34
	Ni (S)	121:121	A	30	300	74,312	1,527	0,443	173	264
	Pb (S)	91:121	A	10	100	17,619	2,890	1,443	147	425
	Sc* (S)	120:121	A	10	70	23,728	1,430	0,370	48	69
	Sn** (S)	5:121	R	10	15	-	-	-	-	-
	Sr (S)	48:121	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	121:121	A	100	700	254,136	1,549	0,460	610	944
	Y (S)	121:121	A	15	150	60,884	1,475	0,404	132	195
	Zn** (S)	1:121	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	117:121	A	100	1000	299,014	1,898	0,712	1077	2044
	Cu (AA)	121:121	A	8	370	44,977	1,724	0,587	134	230
	Pb (AA)	116:121	A	3	35	11,935	2,059	0,827	50	104
	Zn (AA)	121:121	A	4	190	46,477	1,796	0,639	150	269
	Sb (AA)	8:43	R	1	2	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	33:121	R	2	65	-	-	-	-	-
	As (C)	28,121	R	10	20	-	-	-	-	-
	Sb (C)	9:78	R	1	1	-	-	-	-	-
	U (CM)	9:121	R	20	40	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 30

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO – SEDIMENTOS

FORMAÇÃO CURUÁ – MEMBRO CURIRI

COM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Be-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	o	o	x	x	x	o	o	o	x	x	o	x	o	o	o	x	o	(o)	o	o	
Pb-A	o	x	(o)	(o)	o	o	o	(o)	x	o	o	x	o	○	o	x	o	x	o		
Cu-A	○	o	o	x	(o)	o	x	o	o	o	x	x	o	x	o	o	x	(o)			
Zr-S	(o)	(o)	(o)	(o)	o	x	o	(o)	(o)	x	o	o	x	x	(o)	(o)	x				
Y-S	x	x	(o)	(o)	o	o	o	x	x	o	○	o	x	o	o	x					
V-S	o	o	o	o	x	x	(o)	o	o	o	x	x	o	x	o						
Sc-S	o	o	x	(o)	x	o	o	x	o	o	o	x	o	o							
Pb-S	o	x	(o)	(o)	o	o	○	x	o	o	○	x	o								
Ni-S	o	o	o	o	x	x	x	o	o	o	x	x									
Nb-S	x	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x										
La-S	x	x	(o)	(o)	○	o	○	(o)	x	o											
Cu-S	o	x	x	x	x	o	o	x	x												
Cr-S	o	o	x	x	(o)	o	x	o													
Co-S	x	o	o	○	(o)	x	(o)														
Be-S	o	x	(o)	(○)	o	o															
Ba-S	o	o	x	x	o																
B-S	x	(o)	(o)	(o)																	
Mn-S	x	o	○																		
Ca-S	x	○																			
Mg-S	o																				
Fe-S																					

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	○
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE –0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 121 AMOSTRAS

S – ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A – ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

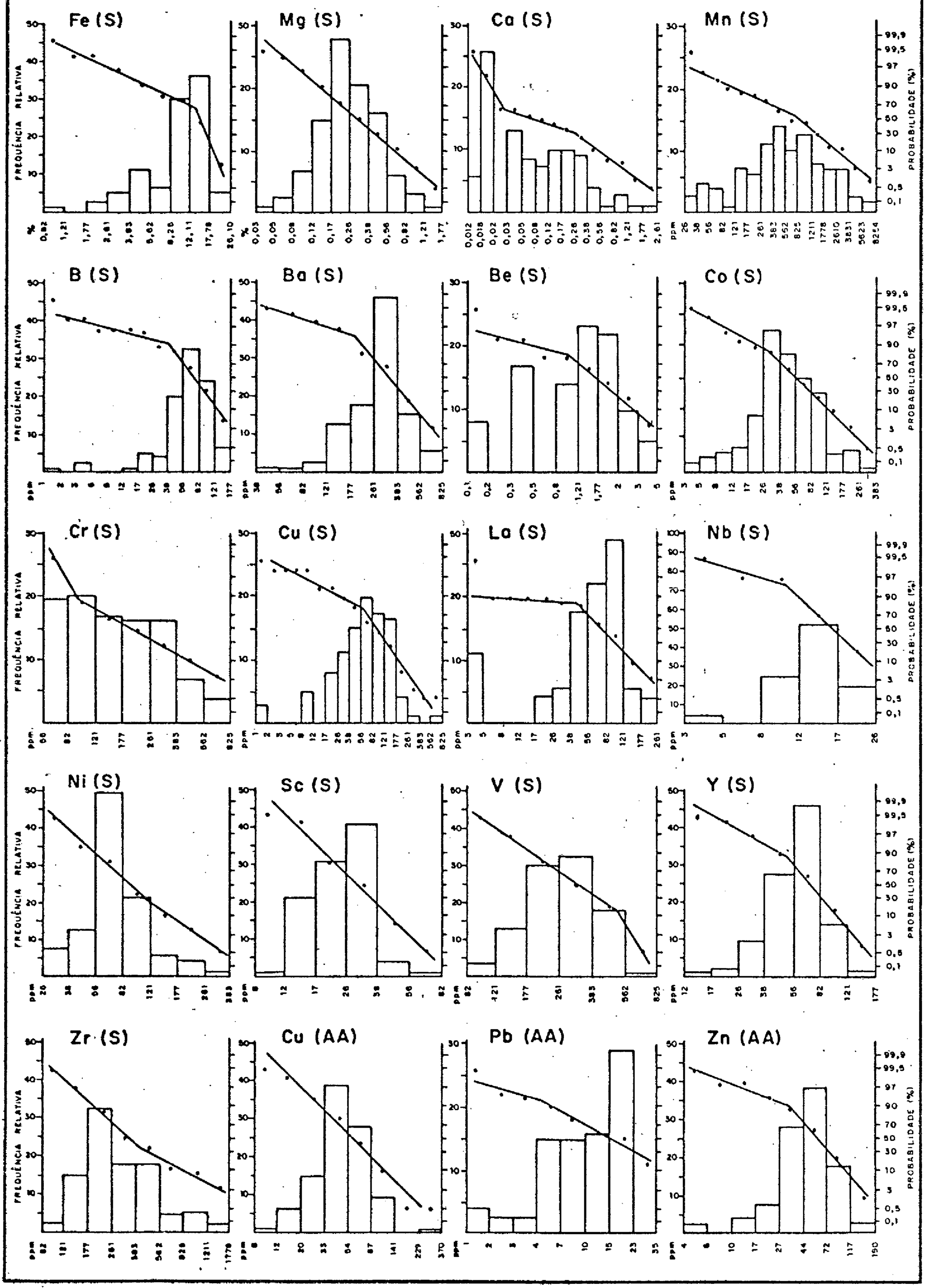
FIG. 31

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO CURIRI - COM INFLUÊNCIA DE ROCHAS BÁSICAS



Os folhelhos são bons hospedeiros de Ag, Zn, Cu, Pb, Ni e Co, além de ter a tendência de concentrar o urânio. Daí também este último elemento ter-se mostrado tão enriquecido nos sedimentos de corrente da área, como será visto mais adiante.

Os valores de correlação obtidos para os diversos pares de elementos são extremamente baixos (figuras 28 e 30) o que, provavelmente, deve estar refletindo as diferentes influências litológicas da formação. Das correlações observadas, sobressai-se uma excelente correlação entre Co x Mn e uma associação regular entre Cu x Fe, associação esta, muito comum resultante de processos de coprecipitação e adsorção no ambiente geoquímico secundário.

A correlação a nível de 0,6 - 0,8 de Be com o Pb encontrado do Membro Curiri (com influência de básicas) é provavelmente um reflexo dos clásticos finos onde o Be, substituindo o Al, segue as argilas que por sua vez, retem o Pb por processos de adsorção catiônica.

Grande parte das associações de anomalias ocorrentes no domínio desta população, acha-se vinculada a elementos de filiação básica/ultrabásica, representadas especialmente pelo Cr, Ni, Co, Mg e V.

Estas amostras ocorrem ao longo de toda a formação, não devendo as mesmas estarem associadas a ocorrências minerais, mas certamente aos vários diques básicos que cortam a área, como também aos folhelhos, um dos constituintes maiores da formação, que normalmente são enriquecidos nesses elementos.

A distribuição dessas anomalias, certamente litológicas, podeser observada no mapa correspondente, em

anexo, dispensando aqui considerações detalhadas sobre as mesmas.

Nesta população aparecem várias anomalias isoladas sem muita importância. Uma anomalia de Be no valor de 30 ppm, por exemplo, foi detectada na estação JE-46 na porção oeste da Folha SA.21-X-D-VI-2. A importância desta anomalia assume um caráter secundário pela falta de vocação geológica da área para mineralizações pegmatíticas, acrescido do caráter isolado da mesma.

Ainda isoladamente ocorre na Folha SA.21-X-D-V-1, uma anomalia de 500 ppm de Sn no sub-afluente do igarapé do Recurso (estação AM-504) e uma outra de 100 ppm foi detectada na Folha SA.21-X-D-V-2, no igarapé Tamanduá, próximo a estrada PA-254.

No extremo leste da Folha SA.21-X-D-VI-2, na estação JE-04, no igarapé Maçaranduba, aparece uma anomalia de Ag no valor de 0,5 ppm. Uma outra anomalia de igual valor, de Ag, também foi detectada em um sub-afluente do igarapé Lontra, na porção centro-oeste da Folha SA.21-X-D-V-1, podendo estas anomalias estarem associadas aos folhelhos, constituindo-se anomalias sem inportância prospectiva, no contexto geoquímico da área.

Por outro lado, as anomalias de urânio detectadas nesta formação se revestem de um caráter muito significativo na área do Projeto.

Ao observar o mapa de anomalias, nota-se que as amostras anômalas de urânio normalmente com 20 e 40 ppm, aparecem quase sempre associados a molibdênio, em vários pontos ao longo da formação, especialmente na Folha SA.21-X-D-V-2, numa direção E-W, onde ocorrem seis anomalias das

oito detectadas.

O urânio é um elemento extremamente móvel no ambiente supergênico e tende a concentrar-se especialmente nos folhelhos pretos carbonosos e fosforitos. Além de concentrar urânio, os folhelhos são bons hospedeiros de Ag, Cu, Pb, Ni e Co e outros elementos. (Boyle, 1974).

Hawkes e webb (1962) apresentam para os folhelhos pretos uma variação do urânio de 2 a 300 ppm e quanto para o folhelho comum uma concentração média de 4,1 ppm.

Na Folha SA.21-X-D-V-2 se destacam anomalias de urânio nas estações CF-95, no igarapé da Ferrugem (20 ppm U), associado a teores fortemente anômalos de 70 e 60 ppm Mo (S e AA) ; CF-106 (20 ppm U) e CF-107 (40 ppm U), ambos coletados em sub-afluente do igarapé Maçaranduba e associados a anomalia de Mo, a primeira de 30 ppm (S) e 15 ppm (AA) e a outra de 30 e 20 ppm (S e AA); as estações CF-152 (igarapé Anajazal) e CF-160 (igarapé das Pedras) , com a associação U-Mo (S) - Mo (AA), em teores de 40-50-40 ppm e 40-50-25 ppm, respectivamente; CF-109, no igarapé Urubu e CF-136, no igarapé Sêco, com teores de 100 ppm Mo (S) e 40 ppm U; e, por último, uma anomalia de 20 ppm U (CF-123), no igarapé Pedra Ume, à montante de uma ocorrência de pirita/esfalerita/galena, e associada a valores possivelmente anômalos de 50 e 40 ppm Mo (S e AA).

Passando para a Folha SA.21-X-D-VI-4 na área do Domo, foram detectados nas estações AM-133 e AM-134, ambas situados em sub-afluente do igarapé do Suvaco, valores de 40 e 20 ppm respectivamente.

TAB. 18

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER MONTE ALEGRE
RESULTADOS ANALÍTICOS EM ROCHAS
FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO CURIRI

ELEMENTOS	FOLHELHOS				SILTITOS						
	AMOSTRAS				AMOSTRAS						
	AV-0192	CF-0126	PR-0577	AM-0591	AV-0175	AV-185	AV-191	CF-0094	CF-0108	CF-0122	CF-0128
Fe	7%	7%	20%	20%	20%	15%	20%	15%	20%	15%	20%
Mn	150	200	5000	1000	700	300	1000	500	500	3000	500
Ba	500	1000	10	700	>5000	300	700	150	300	5000	200
Cu (S)	150	100	10	150	30	20	< 5	< 5	10	20	< 5
Ni	100	70	15	50	70	30	100	15	30	15	20
Co	30	30	30	15	15	30	ND	7	15	7	10
Zn (S)	ND	ND	7000	ND	1000	ND	ND	300	500	ND	1000
Zn (AA)	65	80	5200	300	680	80	14	610	340	50	480
Pb (S)	100	30	100	100	20	<10	15	<10	<10	20	10
Pb (AA)	24	26	65	40	13	13	14	9	10	14	9

Resultados em ppm, exceto quando indicado.

Nas vizinhanças do sítio de amostragem desas estações foi detectado monazita em concentrados de bateia, como também foi registrado uma ocorrência de pirita na sua proximidade.

Nesta formação foram coletadas onze amostras de rocha das quais sete foram classificadas como siltitos e quatro como folhelhos. Suas estações de amostragem se encontram erraticamente distribuídas no domínio da formação.

Na tabela 18, anexa, acham-se assinaladas algumas das amostras de folhelhos e siltitos, mostrando valores extremamente elevados, especialmente em Fe, Mn, Ba, Zn (S) e Zn (AA). Convém frisar que algumas delas foram coletadas nas vizinhanças de algumas ocorrências conhecidas.

No médio curso do igarapé Tamanduá, na Folha SA.21-X-D-V-2, a amostra PR-577 (folhelho) revelou uma concentração de Zn muito acima do normal (7000 ppm Zn (S); 5200 ppm Zn (AA), apresentando também um teor de 5000 ppm de Mn e 20% de Fe, desconhecendo-se a fonte desta anomalia. Próximo a esta, aparece uma anomalia de La em sedimentos de corrente.

Ainda na Folha SA.21-X-D-V-2, a amostra CF-128 (siltito), coletada próxima à uma ocorrência de pirita/calcopirita/esfalerita, no igarapé do Veado, afluente do Maçaranduba pela margem esquerda, mostrou uma concentração de 1000 ppm de Zn (S), 480 ppm Zn (AA) e 20% de Fe. Pela margem direita do Maçaranduba, no igarapé Una, a amostra CF-122 (siltito), apresentou-se anômala para Ba (5000 ppm), Mn (3000 ppm) e Fe (15%).

Interessante notar que elementos tais como Co, Ni, Cu e U deveriam, de algum modo, se mostrarem mais

FIG. 32

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÃO CURUÁ – MEMBRO CURIRI

MINERAIS \ AMOSTRAS	JE 112	ES 036	JE 005	PP 074	PP 084	JA 016	JA 034	PP 147	ES 318	JA 043	JA 044	JE 111	PS 056	PS 063	CF 068	JE 047	JE 050	JA 084	PP 090	PP 094	PP 122	PP 139	CF 053	CF 108	CF 137	CS 290	CS 296	PS 046
ILMENITA	⊕	⊕	◒	⊙	⊙	⊕		◒	●	●	◒	⊙	●	●	◐		◒	⊕	⊕	⊕	⊕	◐	⊕	◐	●	●	●	●
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *	⊙	⊙				⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙
ZIRCÃO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
XENOTÍMIO																								⊙				
GRANADA														⊙			⊙											
ESTAUROLITA											⊙	⊙			⊙		⊙											
SILLIMANITA															⊙		⊙	⊙										
EPIDOTO	⊙																											
GAHNITA																								⊙				
MAGNETITA	⊙	⊙	⊕	⊙	⊕	⊙	⊕	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	◒	⊙	⊕	◐	⊕	◒	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
PIROXÊNIO	⊙		⊙	⊙		⊙		⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊕		⊙	⊙	⊙	⊙				⊙	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO	●	●	⊕	●	●	◒	⊙	◐	⊙	⊕	⊕	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	●	◒	◒	◒	⊕	◒	⊙	⊕	⊙	⊙
ANATÁSIO	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙
ANFIBÓLIO					⊙										⊙					⊙	⊙					⊙		
FOSFATO	⊙	⊙										⊙							⊙							⊙	⊙	
LEUCOXÊNIO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ESPINÉLIO	⊙											⊙									⊙							
APATITA *																⊙												⊙
HEMATITA *							●									◒												
TOPÁZIO *	⊙						⊙					⊙				⊙	⊙							⊙				
CASSITERITA *																	⊙											
CORINDON *	⊙									⊙		⊙														⊙		
ANDALUZITA *	⊙																⊙											
BARITA *										⊙		⊙															⊙	
CROMITA *	⊙											⊙																

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 % ◐ 20 - 40 % ● > 80 %

⊕ 10 - 20 % ◒ 40 - 60 %

concentrados, especialmente nos folhelhos, mas essas concentrações relativamente baixas podem ser justificadas pela rápida e fácil solubilização desses elementos, sob as condições ácidas que imperam na área.

Quanto aos minerais pesados, convém anotar apenas concentrações bastante acentuadas de hematita, nas estações JE-33 (maior que 80%) e JE-47 (60%-40%).

De tudo que foi analisado, conclui-se que o urânio na Formação Curiri, configura-se como elemento de maior importância prospectiva, recomendando-se uma avaliação das concentrações de urânio em rochas, especialmente nos folhelhos, onde devem ser encontradas suas concentrações mais elevadas.

9.6.6 - Formação Curuá - Membro Oriximiná

Nesta população foram coletadas 137 amostras de sedimentos de corrente. A distribuição e o comportamento dos elementos pesquisados nesta formação são mostrados na figura 34 através de histogramas de frequência e gráficos de probabilidade correspondentes.

A litologia constitui-se fator determinante na distribuição dos elementos-traço nesta formação. Litologicamente a população é essencialmente formada por arenitos com raras intercalações de siltitos e folhelhos.

Comparado com as demais populações, o Membro Oriximiná mostra um enriquecimento relativo, sobretudo, em Ba, B, La e Zr, apresentando um notável empobrecimento em Ca e Mg (figuras 13 e 14).

TAB. 19

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO ORIXIMINÁ	Fe (%) (S)	137:137	A	0,7	20	6,042	2,073	0,837	26	54
	Mg (%) (S)	137:137	A	0,03	3	0,147	1,948	0,748	0,6	1
	Ca (%) (S)	73:137	R	0,5	2	0,05	2,433	1,098	0,5*	1,9*
	Ti (%) (S)	69:137	A	0,5	1	1,174	1,318	0,282	2	2,7
	Mn (S)	136:137	A	15	5000	363,014	2,710	1,305	2666	7225
	B (S)	136:137	A	10	200	78,295	1,760	0,613	242	427
	Ba (S)	137:137	A	30	700	220,524	1,729	0,591	659	1140
	Be (S)	85:137	R	1	5	0,972	1,925	0,732	3*	5*
	Co (S)	137:137	A	5	200	21,680	2,332	1,024	118	275
	Cr (S)	137:137	A	10	1000	78,766	1,772	0,623	247	438
	Cu (S)	134:137	A	5	300	35,077	2,508	1,153	221	553
	La (S)	134:137	A	20	200	63,120	1,831	0,665	212	387
	Mo (S)	10:137	R	5	50	-	-	-	-	-
	Nb (S)	129:137	A	10	30	12,343	1,394	0,342	24	33
	Ni ** (S)	134:137	A	5	500	40,724	2,200	0,929	197	434
	Pb (S)	90:137	A	10	150	10,423	2,444	1,106	62	152
	Sc ** (S)	125:137	A	5	50	15,813	1,623	0,514	42	67
	Sn ** (S)	8:137	R	10	150	-	-	-	-	-
	Sr (S)	8:137	R	100	150	-	-	-	-	-
	V (S)	137:137	A	30	1000	176,936	1,713	0,580	519	889
	Y (S)	137:137	A	10	150	56,388	1,536	0,449	133	204
	Zn (S)	4:137	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	90:137	A	150	1000	855,397	1,791	0,636	2744	4914
	Cu (AA)	136:137	A	3	130	19,309	1,922	0,730	71	137
	Pb ** (AA)	106:137	A	3	30	8,726	2,011	0,793	35	71
	Zn (AA)	137:137	A	3	200	33,581	2,185	0,917	160	350
	Sb (AA)	0:52	R	-	-	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	8:137	R	2	20	-	-	-	-	-
	As (C)	47:137	R	10	60	-	-	-	-	-
	Sb (C)	3:85	R	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:137	R	-	-	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N.ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGORÓV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 33

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTOS

FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO ORIXIMINÁ

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Ti-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Be-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	o	O	o	x	o	x	O	o	o	o	o	o	x	O	o	o	o	o	(o)	O	O	
Pb-A	o	o	x	x	x	x	O	o	o	o	o	o	o	o	O	o	o	o	(o)	o		
Cu-A	o	O	o	o	o	x	o	o	o	o	O	x	x	O	o	o	O	o	o			
Zr-S	(o)	(o)	(o)	x	(o)	o	(o)	x	(o)	(o)	(o)	x	x	(o)	(o)	(o)	(o)	x				
Y-S	o	o	x	x	x	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	x					
V-S	o	o	o	o	o	(o)	x	x	o	o	o	(o)	x	o	x	o						
Sc-S	o	o	x	x	o	x	o	o	o	o	O	o	x	O	o							
Pb-S	o	o	x	x	x	x	O	o	o	o	o	o	x	o								
Ni-S	o	o	o	o	o	x	o	o	O	O	o	o	x									
Nb-S	x	x	x	o	x	o	o	o	x	x	x	x										
La-S	o	x	(o)	x	x	o	o	o	x	o	x											
Cu-S	o	o	o	o	o	(o)	o	o	o	o												
Cr-S	o	O	o	o	o	x	o	o	o													
Co-S	o	o	o	o	O	x	o	o														
Be-S	o	x	(o)	x	x	o	o															
Ba-S	o	o	x	x	x	x																
B-S	x	(o)	(o)	(o)	x																	
Mn-S	o	o	o	o																		
Ti-S	x	o	o																			
Ca-S	x	o																				
Mg-S	o																					
Fe-S																						

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE -0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 137 AMOSTRAS

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

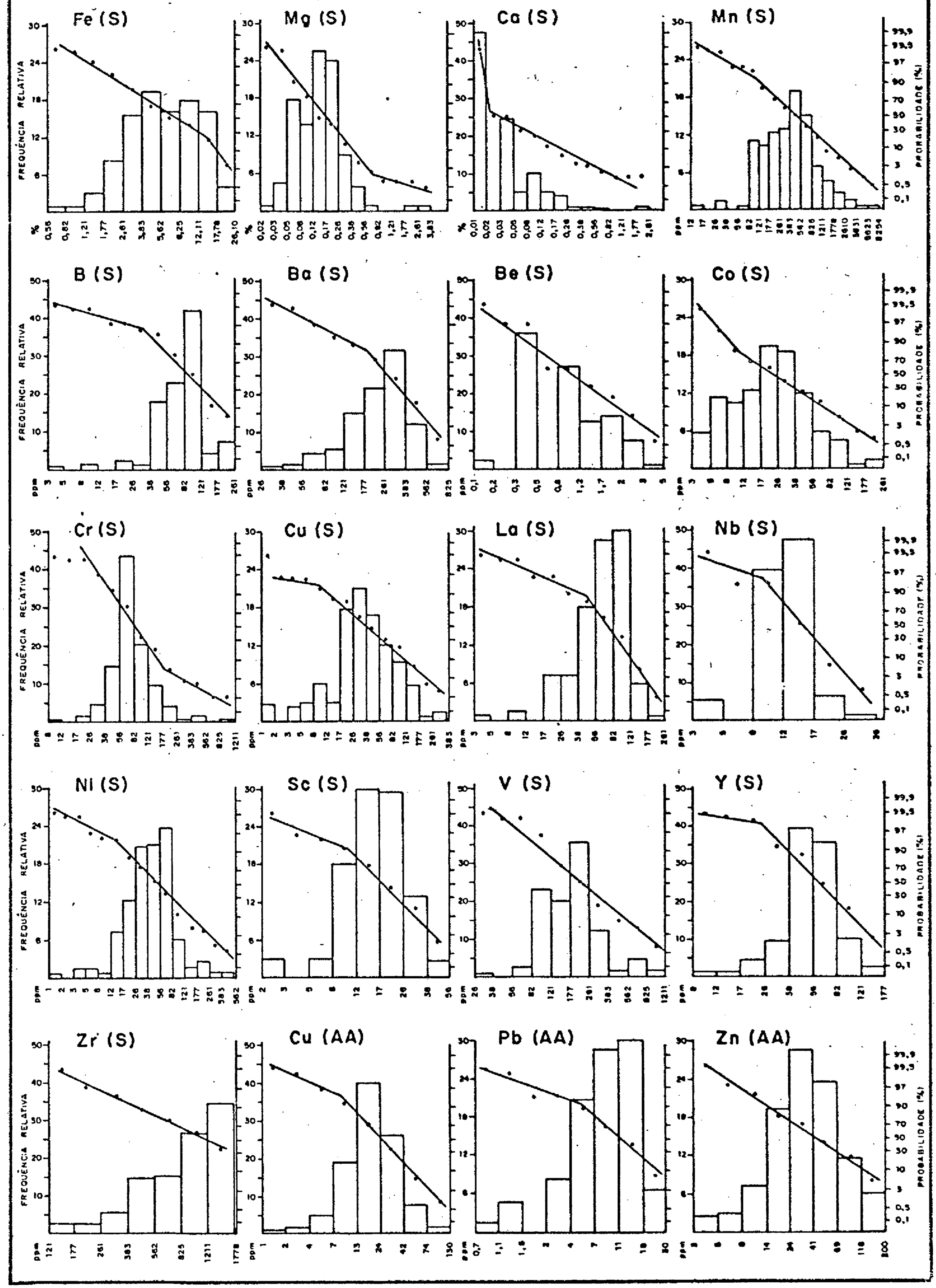
FIG. 34

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE — FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO ORIXIMINÁ



Os coeficientes de correlação obtidos, apresentados na matriz de correlação correspondente a esta formação (figura 33), revelam associações típicas de processos atuantes do ambiente secundário, tais como, Mn x Co ; Ni x Cu (AA); Ni x Zn (AA); Co x Ni; e outras associações típicas, tais como, Ba x Pb (AA); Ba x Pb (S) e Ba x Zn(AA), todas elas apresentando valores de correlação regulares.

Poucas são as anomalias detectadas nesta formação. Na Folha SA.21-X-D-V-2, no alto do igarapé Cupaíba, mais precisamente na estação PR-133, foi detectada anomalia de 1ª ordem para cromo (1000 ppm), níquel (500 ppm), Cu (130 ppm), Zn (AA) 200 ppm, Co (200 ppm) e Ca (2%). Essa anomalia pode ser atribuída a diques básicos que com frequência cortam a área do Projeto.

Associação de anomalias semelhantes a essas são encontradas noutros locais desta formação. Na Folha SA.21-X-D-VI-1, por exemplo, no igarapé Cupaíba (ES-74)apresentou anômalos para Cr (500 ppm), Mg (0,5%), Ca (0,5%), V (700 ppm) e Zn (AA) 190 ppm. Uma outra, na Folha SA.21-X-D-VI-2, no alto do igarapé da Lagoa (estação JE-155), foi detectado um valor em níquel de 200 ppm e V (700 ppm) e no alto do igarapé Lontrinha, a amostra JA-72 mostrou os seguintes resultados: Cr (500 ppm); Ni (200 ppm) ; Sc (50 ppm); V (700 ppm); Ca (2%) e Mg (2%).

Na Folha SA.21-X-D-V-1 ocorre, isoladamente, sem muito significado (estação ES-69), uma anomalia de Be (5 ppm) associado incompativelmente com anomalias de filiação calcófilas, Co (200 ppm) e Pb (70 ppm), o que pode estar refletindo mistura de influências.

Na Folha SA.21-X-D-V-2, também sem muita importância, ocorre no alto da Grota Olho d'Água (estação JE-52), isoladamente, uma anomalia de Nb (30 ppm).

Na porção centro-norte da Folha SA.21-X-D-V-1, destaca-se um conjunto de anomalias para Sn no igarapé Cinco Anzóis. As estações AM-515 e AM-519 apresentaram valores de 150 ppm e AM-522, 30 ppm . Desconhece-se localmente a rocha fonte de tais anomalias, carecendo a área de informações mais detalhadas.

Nesta mesma folha, no quadrante NW, a bacia do igarapé Grande destaca-se por apresentar um enriquecimento em arsênio (variação de teores entre 20 e 60 ppm) em cêrca de 15 amostras de sedimentos. Em uma delas (estação AM-462) ocorrem associados 1 ppm Ag, 15 ppm Au, 40 ppm As e 3 ppm Mo. Na área foram mapeados arenitos brancos,finos, micáceos, bem selecionados, com poucas características deste tipo de associação. Entretanto, a bibliografia cita no Membro Oriximiná arenitos piritosos, com intercalações de diamictitos e intercalações de folhelhos cinza escuros a pretos, que poderiam estar causando as anomalias detectadas. Sugere-se, no entanto, uma re-análise das amostras da bacia de captação em referência, utilizando um método mais sensível (absorção atômica), com vistos a melhor definir a possível importância prospectiva para a área.

Não obstante a existência de algumas anomalias, a constituição litológica da formação e o condicionamento geológico limitam a significância das mesmas, apresentando, assim, pouca probabilidade de mineralização.

Neste membro foi coletada apenas uma amostra

FIG. 35

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÃO CURUÁ — MEMBRO ORIXIMINÁ

MINERAIS \ AMOSTRAS	ES – 071	JE – 059	PS – 129	JE – 113	JE – 055	JE – 114
ILMENITA	⊕	◒	◐	◒	●	⊕
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *	⊙			⊙	⊙	⊙
ZIRCÃO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
GRANADA					⊙	
SILLIMANITA				⊙		⊙
EPIDOTO	⊙			⊙	⊙	
MAGNETITA	⊕	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙
PIROXÊNIO		⊙		⊙	⊙	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙
OX. DE FERRO		⊕	◐	◒	⊙	●
ANATÁSIO		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ANFIBÓLIO					⊙	
FOSFATO			⊙	⊙		⊙
LEUCOXÊNIO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ESPINÉLIO				⊙		⊙
MICAS	⊙					
TOPÁZIO				⊙		⊙
CORINDON				⊙		⊙
ANDALUZITA				⊙		
BARITA *				⊙		

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ - < 5 %
⊕ - 10 - 20 %
◐ - 20 - 40 %
◒ 40 - 60 %
● > 80 %

de rocha (folhelho) situada na estação PP-233, na porção central da Folha SA.21-X-D-VI-2, próximo a grota do Olho d'Água, cujos resultados para os elementos analisados se encontram dentro da faixa normal de variação para este tipo de rocha.

Sem muita expressividade foram detectados na Folha SA.21-X-D-VI-2, em concentrados de bateia, quantidades<5% de monazita, topázio, corindon e barita, na estação JE-113; monazita, corindon e cassiterita na estação JE-114; monazita, topázio e cassiterita na estação JE-50 e monazita na estação JE-55. Foi detectado, também, este último mineral nas estações ES-71 (Folha SA.21-X-D-VI-2) e CF-141 (Folha SA.21-X-D-V-2).

9.6.7 - Formação Faro

Com relação ao grupo de litologias estudadas, o aspecto das médias dos elementos (figuras 13 e 14), nas 151 amostras de sedimentos de corrente analisadas nesta população, situa-se numa faixa intermediária e não revela, pelo menos aparentemente, nenhum comportamento especial.

Do conjunto dos elementos pesquisados, o Ca e o Mn se destacam mostrando um certo enriquecimento relativo em suas concentrações médias. Esses elementos apresentaram a segunda e a terceira médias mais elevadas das populações consideradas, com teores médios de 439 ppm de Mn e 0,090% de Ca. Em contraste, o B apresentou-se com uma concentração das mais baixas, com teor médio de 46 ppm, com uma amplitude de 10 ppm a 150 ppm.

A matriz de correlação (figura 36) mostra que a maioria dos valores de correlação obtida entre os

TAB. 20

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO FARO	Fe (%) (S)	151:151	A	0,5	15	4,824	2,242	0,959	24	54
	Mg (%) (S)	151:151	A	0,02	2	0,172	2,500	1,147	1	2,7
	Ca (%) (S)	105:151	R	0,05	3	0,090	3,770	2,195	0,5*	3,3*
	Ti (%) (S)	56:151	R	0,5	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	150:151	A	15	3000	439,036	3,079	1,595	4162	12815
	B (S)	144:151	A	10	150	46,112	2,178	0,912	219	476
	Ba (S)	151:151	A	50	1500	204,076	1,758	0,612	630	1108
	Be (S)	60:151	R	1	3	-	-	-	-	-
	Co (S)	150:151	A	5	200	27,075	2,247	0,962	137	307
	Cr (S)	151:151	A	10	300	65,622	1,813	0,652	216	391
	Cu (S)	147:151	A	5	500	35,380	2,921	1,468	302	882
	La (S)	143:151	A	20	200	45,399	2,070	0,835	194	402
	Mo (S)	9:151	R	5	50	-	-	-	-	-
	Nb (S)	139:151	A	10	20	11,903	1,400	0,347	23	32
	Ni (S)	151:151	A	5	200	37,892	2,195	0,925	182	400
	Pb (S)	46:151	R	10	70	-	-	-	-	-
	Sc ** (S)	137:151	A	5	50	13,746	1,776	0,625	43	77
	Sn ** (S)	9:151	R	10	50	-	-	-	-	-
	Sr (S)	16:151	R	100	300	-	-	-	-	-
	V (S)	151:151	A	30	1000	197,341	1,990	0,778	781	1555
	Y (S)	151:151	A	15	200	46,111	1,631	0,520	122	200
	Zn ** (S)	1:151	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	101:151	A	50	1000	679,432	2,257	0,970	3461	7811
	Cu (AA)	151:151	A	3	280	20,370	2,402	1,075	117	282
	Pb ** (AA)	100:151	A	3	35	5,601	2,242	0,958	28	63
	Zn (AA)	151:151	A	3	280	25,215	2,248	0,963	127	286
	Sb (AA)	1:85	R	1	1	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	2:151	R	3	3	-	-	-	-	-
	As (C)	28:151	R	10	40	-	-	-	-	-
	Sb (C)	9:66	R	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:151	-	-	-	-	-	-	-	-

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII - 1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 36

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTOS

FORMAÇÃO FARO

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	O	O	o	o	x	O	o	o	o	o	x	O	o	o	o	(o)	O	o	
Pb-A	o	o	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	(o)	o		
Cu-A	O	O	O	O	(o)	o	O	o	O	x	x	o	O	O	x	(O)			
Zr-S	(o)	(O)	(O)	(o)	o	(o)	(o)	x	(o)	o	x	(o)	(o)	(o)	x				
Y-S	o	x	x	x	o	o	x	o	x	o	o	o	o	x					
V-S	O	o	o	O	(o)	x	O	o	o	(o)	x	o	o						
Sc-S	O	o	o	o	x	o	O	o	o	o	o	O							
Ni-S	O	o	o	o	x	o	O	O	o	x	x								
Nb-S	x	x	x	x	o	o	x	x	x.	o									
La-S	x	x	(o)	(o)	o	o	x	o	x										
Cu-S	O	o	o	o	(o)	o	O	o											
Cr-S	o	o	x	x	x	o	o												
Co-S	O	O	O	O	(o)	o													
Ba-S	o	o	x	x															
B-S	(o)	(o)	(O)	(o)															
Mn-S	O	o	O																
Ca-S	o	O																	
Mg-S	O																		
Fe-S																			

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE -0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 151 AMOSTRAS

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

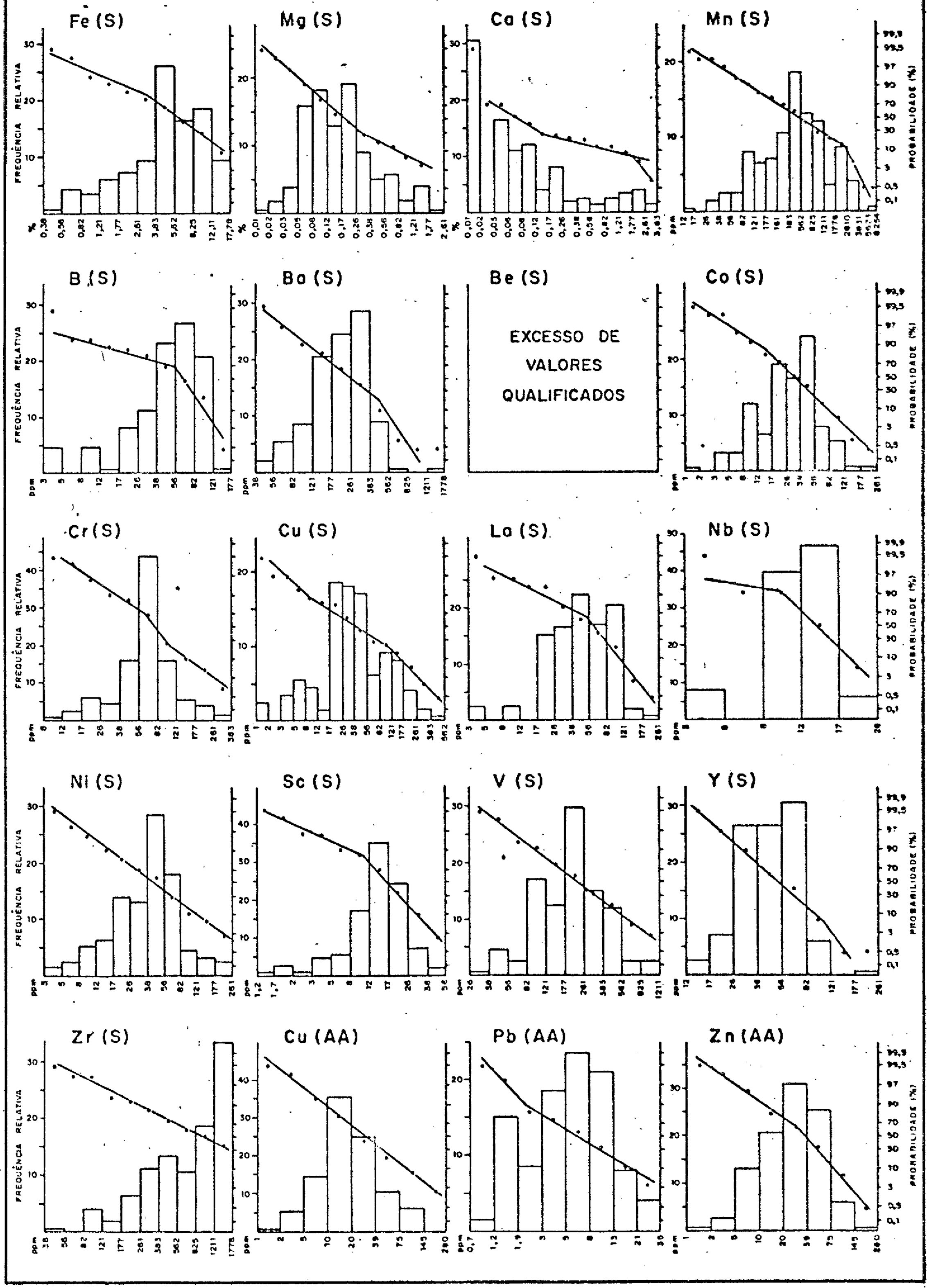
FIG. 37

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO FARO



diversos pares dos elementos pesquisados é quase nula ou apenas regular, o que evidencia uma certa mistura de influências litológicas. Das correlações positivas mais expressivas, várias são típicas do ambiente secundário: Fe x Zn (AA); Fe x Cu; Co x Cu, todas elas com valores de correlação situadas entre 0,6 e 0,8.

Na formação Faro, os valores mais expressivos não parecem constituir anomalias de muita significância. De modo geral, as anomalias encontradas no domínio desta unidade revestem-se de pequeno interesse.

A amostra de sedimento de corrente coletada na estação PR-201, situada em um afluente do igarapé Saudade, no canto inferior esquerdo da Folha SA.21-X-D-VI-4, na área do Domo, apresentou-se anômala de 1ª ordem para Cu (AA), com valor de 280 ppm e anômala de 2ª ordem para Mg (1,5%), Ca (2%), Cr (200 ppm), Cu (S) (500 ppm) e Ni (200 ppm).

Esta associação é típica de elementos de filiação básica-ultrabásica. A presença de vários diques de diabásio na área justifica esses altos geoquímicos, constituindo-se, assim, simplesmente anomalias litológicas.

Na estação PR-42, situada na porção centro-leste da Folha SA.21-X-D-VI-3, aparece uma anomalia isolada de 1ª ordem para Ba (1500 ppm), com anomalias secundárias de Co (200 ppm) e V (1000 ppm). O caráter isolado da anomalia, bem como a carência de informações mais detalhadas sobre a mesma, limitam a sua importância.

Convém notar a presença de duas anomalias para estanho, correspondentes as estações ES-172 e ES-185, ambas com 70 ppm, valor relativamente alto para a área. A

FIG. 38

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÃO FARO

MINERAIS \ AMOSTRAS	AM 537	ES 122	PS 121	PS 124	PS 144	ES 321	JE 104	JE 105	JE 116	JE 118	JE 119	JE 127	JE 130	JE 142	PP 270	PP 272	CS 064	PP 273	ES 271	ES 273	ES 277	ES 279	ES 289	ES 292	CS 063	CF 256	CS 080	JA 017	CF 202	ES 096	ES 121
ILMENITA	⊙	◉	⊕	◒	⊕	◉	◉	◉	⊕	◐	◒	◒	◐	◐	◉	◉	◉	◉	◉	◉	◉	◐	◉	◉	◉	◉	◉	⊕	◉	◐	◉
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙
MONAZITA *	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙				⊙		⊙	⊙
ZIRCÃO	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	◉	⊙	⊙	◐	⊕	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	◒	⊙
XENOTÍMIO														⊙				⊙				⊙									
GRANADA							⊙	⊙		⊙	⊙										⊙					⊙					
ESTAUROLITA							⊙	⊙			⊙	⊙			⊙	⊙			⊙	⊙	⊙			⊙							⊙
EPIDOTO							⊙		⊙	⊙					⊙	⊙		⊙						⊙						⊙	
GAHNITA		⊙																													⊙
MAGNETITA	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊕	◉	⊕	⊙	⊙
PIROXÊNIO	⊙	⊙				⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙			⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO	⊙	⊙	◉	⊕	◒	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	◐	◒	◒	⊕		⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	⊕	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙
ANATÁSIO		⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙			⊙	⊙	⊙
ANFIBÓLIO						⊙	⊙	⊙													⊙			⊙						⊕	
FOSFATO						⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙											⊙					
LEUCOXÊNIO		⊙	⊙		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙					⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙
ESPINÉLIO							⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙																	
APATITA *				⊙																											
TOPÁZIO *							⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙																
CASSITERITA *																			⊙												
CORINDON *							⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙																	
BARITA *							⊙	⊙		⊙		⊙																			
TITANITA *							⊙		⊙	⊙																					

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 % ◐ 20 - 40 % ◉ / > 80 %

⊕ 10 - 20 % ⊖ 40 - 60 %

primeira localiza-se na porção centro superior da Folha SA.21-X-D-VI-3 no igarapé Bacaba. A segunda localiza-se a nordeste desta mesma folha, no igarapé Açuzinho.

Por ter sido detectado na fração mais fina dos sedimentos, supõe-se que o elemento estanho seja proveniente da cassiterita finamente distribuída nos sedimentos, o que leva a crer que a mesma tenha percorrido grandes distâncias, desconhecendo-se, local ou regionalmente, indícios da rocha fonte destas anomalias.

No domínio desta formação foi coletada uma única amostra de rocha (AM-686), um folhelho, cuja estação de amostragem situa-se na porção este da Folha SA.21-X-D-V-1, no igarapé Recreio. As concentrações dos elementos analisados se encontram dentro da faixa normal de variação para este litotipo.

No que se refere aos resultados de concentrado de bateia, a figura 38 mostra os principais minerais detectados, todos eles em níveis $<5\%$.

Como é notável em toda a área do Projeto, a monazita se faz bem presente nesta formação. Também ocorrem o topázio e o corindon, sendo detectados mais raramente a barita, a cassiterita e a apatita.

9.6.8 - Formação Monte Alegre

Os sedimentos de corrente na formação compõem uma população de 195 indivíduos. A unidade não apresenta enriquecimentos relativos de elementos que se destaquem, conforme se evidencia da análise das figuras 13 e 14. A anotar, apenas uma queda relativa de teores médios

TAB. 21

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO MONTE ALEGRE	Fe (%) (S)	195:195	A	0,15	20	1,870	3,059	1,578	17	53
	Mg (%) (S)	195:195	A	0,02	1,5	0,098	2,632	1,245	0,7	1,8
	Ca (%) (S)	125:125	R	0,05	3	0,062	2,770	1,350	0,8 *	1,4*
	Ti (%) (S)	85:195	R	0,15	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	193:195	A	10	5000	208,861	3,686	2,118	2838	10451
	B (S)	192:195	A	10	500	55,431	2,009	0,792	224	449
	Ba (S)	195:195	A	30	1500	159,753	1,953	0,752	609	1190
	Be (S)	58:195	R	1	3	-	-	-	-	-
	Co (S)	177:195	A	5	200	12,332	3,060	1,579	115	353
	Cr (S)	195:195	A	10	500	46,739	2,094	0,853	205	429
	Cu (S)	161:195	R	5	300	17,714	3,959	2,376	215*	366*
	La (S)	167:195	A	20	200	32,186	2,470	1,125	196	485
	Mo (S)	7:195	R	5	10	-	-	-	-	-
	Nb (S)	152:195	R	10	30	10,428	1,585	0,486	21*	28*
	Ni (S)	187:195	A	5	200	17,803	2,830	1,397	143	403
	Pb (S)	27:195	R	10	100	-	-	-	-	-
	Sc ** (S)	118:195	R	5	50	6,646	2,762	1,344	33*	49*
	Sn (S)	6:195	R	10	70	-	-	-	-	-
	Sr (S)	10:194	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	194:194	A	10	1000	107,444	2,401	1,074	619	1487
	Y (S)	192:194	A	10	100	32,458	1,867	0,690	113	211
	Zn ** (S)	0:194	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zr (S)	86:194	R	70	1000	-	-	-	-	-
	Cu (AA)	169:195	A	3	170	10,817	3,317	1,792	119	395
	Pb ** (AA)	77:195	R	3	30	3,259	2,473	1,127	19*	34*
	Zn (AA)	180:195	A	3	100	10,086	2,787	1,363	78	218
	Sb (AA)	2:101	R	1	2	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	1:195	R	2	2	-	-	-	-	-
	As (C)	7:195	R	10	10	-	-	-	-	-
	Sb (C)	5:94	R	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:195	-	-	-	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 39

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO – SEDIMENTOS

FORMAÇÃO MONTE ALEGRE

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Sc-S	V-S	Y-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	o	○	o	o	x	o	o	o	○	o	o	○	○	o	o	○	o	
Pb-A	o	o	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
Cu-A	○	○	o	o	x	o	o	o	○	o	o	○	○	o	o			
Y-S	o	o	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
V-S	○	○	o	o	x	o	o	o	o	x	o	o	○					
Sc-S	○	○	o	o	x	o	○	o	○	o	o	○						
Ni-S	o	○	o	o	x	o	o	○	o	x	x							
Nb-S	o	x	x	x	o	o	o	o	o	o								
La-S	x	x	x	x	o	o	x	x	x									
Cu-S	o	o	o	o	x	x	o	o										
Cr-S	o	o	o	o	x	o	o											
Co-S	○	o	o	○	x	o												
Ba-S	o	o	x	o	x													
B-S	x	x	(o)	(o)														
Mn-S	○	o	o															
Ca-S	○	○																
Mg-S	○																	
Fe-S																		

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	○
≥ 0,6 – < 0,8	○
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

x CORRELAÇÃO ENTRE –0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 195 AMOSTRAS

S – ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A – ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

para Pb (AA) e Zn (AA). Também não se destacam elementos com interdependência elevada. Da análise da figura 39 apenas Cu (S) x Cu (AA) e Mg (S) x Ca (S) apresentam correlação elevada. O elemento B (S) possui uma fraca incompatibilidade com Ca (S) e Mn (S).

Das áreas Monte Alegre mapeadas, em nenhuma foram observadas associações de elementos que sugerissem presença de mineralização. Apenas o quadrante NE da Folha SA.21-X-D-VI-3 sobressai-se por quatro anomalias de 1ª ordem detectadas. Na porção superior do quadrante, as estações PR-101 e PR-103, em duas pequenas drenagens sem nome, as proximidades da localidade Caoçu. Em PR-101, 1,5% Ca associa-se a anomalias possíveis de 15% Fe, 5000 ppm Mn, 150 ppm Co e 30 ppm Sc. Em PR-103 a associação de 1500 ppm Ba (anomalia provável) com Fe (15%), Mn (5000 ppm), Co (200 ppm), e Sc (30 ppm), no canto inferior NW, em afluente do igarapé Açu. Para ambas, admite-se, apenas uma associação típica sedimentar conjugada parcialmente a influência dos diques de diabásios comuns na área.

Pontos provavelmente anômalos em Sc (50 ppm) e Cr (500 ppm) ocorrem isolados nas amostras CF-250 e PS-141, (folhas SA.21-X-D-V-1 e SA.21-X-D-V-2, respectivamente), sem que mereçam maiores comentários.

O estudo dos concentrados de bateia revelou uma mineralogia composta de, na quase totalidade, concentrações isoladas e dispersas de monazita, apatita,hematita, topázio, cassiterita, corindon e cromita, em quantidades inferiores a 5% da amostra, estes os minerais de interesse econômico. A mineralogia complementar acha-se representada na figura 41. A pequena expressividade das ocorrências

FIG. 40

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE — FORMAÇÃO MONTE ALEGRE

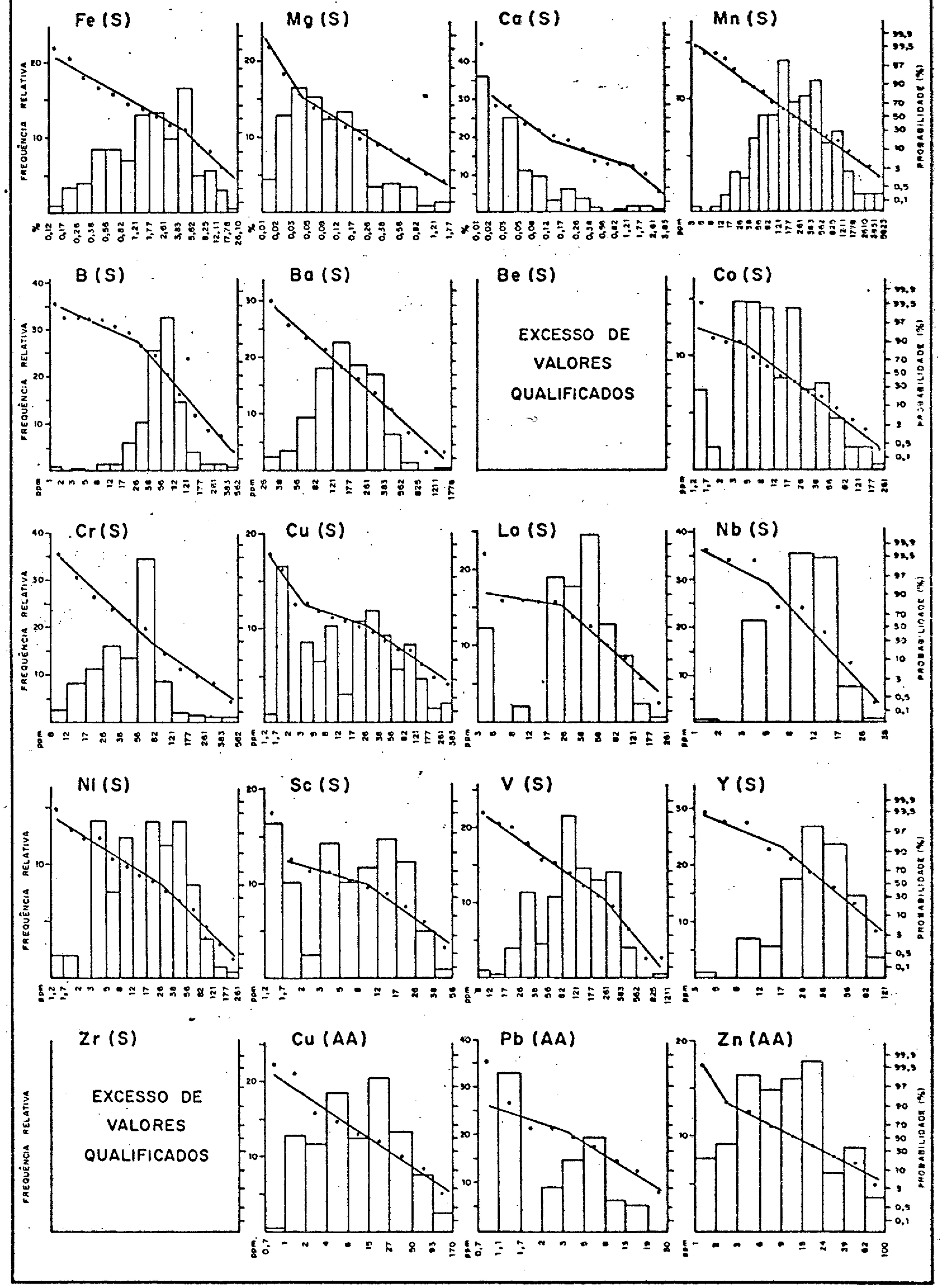


FIG. 41

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMACAO MONTE ALEGRE

MINERAIS \ AMOSTRAS	JA 034	CS 197	ES 180	ES 195	ES 196	PS 138	PS 139	PS 150	PS 155	ES 250	ES 251	ES 264	ES 245	ES 322	JA 079	JA 083	JE 123	JE 133	AM 702	JA 042	ES 155	CP 197	JE 165
ILMENITA			◒	◒	●	●	◒	◒	⊕	●	⊕	⊕	●	●	●	◒	◐	◒	●	◒	◒	●	●
RUTILO	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *	⊙	⊙		⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙		⊙
ZIRCÃO	◐	◐	◐	◐	⊕	⊙	⊙	⊙	◐	⊕	◒	◒	⊙	⊙	⊙	⊙	◐	⊕	⊙	◐	◐	⊕	⊕
XENOTÍMIO	⊙	⊙	⊙							⊙								⊙					⊙
GRANADA											⊙	⊙					⊙	⊙					
ESTAUROLITA			⊙							⊙					⊙	⊙	⊙	⊙					⊙
SILLIMANITA																⊙							
EPIDOTO					⊙																		
MAGNETITA	⊙	⊙	⊙	⊙		⊕	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	⊙	⊕	⊙	●	⊙
PIROXÊNIO					⊙	⊙	⊙	⊙		⊙				⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙		⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	◐	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ANATÁSIO	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ANFIBÓLIO	⊙												⊙	⊙		⊙					⊙		
FOSFATO								⊙								⊙	⊙	⊙					⊙
LEUCOXÊNIO	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙
ESPINÉLIO																	⊙	⊙					
MICAS									⊙														
APATITA *																				⊙			
HEMATITA *	◐	⊙																					
TOPÁZIO *	⊙							⊙									⊙	⊙					⊙
CASSITERITA *										⊙													
CORINDON *																	⊙	⊙	⊙				⊙
ANDALUZITA																	⊙						
CROMITA *																	⊙						
TITANITA																		⊙	⊙				⊙

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 % ◐ 20 - 40 % ● > 80 %

⊕ 10 - 20 % ◒ 40 - 60 %

dispensa maiores considerações a respeito.

9.6.9 - Formações Itaituba/Nova Olinda

Não apresentaram elementos que se mostrassem relativamente mais concentrados, na comparação de médias (figuras 13 e 14). No entanto, evidenciaram um empobrecimento relativo mais acentuado para os elementos Fe (S), La (S), Pb (AA), Zn (AA) e Y (S) em primeiro plano, e Cu (AA) Ni(S), Sc (S) V (S) e Cr (S) menos destacadamente.

Da análise da matriz de correlação (figura 42), depreende-se que, apenas entre Cu (S) x Cu(AA) e V (S) x Sc (S) existe uma boa correlação. Esta torna-se menos destacável, mas ocorre ainda, principalmente entre os elementos litófilos e, menos, entre estes e alguns siderófilos, como Ni e Co.

O quadro de anomalias apresenta 10 amostras provavelmente anômalas, as quais, por vezes, devem estar espelhando, a variedade litológica da unidade (foram mapeados arenitos, folhelhos, siltitos e calcários, além de diques de diabásio). Os calcários, muito provavelmente, podem influenciar a dispersão dos elementos, criando "barreiras" ao modificar o padrão das águas percolantes, normalmente ácidas, provocando precipitação de certos elementos e, consequentemente, enriquecimentos locais para esses mesmos elementos. No entanto, no quadro de anomalias de 1ª ordem, não chegou a haver uma predominância dessa característica, em termos de associações.

Na Folha SA.21-X-D-V-2, uma amostra coletada no igarapé Santa Maria (PS-177), associa uma anomalia provável de 1000 ppm Cu (S) com anomalias possíveis de

TAB. 22

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÕES IPAITUBA - NOVA OLINDA	Fe (%) (S)	152:152	A	0,10	15	1,060	2,915	1,463	9	26
	Mg (%) (S)	152:152	A	0,02	1	0,082	2,208	0,934	0,4	0,9
	Ca (%) (S)	117:152	R	0,03	2	0,071	2,300	1,000	0,4 *	1 *
	Ti (%) (S)	100:152	A	0,15	1	0,796	1,873	0,695	3	5
	Mn (S)	146:152	A	10	5000	105,315	3,937	2,354	1632	6427
	B (S)	152:152	A	10	150	56,356	1,710	0,577	165	282
	Ba (S)	152:152	A	30	1000	143,436	1,832	0,665	481	882
	Be (S)	43:152	R	1	3	-	-	-	-	-
	Co (S)	118:152	A	5	200	6,915	2,999	1,530	62	186
	Cr (S)	152:152	A	10	300	39,755	2,024	0,802	163	329
	Cu (S)	115:152	R	5	1000	9,843	3,434	1,892	203*	1212*
	La (S)	82:152	R	20	150	14,865	2,952	1,493	97*	170*
	Mo (S)	6:152	R	5	30	-	-	-	-	-
	Nb (S)	112:152	R	10	30	9,521	1,550	0,460	20*	27*
	Ni (S)	133:152	A	5	300	12,015	3,316	1,791	132	438
	Pb (S)	22:152	R	10	150	-	-	-	-	-
	Sc ** (S)	96:152	R	5	100	5,291	2,797	1,371	33*	69*
	Sn ** (S)	2:152	R	10	10	-	-	-	-	-
	Sr (S)	16:152	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	152:152	A	10	500	61,643	2,251	0,965	312	703
	Y (S)	151:152	A	10	150	28,734	2,059	0,827	122	251
	Zn (S)	1:152	R	200	200	-	-	-	-	-
	Zr (S)	55:152	R	200	1000	-	-	-	-	-
	Cu (AA)	113:152	R	3	320	5,421	3,040	1,563	48*	144*
	Pb (AA)	71:152	R	3	29	2,576	2,712	1,306	25*	44*
	Zn (AA)	129:152	A	3	150	8,720	2,986	1,520	78	232
	Sb (AA)	3:152	R	1	2	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	4:152	R	4	20	-	-	-	-	-
	As (C)	4:152	R	10	10	-	-	-	-	-
	Sb (C)	4:7	-	1	2	-	-	-	-	-
	U (CM)	1:152	R	40	40	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 42

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO – SEDIMENTOS

FORMAÇÕES ITAITÚBA / NOVA OLINDA

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Ti-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Sc-S	V-S	Y-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	o	o	o	o	o	x	○	o	o	o	○	o	○	o	o	o	o	○	
Pb-A	o	o	o	o	o	x	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	x		
Cu-A	o	o	x	o	x	x	o	x	o	○	o	x	o	o	o	o			
Y-S	o	o	x	o	o	o	o	o	○	o	○	o	○	○	○				
V-S	○	o	o	○	o	o	o	o	○	o	○	o	o	○					
Sc-S	o	o	o	o	o	o	o	o	○	o	○	o	○						
Ni-S	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o							
Nb-S	o	o	x	o	x	o	o	o	o	x	o								
La-S	o	o	x	o	o	o	○	o	o	o									
Cu-S	o	o	x	o	x	x	o	x	o										
Cr-S	○	o	x	o	o	x	o	o											
Co-S	o	o	o	o	○	o	o												
Ba-S	o	○	o	o	o	o													
B-S	x	o	x	x	x														
Mn-S	o	o	o	o															
Ti-S	o	o	o																
Ca-S	o	○																	
Mg-S	o																		
Fe-S																			

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	○
≥ 0,6 – < 0,8	○
0,19* – < 0,6	o

X CORRELAÇÃO ENTRE -0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 152 AMOSTRAS

S – ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A – ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

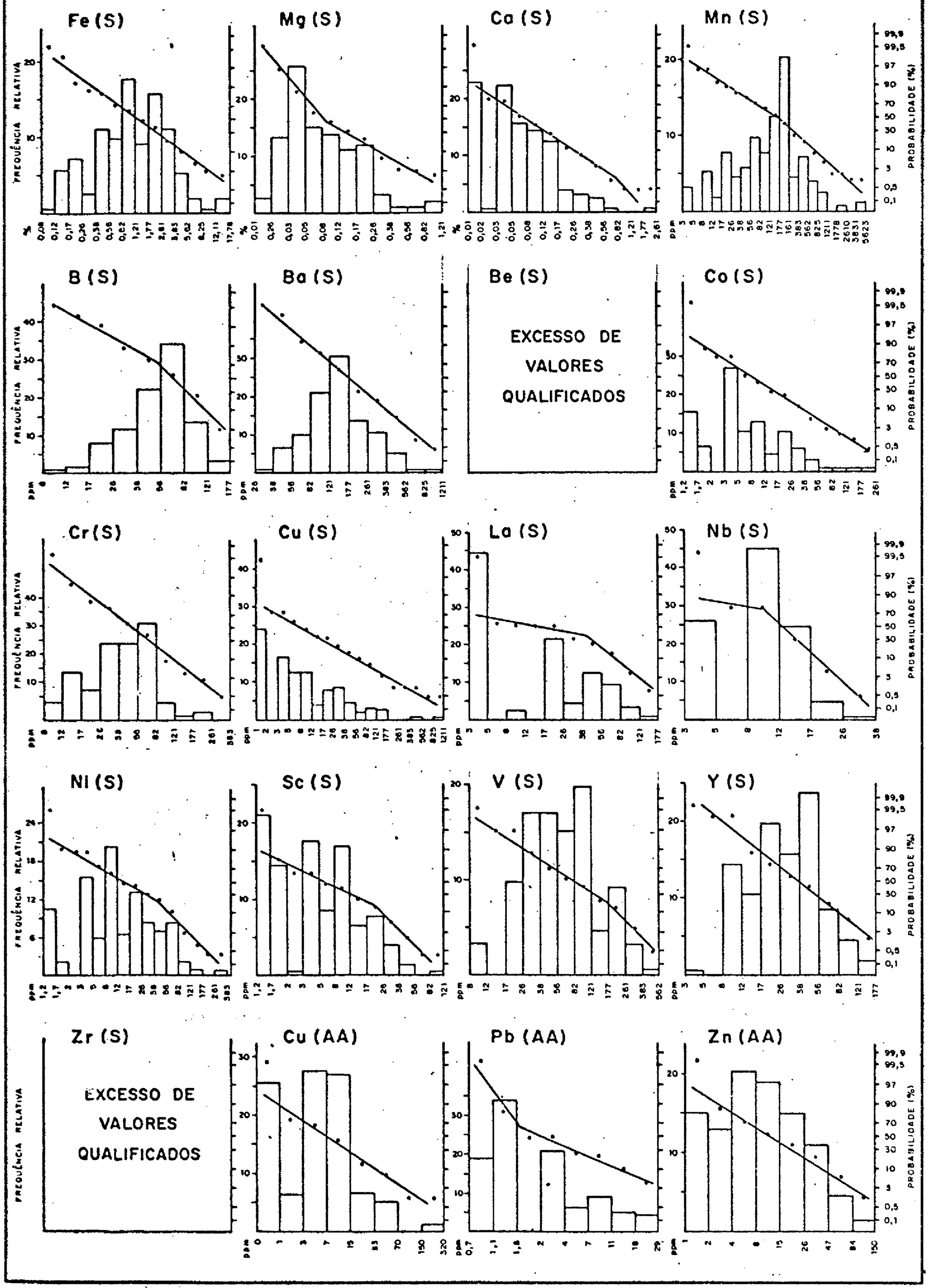
FIG. 43

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE – FORMAÇÕES ITAITUBA / NOVA OLINDA



Fe (15%) e Y (100 ppm). Esta amostra representa uma grande mistura de influência com a Formação Monte Alegre, unidade sobre a qual desenvolve-se grande parte do curso do igarapé. O elevado teor em Cu, objeto imediato de atenção na associação, deve representar concentração associada a silicatos (provavelmente nas rochas básicas) visto que a proporção com ligação de fraca energia corresponde a 320 ppm (resultado da análise por AA).

Passando à Folha SA.21-X-D-V-3, em sub-afluente do igarapé do Bem-te-ví a estação AM-715 associou anomalias de 1ª ordem de Co (S) e Mn (S) - 200 e 500 ppm - com teores possivelmente anômalos de Fe (S), Mg (S) e Cr (S) - 15%, 0,7% e 200 ppm. Aqui, Fe-Mn-Co representam típica associação do ambiente supergênico, na qual a presença de rochas calcárias deve ter preponderado, pois Fe e Mn requerem condições estremamente ácidas para dispersarem-se em solução e o contato com essa litologia deve provocar a precipitação desses elementos e, com eles, alguns outros que os acompanham, como Co (principalmente),Mg, Cr, Ni, Ba,etc, dos quais os dois primeiros aparecem na associação em discussão. Outra hipótese seria associar-se Co-Cr-Mg aos diques básicos da área. Porém,dada a pequena expressividade da bacia de captação da amostra aceita-se a 1ª hipótese como mais correta.

Na porção superior centro-oeste concentra-se a zona de anomalias da Folha SA.21-X-D-V-4. Na faixa central, na estação CF-180, igarapé Bala, 30 ppm Nb. No igarapé da Lage, os pontos CF-172 e CF-179; no primeiro , anomalias prováveis de 40 ppm U e 300 ppm Cr, com anomalias possíveis de Nb (20 ppm), Sc (30 ppm), V (300 ppm), Y (100 ppm) e Cu(AA (55 ppm); em CF-179, Cu(AA)(300 ppm) -anomalia

provável, com Zn(AA (150 ppm) e Cu (S) (500 ppm) -anomalias possíveis. Na faixa leste, a bacia do igarapé Santa Maria ressalta padrões anômalos para Mg-Ca-Ba-La-Sc, em primeiro plano, e Mn-Zn(AA), secundariamente. O magnésio foi detectado em teores de 0,5 e 1%; cálcio, entre 0,5 - 0,7%; Ba, entre 500-1000 ppm; La, 100-500 ppm; Sc, entre 30-50 ppm. Manganês e Zinco apresentam anomalias, o primeiro de 2000 ppm e o outro de 85 ppm.

Segundo os informes de campo, nestas faixas são muito comuns as intercalações de níveis de folhelhos, que estariam coincidindo com os pontos anômalos podendo, por conseguinte, justificar os enriquecimentos locais devidos a este litotipo como a principal influência atuante na área. Acrescida, pode-se juntar a influência secundária dos diques de diabásio, ressaltados em teores mais elevados de Mg, Ca e Cu.

Encerrando o quadro anômalo, na Folha SA.21-X-D-VI-3, estão as amostras CS-112, no igarapé Carapanã, e na Folha SA.21-X-D-VI-2, a amostra JE-137, no igarapé da Mulata. No Carapanã associam-se Ba (700 ppm) e La (100 ppm) em anomalias provável e possível respectivamente, sem informações consistentes que lhe justifiquem importância. Na Mulata, um teor provavelmente anômalo de 1000 ppm Ba está associado com anomalias possíveis de 0,5% Mg, 0,7% Ca, 50 ppm Co e 120 ppm Zn (AA) numa drenagem isolada que percorre terrenos da Formação Monte Alegre, até ser amostrada na faixa calcária permocarbonífera. Tal como a anterior, não se lhe atribui caráter de destaque, admitindo-se apenas uma mistura de influências atuantes na área.

FIG. 44

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÕES ITAITUBA / NOVA OLINDA

MINERAIS \ AMOSTRAS	AM 631	AM 633	AM 639	AM 644	CS 089	CS 098	CS 114	CS 130	CS 134	CS 140	CS 202	ES 312	ES 323	AM 677	AM 707	ES 113	AM 598	ES 165	CF 163	CF 178	CF 180	CF 181	CF 188	CF 192	CF 194	CF 195	CF 206	CF 215	CF 221	CF 167	CF 238	CF 241	CF 242	CF 276	CF 278	AM 608	CF 267	CF 268
ILMENITA												◒	⊕	⊕	●	◐		●	●	◐	◒	◒	◒	◒	⊕	◐	◐	●	●	◒	⊙	⊕	●	⊕	◐		⊕	◐
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *			⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙				⊙	⊙			⊙				⊙	⊙	
ZIRCÃO	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	⊕	◐	⊕	⊕	◐	◐	⊙	◒	●	⊙	◐	⊕	⊕	⊕	◒	◐	◒	⊕	⊕	◐	◐	◐	⊙	⊕	⊕	◒	◒	⊙	⊕	◐	⊕	⊕	⊕
XENOTÍMIO			⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙			⊙														⊙					⊙		
GRANADA				⊙																																⊙		
ESTAUROLITA												⊙							⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙								
EPIDOTO					⊙				⊙			⊙				⊙					⊙																
GAHNITA																			⊙	⊙	⊙			⊙													
MAGNETITA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
PIROXÊNIO					⊙	⊙		⊙	⊙										⊙	⊙	⊙	⊙					⊙	⊙	⊙				⊙					
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO	⊙	⊙	⊙	⊙	◒	⊕	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	◐	⊕		⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊙	⊕	⊙	⊙		⊙	⊙		⊙	⊙	◒	⊕	⊕	◒	⊕
ANATÁSIO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ANFIBÓLIO	⊙												⊙					⊙	⊙																	⊙		
FOSFATO														⊙	⊙	⊙						⊙			⊙						⊙							
LENCOXÊNIO	⊙	⊙		⊙		⊙	⊙	⊙	⊙				⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙			⊙	⊕	⊙	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊕
ESPINÉLIO	⊙				⊙											⊙			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙													⊙	
MICAS												⊙																										
APATITA *					⊙			⊙																		⊙		⊙										
HEMATITA *	●	●	●	●	⊕	◐	◐	◒	◒	⊕	◐						◐																			◐		
TOPÁZIO *		⊙	⊙	⊙							⊙				⊙	⊙						⊙	⊙	⊙			⊙			⊙					⊙			⊙
CASSITERITA *																						⊙	⊙	⊙			•											
CORINDON *												⊙																										
TITANITA																⊙																						

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 % ◐ 20 - 40 % ● > 80 %

⊕ 10 - 20 % ◒ 40 - 60 %

Foram amostrados três afloramentos representativos de calcários, correspondentes aos pontos AV-86, na Folha SA.21-X-D-VI-3, em afluente do Maécuru, próximo ao lago Turará; PP-231A e PP-273, na folha SA.21-X-D-VI-4, sendo o primeiro no igarapé da Mulata e o outro na Estrada do Francês. As análises forneceram teores perfeitamente admissíveis para a litologia. Na estação AV-86, estão representados os teores mais elevados de Mn (3000 ppm) acompanhado de Co, Cr, e Pb (50, 70 ppm, respectivamente) que podem representar enriquecimento local dos elementos, sem que se relacionem a mineralização, por efeito da barreira geoquímica referida no início do ítem.

O estudo de minerais pesados por concentrados de batéia, resumido na figura 44, destaca, entre os minerais identificados de interesse econômico, apatita, monazita, hematita, topázio, cassiterita e corindon, distribuídos na área amostrada, e em proporções sempre inferiores a 5%, exceto a hematita, cujas percentagens em volume variam de 10-20% até >80%. Os demais podem ser tomados como em proporções admissívelmente normais para a unidade. Quanto à hematita, pode representar zonas locais de ação do intemperismo sobre rochas contendo ferro o que, normalmente, forma capas irregulares, frequentemente associadas à limonita (DANA & FORD).

9.6.10 - Formação Alter do Chão

A unidade exibiu uma composição em torno dos valores médios, comparativamente às médias das demais formações. Nas 27 amostras da população de sedimentos de corrente, não foram observados enriquecimentos destacáveis de elementos.

TAB. 23

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO	Fe (%) (S)	27:27	A	0,2	5	1,511	2,096	0,854	6,6	13,9
	Mg (%) (S)	27:27	A	0,02	0,5	0,104	2,376	1,056	0,6	1,4
	Ca (%) (S)	26:27	A	0,05	0,7	0,123	2,535	1,173	0,8	2
	Ti (%) (S)	10:27	A	0,3	1	-	-	-	-	-
	Mn (S)	26:27	A	20	2000	266,926	3,124	1,631	2605	8138
	B (S)	27:27	A	10	200	41,423	2,318	1,014	222	516
	Ba (S)	27:27	A	50	1000	182,346	1,864	0,688	633	1181
	Be (S)	10:27	A	1	3	-	-	-	-	-
	Co (S)	26:27	A	5	50	10,485	2,396	1,070	60	144
	Cr (S)	27:27	A	15	100	41,244	1,766	0,618	129	227
	Cu (S)	26:27	A	5	100	13,705	2,651	1,260	96	255
	La (S)	20:27	A	20	200	25,682	2,971	1,508	227	673
	Mo (S)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nb (S)	25:27	A	10	30	11,745	1,462	0,394	25	37
	Ni (S)	26:27	A	5	100	15,944	2,601	1,222	108	280
	Pb (S)	4:27	A	10	15	-	-	-	-	-
	Sc ** (S)	22:27	A	5	20	6,858	2,249	0,964	35	78
	Sn (S)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sr (S)	1:27	R	150	150	-	-	-	-	-
	V (S)	27:27	A	20	500	87,219	2,050	0,821	366	751
	Y (S)	27:27	A	10	70	30,072	1,663	0,544	83	138
	Zn (S)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zr (S)	14:27	A	200	1000	991,833	1,654	0,537	2713	4488
	Cu (AA)	23:27	A	3	35	7,341	2,761	1,344	56	154
	Pb (AA)	16:27	A	3	17	3,149	2,373	1,054	18	42
	Zn (AA)	27:27	A	3	120	12,232	2,256	0,969	62	140
	Sb (C)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mo (C)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-
	As (C)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:27	-	-	-	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R), a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV). -4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

** - Apresentaram resultados com interferência.

FIG. 45

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO – SEDIMENTOS

FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Nb-S	Ni-S	Sc-S	V-S	Y-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A
Zn-A	◯	◯	o	o	x	o	◯	o	◯	x	x	◯	◯	o	x	◯	o	
Pb-A	o	x	x	o	x	x	o	x	x	x	x	x	o	x	o	x		
Cu-A	◯	◯	o	x	x	o	◯	o	◯	x	x	◯	◯	◯	x			
Y-S	o	x	x	x	x	x	o	x	o	◯	o	o	◯	o				
V-S	◯	◯	o	o	x	x	◯	o	◯	x	x	◯	◯					
Sc-S	◯	o	x	o	x	x	◯	o	◯	o	x	◯						
Ni-S	◯	◯	o	o	x	o	◯	◯	◯	x	x							
Nb-S	x	x	x	o	x	x	x	x	x	◯								
La-S	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Cu-S	◯	◯	o	o	x	o	◯	◯										
Cr-S	◯	◯	o	x	x	o	◯											
Co-S	◯	◯	o	◯	x	o												
Ba-S	x	o	x	x	o													
B-S	x	x	(o)	x														
Mn-S	◯	o	o															
Ca-S	o	o																
Mg-S	◯																	
Fe-S																		

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	◯
≥ 0,6 – < 0,8	○
0,37* – < 0,6	o
INVERSA	( )

x CORRELAÇÃO ENTRE –0,37 E 0,37

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 27 AMOSTRAS

S – ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A – ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

FIG. 23

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO - SEDIMENTOS

FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO BARREIRINHA

PREDOMINÂNCIA DE FOLHELHOS

	Fe-S	Mg-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Be-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Mo-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A	Mo-A
Mo-A	x	x	(o)	o	x	x	(o)	x	x	x	O	x	(o)	x	x	(o)	x	o	(o)	x	(o)	
Zn-A	o	x	o	(o)	x	x	O	x	x	x	(o)	x	o	x	x	o	x	x	o	x		
Pb-A	(o)	x	x	o	x	o	x	x	x	o	x	o	x	O	o	x	o	x	x			
Cu-A	o	x	o	(o)	(o)	x	o	x	o	x	(o)	(o)	o	x	o	o	x	(o)				
Zr-S	(o)	x	x	o	o	x	x	(o)	x	o	o	o	x	x	x	x	o					
Y-S	x	x	x	o	o	o	x	x	x	O	x	o	o	o	x	o						
V-S	o	o	o	x	o	x	o	o	o	x	x	x	O	x	o							
Sc-S	x	o	x	x	x	x	x	o	x	x	x	x	o	o								
Pb-S	x	o	(o)	o	x	o	(o)	o	x	o	x	x	o									
Ni-S	x	o	o	x	o	x	O	o	o	x	(o)	x										
Nb-S	x	o	x	o	o	o	x	x	x	o	o											
Mo-S	x	x	(o)	o	x	o	(o)	x	o	x												
La-S	x	x	(o)	O	o	O	x	x	x													
Cu-S	o	x	o	x	x	x	x	x														
Cr-S	o	o	o	x	o	(o)	o															
Co-S	x	o	O	(o)	x	x																
Be-S	x	x	(o)	o	x																	
Ba-S	x	o	x	o																		
B-S	(o)	x	(o)																			
Mn-S	o	x																				
Mg-S	x																					
Fe-S																						

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	O
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,19* – < 0,6	o
INVERSA	( )

x CORRELAÇÃO ENTRE −0,19 E 0,19

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 106 AMOSTRAS

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

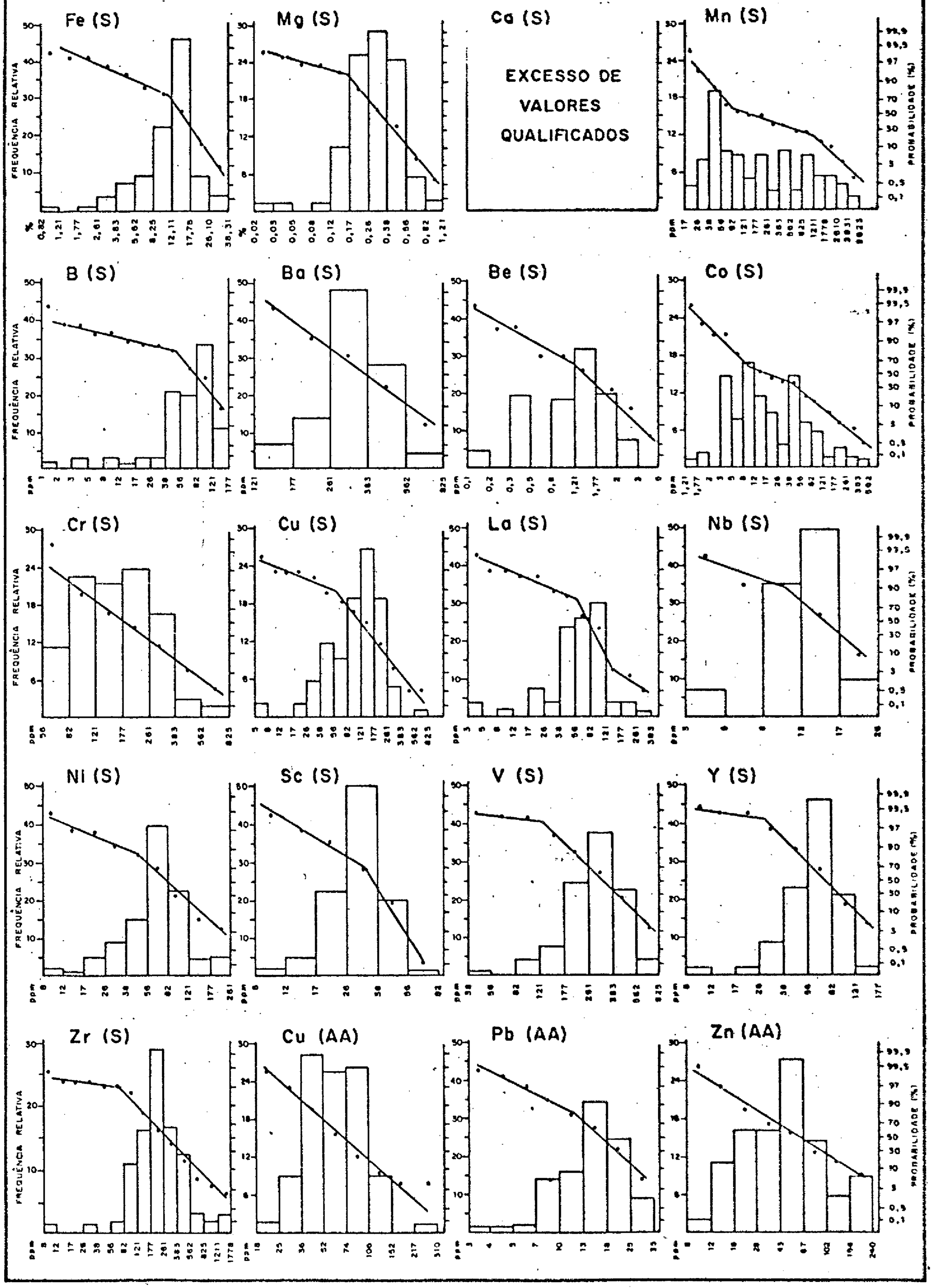
FIG. 24

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO BARREIRINHA - PREDOMINÂNCIA DE FOLHELHOS



TAB. 15

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Distribuição Suposta Log. Normal	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Coef. Variação	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO BARREIRINHA Sem Influência de Folhelhos	Fe(%) (S)	60:60	A	1	20	6,756	2,258	0,970	34	78
	Mg(%) (S)	60:60	A	0,1	1,5	0,346	1,892	0,708	1,2	2,3
	Ca(%) (S)	49:60	A	0,05	3	0,147	3,830	2,252	2,1	8,2
	Ti(%) (S)	11:60	A	0,7	1	-	-	-	-	-
	Mn(%) (S)	60:60	A	30	5000	629,560	3,990	2,405	10022	39990
	B (S)	52:60	A	10	150	36,089	2,936	1,480	311	913
	Ba (S)	60:60	A	50	500	216,060	1,505	0,427	489	736
	Be (S)	22:60	R	1	7	-	-	-	-	-
	Co (S)	60:60	A	5	300	43,332	2,814	1,408	350	997
	Cr (S)	60:60	A	50	700	135,600	1,825	0,661	452	824
	Cu (S)	60:60	A	7	300	95,808	2,334	1,025	522	1218
	La (S)	56:60	A	20	200	42,779	2,221	0,944	211	469
	Mo (S)	30:60	R	5	70	4,179	3,385	1,850	79*	
	Nb (S)	58:60	A	10	20	13,104	1,302	0,269	22	29
	Ni (S)	60:60	A	7	150	58,232	1,909	0,720	212	405
	Pb (S)	47:60	A	10	100	15,602	2,305	1,004	83	191
	Sc (S)	60:60	A	7	50	19,938	1,561	0,468	48	76
	Sn** (S)	1:60	R	10	10	-	-	-	-	-
	Sr (S)	15:60	R	100	200	-	-	-	-	-
	V (S)	60:60	A	70	500	243,917	1,745	0,603	743	1296
	Y (S)	60:60	A	20	150	52,131	1,539	0,452	123	190
	Zn** (S)	3:60	R	200	300	-	-	-	-	-
	Zr (S)	60:60	A	70	1000	190,296	1,674	0,552	533	893
	Cu (AA)	60:60	A	9	240	70,985	1,843	0,673	241	444
	Pb** (AA)	22:60	A	7	60	14,056	1,577	0,480	35	55
	Zn (AA)	60:60	A	11	370	75,589	2,106	0,861	335	706
	Sb (AA)	0:12	R	-	-	-	-	-	-	-
	Mo (AA)	39:60	R	2	55	2,646	3,865	2,285	50*	
	As (C)	9:60	R	10	20	-	-	-	-	-
	Sb (C)	19:48	R	1	3	-	-	-	-	-
	U (CM)	9:60	R	70	160	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. do N. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R) a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV) - 4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

* - Limiares determinados graficamente (LEPELTIER)

** - Apresentaram resultados com interferência

FIG. 26

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE - FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO BARREIRINHA - SEM INFLUÊNCIA DE FOLHELHOS

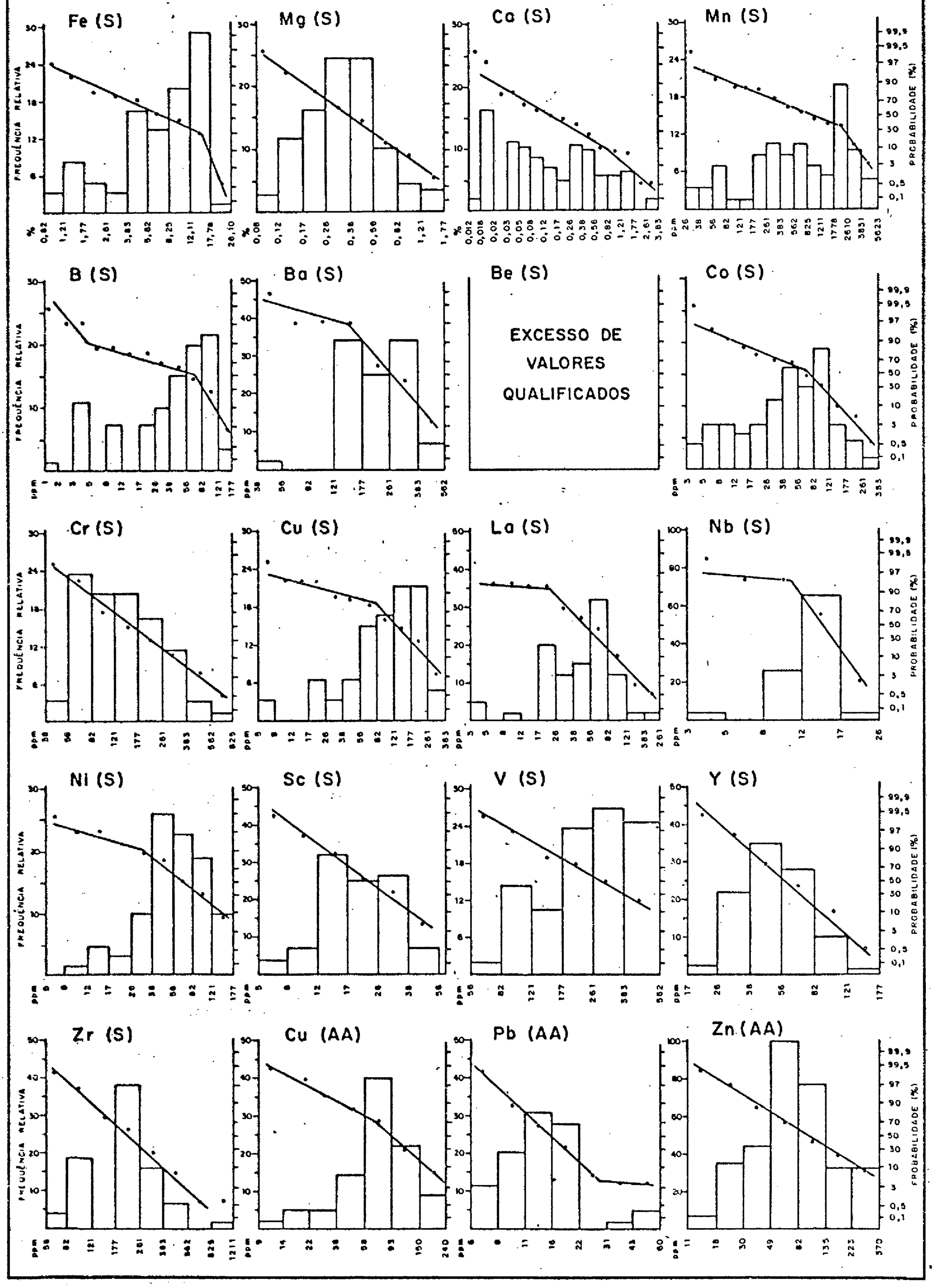


FIG. 25

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

MATRIZ DE CORRELAÇÃO – SEDIMENTOS

FORMAÇÃO CURUÁ – MEMBRO BARREIRINHA

SEM INFLUÊNCIA DE FOLHELHOS

	Fe-S	Mg-S	Ca-S	Mn-S	B-S	Ba-S	Co-S	Cr-S	Cu-S	La-S	Mo-S	Nb-S	Ni-S	Pb-S	Sc-S	V-S	Y-S	Zr-S	Cu-A	Pb-A	Zn-A	Mo-A
Mo-A	x	x	x	(o)	o	x	x	x	x	x	◯	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	
Zn-A	o	o	o	x	x	x	o	x	o	o	x	x	◯	x	o	x	o	o	o	x		
Pb-A	x	x	x	x	x	x	x	x	o	o	x	x	x	◯	x	x	o	(o)	o			
Cu-A	o	o	o	x	(o)	x	o	x	◯	x	x	x	o	o	o	o	o	(o)				
Zr-S	(o)	(o)	(o)	(o)	o	x	(o)	(o)	(o)	x	x	x	(o)	x	(o)	o	x					
Y-S	x	x	x	(o)	x	x	x	x	o	◯	x	x	o	o	o	x						
V-S	◯	o	o	◯	(o)	x	o	o	o	(o)	x	x	o	x	x							
Sc-S	o	o	o	x	(o)	o	o	o	o	x	x	(o)	o	x								
Pb-S	x	x	x	(o)	x	o	x	x	o	o	o	x	x									
Ni-S	o	o	o	o	(o)	o	◯	o	o	x	x	x										
Nb-S	x	(o)	(o)	x	o	x	(o)	x	x	x	o											
Mo-S	x	x	x	(o)	o	x	(o)	x	x	x												
La-S	x	(o)	(o)	(o)	o	x	x	(o)	o													
Cu-S	o	o	o	x	(o)	x	o	x														
Cr-S	o	o	o	◯	(o)	x	x															
Co-S	◯	o	o	◯	(o)	o																
Ba-S	x	x	x	x	o																	
B-S	(◯)	(o)	(o)	(◯)																		
Mn-S	o	o	o																			
Ca-S	o	◯																				
Mg-S	o																					
Fe-S																						

— CONVENÇÕES —

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	SIMBOLOGIA
≥ 0,8	◯
≥ 0,6 – < 0,8	O
0,25* – < 0,6	o
INVERSA	( )

X CORRELAÇÃO ENTRE –0,25 E 0,25

* LIMITE DE SIGNIFICÂNCIA A UM NÍVEL DE 0,05 PARA 60 AMOSTRAS

S – ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

A – ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

V (S) e Cu (S). Os elementos B (S) e Zr (S) salientam-se negativamente pelas menores médias que apresentam.

Fato interessante de ser observado é o de que os elementos acima referidos como mais enriquecidos através da comparação entre médias (Figuras 13 e 14) não responderam com anomalias de 1º grau a estas afirmativas. Foram poucos os valores anômalos detectados para referidos elementos.

A interdependência entre os elementos é mais elevada entre Co (S) e Mn (S), no primeiro grupo (Figura 23), típica do ambiente supergênico e entre Mo (S) e Mo (AA) e Ca (S) e Mg (S), no segundo grupo (Figura 25), onde são frequentes os diques básicos. Neste último grupo há uma correlação inversa dos elementos Fe (S) e Mn (S) com o B (S), o que pode estar atestando para os mesmos ocorrências em diferentes formas e, talvez, também em litologias.

Os teores anômalos detectados, em grande parte podem ser correlacionados diretamente às características composicionais/mineralógicas do Membro Barreirinha. Neste caso incluem-se anomalias dispersas de 10 ppm, 20 ppm e 40 ppm As (C) e 1 ppm e 2 ppm Sb (C), as quais, admite-se, podem estar associadas à fração orgânica e/ou às ocorrências de pirita muito comum dentro do folhelho.

Na Folha SA.21-X-D-V-1 a bacia do igarapé Maçaranduba destaca, no ponto AM-573, anomalias prováveis de 200 ppm Mo (AA), 10 ppm Ag (S), 20 ppm U (CM) e 40 ppm As (C), associadas a um valor possivelmente anômalo de 100 ppm Mo (S). Na Folha SA.21-X-D-V-2, em CF-149, associam-se 75 ppm Mo (AA) com 80 ppm U. Apesar de teores elevados,

os elementos formam uma associação típica de folhelhos negros e devem estar representando este litotipo, de grande predominância na população Barreirinha.

Na Folha SA.21-X-D-VI-1, bacia do igarapé Lontra, são encontradas anomalias de Mn (S) (3000 ppm) e Co (S) (700 ppm), Ag (S) (0,5 ppm) e U (CM) (40 ppm) e quatro isoladas de 40 ppm e 80 ppm U (CM) (estações, PS-65, PS-66, JA-47 e JA-49). Na Folha SA.21-X-D-VI-2, área de captação do igarapé do quilômetro 25, são anotadas anomalias associadas de 700 ppm V (S) com 80 ppm U (CM) e 0,5 ppm Ag (S) com U (CM) (20 e 40 ppm); na grota de Fogo, Mn (S), Ba (S) e U (CM) (1500-700-40 ppm, respectivamente). Na grota do Gato, associam-se Mn, Co, La, Ni, Y e Zn, em teores de, respectivamente, 3000 ppm, 300 ppm, 200 ppm, 100 ppm e 200 ppm.

Finalmente, na área do Domo de Monte Alegre (Folha SA.21-X-D-VI-4), na bacia do igarapé Ananiá, teores anômalos de U aparecem associados em três locais de amostragem: em PR-149, 40 ppm U estão associados a Mo (S) e Mo (AA) (70 e 50 ppm) e Nb (20 ppm) ; em PR-153, 20 ppm U, 70 ppm, Mo (S) e em PR-130, 20 ppm U associa-se ao Pb (S) e ao Pb (AA) (100 e 55 ppm, respectivamente). Na estação PR-120 a associação anômala se faz entre La (S), Pb (S), Pb(AA) e Y (S), com teores de 200 ppm, 70 ppm, 60 ppm e 150 ppm.

Em todas essas associações admite-se um caráter de simples resposta às influências dominantes nos ambientes de coleta, sem reflexo de feições geo-econômicas de interesse imediato. À exceção do urânio, os teores e associação encontram-se em faixas de concentrações admissíveis de representarem enriquecimentos locais devido aos folhelhos

negros, por vezes refletindo, tão somente, associações típicas do ambiente secundário (Co-Mn, na estação JA-64).

O elemento urânio constitui-se o destaque nesta unidade e representa a melhor resposta à prospecção no Membro Barreirinha. Da análise dos resultados, fica evidente a estreita associação deste elemento como Mo, pois são anotados cêrca de 30 estações, nas quais teores entre 20 e 80 ppm U aparecem associados a Mo, este em concentrações entre 5 e 70 ppm e 2 e 100 ppm, analisados respectivamente por espectrografia de emissão e absorção atômica. Além das anomalias já referidas, duas outras estações salientam-se no contexto geoquímico da área: no igarapé Mugumba, a estação PR-122, e no igarapé São Felipe, a estação AM-142, nas quais foram detectados teores de, respectivamente, 40 ppm e 160 ppm, nesta última associada a 3 ppm Sb. O excesso de valores qualificados não permitiu a verificação do grau de correlação do urânio com os demais elementos, tentando determinar sua forma de ocorrência. No entanto, como já referido no Estudo Orientativo, não era de se esperar concentrações como as encontradas, dados a alta mobilidade do elemento no ambiente da região e o nível de resolução do método analítico empregado. Por outro lado, o teor de 160 ppm em sedimentos, por si só é um dado muito promissor e, aliando-se a ele os demais teores encontrados, é de se ressaltar a importância da área para trabalhos prospectivos de detalhe, pois esta parece representar o melhor indício de mineralização.

O estudo de minerais pesados, tal como para as demais unidades tratadas, não mostrou resultados que permitissem definir uma mineralogia típica ou associações dos resistatos com as anomalias detectadas. Nas estações AM-

FIG. 27

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMAÇÃO CURUÁ - MEMBRO BARREIRINHA

MINERAIS \ AMOSTRAS	FC-141	AM-580	AM-588	JE-033	JE-071	JE-079	PP-176	ES-319	ES-320	JA-046	JA-070	AM-499	JE-077	PP-197
ILMENITA	●				●	◒	◐	●	●	◒	◐		◒	⊕
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *	⊙			⊙						⊙	⊙	⊙		
ZIRCÃO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	
XENOTÍMIO		⊙										⊙		
GRANADA												⊙		
ESTAUROLITA											⊙	⊙		
SILLIMANITA												⊙		
EPIDOTO												⊙		
GAHNITA												⊙		
MAGNETITA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕		⊕	⊕
PIROXÊNIO							⊙	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙	◐
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙	⊙	⊙	⊙			
OX. DE FERRO	⊕	⊕	⊕	⊙	⊕	◐	◒	⊕	⊙	⊕	◒		⊕	◐
ANATÁSIO	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙			⊙		⊙		⊙	
ANFIBÓLIO								⊙	⊙		⊙			
LEUCOXÊNIO	⊙				⊙			⊙	⊙	⊙	⊙			
ESPINÉLIO					⊙									
MICAS											⊙			
HEMATITA *		●	◒	●										
TOPÁZIO *						⊙	⊙				⊙		⊙	⊙

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 %
⊕ 10 - 20 %
◐ 20 - 40 %
◒ 40 - 60 %
● > 80 %

580 e AM-588, no igarapé Maçaranduba (Folha SA.21-X-D-V-1) hematita é o mineral de interesse econômico predominante , compondo mais de 80% e entre 40-60% das amostras, respectivamente. Topázio e monazita completam a mineralogia determinada. O primeiro, nos pontos JE-77, JE-79 e PP-176 na Folha SA.21-X-D-VI-2, e PP-197 na Folha VI-1, enquanto que a monazita foi determinada nas estações AM-499 (Folha SA. 21-X-D-V-1), JA-46 (Folha SA.21-X-D-VI-1) e JA-70 (Folha SA.21-X-D-VI-2), nesta última associada ao topázio. Todas essas ocorrências foram determinadas em drenagens isoladas e sem correspondências anômalas de sedimentos de corrente , daí o menor interesse que despertam para estudos posteriores. Detalhe da mineralometria é dado na figura 27.

9.6.5 - Formação Curuá - Membro Curiri

Este membro é constituído especialmente por intercalações e interlaminações de folhelhos e siltitos e folhelhos sílticos, fazendo-se presente vários diques de rochas básicas.

Nesta formação foram coletadas um total de 340 amostras de sedimentos de corrente, sendo que para efeito de homogeneização da população e tratamento estatístico dos dados, as amostras foram separadas em dois grupos. O primeiro deles, constituído por 219 amostras sem a provável influência de rochas básicas presentes e um outro grupo de 121 amostras com sua possível influência.

Como pode ser observado nas figuras 13 e 14, o Membro Curiri com influência de rochas básicas exibe, como esperado, um enriquecimento nos elementos de afinidade básica e ultrabásica, tais como Ni, Zn, V, Fe, Mg, Cr e Co.

FIG. 47

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

FORMACÃO ALTER DO CHÃO

MINERAIS \ AMOSTRAS	ES - 202	ES - 225	ES - 226	ES - 229	JE - 103	JE - 098
ILMENITA	●	◒	◒	◒	●	◒
RUTILO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
MONAZITA *	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ZIRCÃO	⊙	⊕	⊕	⊕	⊙	⊙
XENOTIMIO	⊙	⊙		⊙		
GRANADA			⊙			◐
ESTAUROLITA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
EPIDOTO	⊙	⊙			⊙	⊙
MAGNETITA	⊙	⊙	⊙	⊕	⊕	⊕
PIROXÊNIO	⊙	⊙	⊙		⊕	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO	⊙	⊙		⊕	⊙	⊙
ANATÁSIO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ANFIBÓLIO	⊙	⊙	⊙	⊙		
FOSFATO					⊙	
LEUCOXÊNIO	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
ESPINÉLIO		⊙			⊙	⊙
APATITA *					⊙	
TOPÁZIO *						⊙
CORINDON *	⊙				⊙	⊙
ANDALUZITA				⊙	⊙	
BARITA *					⊙	
TITANITA					⊙	⊙

* MINERAIS DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO

⊙ < 5 %
⊕ 10 - 20 %
◐ 20 - 40 %
◒ 40 - 60 %
● > 80 %

A tabela 23 e as figuras 45 e 46 resumem o comportamento da formação que não detectou anomalias merecedoras de maiores atenções.

Uma única estação envolve anomalia de 1º grau, em associação com outros elementos: em JE-137 (Folha SA.21-X-D-VI-1), no igarapé do Mauricio, uma anomalia provável de 1000 ppm Ba está associada a valores possivelmente anômalos de 0,5% Mg, 0,7% Ca, 50 ppm Co e 120 ppm Zn. Outras três anomalias de 2ª ordem e outras tantas dispersas envolvem os elementos Mg(S), Ca(S), Co(S), Cr(S), Cu(S), V(S), La(S), Y(S), e Nb(S), definindo uma grande predominância de filiação às rochas básicas, o que está refletido nos diques de diabásio à montante dos pontos amostrados.

O estudo dos minerais pesados, como para as demais unidades, não forneceu resultados de grande significado. Em 6 amostras foram encontrados resistatos de interesse econômico representados pelos minerais monazita,apatita, topázio, corindon e barita (vide figura 47), em volumes inferiores a 5% do total do concentrado. Essa mineralogia corresponde à amostragem dos extremos leste inferior da Folha SA.21-X-D-VI-2 e leste superior da Folha SA.21-X-D-VI-4. Compreendem um dado a mais informativo sobre a formação, carente de maiores subsídios, face a falta de correspondência geoquímica através de anomalias que se pudessem associar à mineralogia determinada.

9.6.11 - Sedimentos sobre Rochas Básicas

Esta população recebeu um tratamento mais simplificado, pois resultou mais da compatibilização final dos dados, quando algumas amostras anteriormente posiciona

TAB. 24

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

ESTIMADORES POPULACIONAIS

Sedimentos de Corrente

População	Elemento	Grau de Detecção	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Geométrico	Limiar Anomalia Possível	Limiar Anomalia Provável
SEDIMENTOS SOBRE ROCHAS BÁSICAS	Fe (S) (%)	16:16	5	20	9,430	1,680	27	45
	Mg (S) (%)	16:16	0,15	1,5	0,916	2,476	6	14
	Ca (S) (%)	16:16	0,3	3	1,132	2,139	5	11
	Ti (S) (%)	2:16	1	1	-	-	-	-
	Mn (S)	16:16	500	5000	1374,377	2,154	6377	13.735
	B (S)	13:16	10	50	13,533	2,058	57	118
	Ba (S)	16:16	70	1500	250,794	1,946	949	1848
	Be (S)	1:16	1	1	-	-	-	-
	Co (S)	16:16	15	200	64,514	1,885	229	432
	Cr (S)	16:16	10	200	58,755	2,731	438	1196
	Cu (S)	16:16	15	500	88,394	2,604	599	1561
	La (S)	15:16	20	50	23,498	1,731	70	122
	Mo (S)	0:16	-	-	-	-	-	-
	Nb (S)	7:16	10	15	8,382	1,642	22	37
	Ni (S)	16:16	5	200	53,065	2,680	381	1021
	Pb (S)	1:16	10	10	-	-	-	-
	Sc (S)	16:16	7	30	20,144	1,533	47	72
	Sn (S)	1:16	70	70	-	-	-	-
	Sr (S)	11:16	100	200	83,201	2,399	478	1148
	V (S)	16:16	200	1000	425,354	1,683	1204	2027
	Y (S)	16:16	10	70	39,194	1,649	106	176
	Zn (S)	1:16	200	200	-	-	-	-
	Zr (S)	15:16	100	700	273,011	2,078	1178	2450
	Cu (AA)	16:16	15	280	69,026	2,210	337	745
	Pb (AA) **	7:16	8	14	-	-	-	-
	Zn (AA)	16:16	12	80	38,881	1,702	112	191
	Sb (AA)	0:8	-	-	-	-	-	-
	As (C)	2:16	10	10	-	-	-	-
	Sb (C)	0:9	-	-	-	-	-	-
	U (CM)	0:16	-	-	-	-	-	-

CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M. de M. ET ALII-1978

NOTAS: 1) Valores de limiares arredondados. - 2) Métodos Analíticos: S = Espectrografia de Emissão; AA = Espectrofotometria de Absorção Atômica; C = Colorimetria; CM = Cromatografia. - 3) Distribuição log normal aceita (A) ou rejeitada (R), a um nível de significância de 0,01 (KOLMOGOROV-SMIRNOV). -4) Resultados em ppm, exceto quando indicado.

** - Apresentaram resultados com interferência.

das sobre determinadas unidades litológicas concluiu-se terem, na realidade, sua maior influência nos corpos básicos intrudidos na área.

Foi apenas confeccionado o quadro de estimadores (Tabela 24) sem aplicação de testes de distribuição e cálculo do coeficiente de variação, face a pouca expressividade numérica da unidade (16 amostras).

Não foram detectadas anomalias de 1ª ordem; apenas alguns altos geoquímicos locais para Cu, V, Mn e B, carentes de importância.

A mineralometria apresenta uma única determinação de corindon ($< 5\%$) como representante da mineralogia de interêsse econômico. Os dados totais sobre os concentrados estão na figura 48.

FIG. 48

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

PESQUISA MINERALOMÉTRICA

AMOSTRAS SOBRE ROCHAS BÁSICAS

MINERAIS \ AMOSTRAS	PP - 115	PP - 123	PP - 076
ILMENITA	⊙	⊕	●
RUTILO	⊙	⊙	⊙
ZIRCÃO	⊙	⊙	⊙
ESTAUROLITA	⊙	⊙	
SILLIMANITA	⊙		
MAGNETITA	⊕	⊙	⊕
PIROXÊNIO	⊙	⊙	⊙
TURMALINA	⊙	⊙	⊙
OX. DE FERRO	◒	●	⊙
ANATÁSIO	⊙	⊙	
ANFIBÓLIO	⊙		
FOSFATO	⊙		
LEUCOXÊNIO	⊙	⊙	⊙
ESPINÉLIO	⊙		
CORINDON *			⊙

* MINERAL DE INTERESSE ECONÔMICO CONSIDERADOS NO TEXTO.

⊙ < 5 %
⊕ 10 - 20 %
◐ 20 - 40 %
◒ 40 - 60 %
● > 80 %

CPRM

10. PROSPECÇÃO POR GEOFÍSICA TERRESTRE

10.1 - Generalidades

A insuficiência de dados geológicos no local da ocorrência de galena, em Alenquer, tornou necessária a realização de serviços de sondagem, visando a detecção de alguma nova ocorrência semelhante, cujo estudo permitisse uma definição genética e/ou geoeconômica, para esse tipo de mineralização.

A fim de orientar a locação, inclinação e profundidade dos furos de sonda, efetuou-se uma prospecção por geofísica terrestre, buscando a definição de zonas anômalas, possíveis de serem relacionadas com mineralizações sulfetadas.

Inicialmente, foi selecionada uma área com aproximadamente 4,5 ha, tendo como ponto central o local da ocorrência. Procedeu-se então a abertura das picadas necessárias ao levantamento geofísico, as quais foram orientadas à bússola e pelo sistema de três balisas, sendo o controle altimétrico determinado através de nível Wild. Foram abertas cinco picadas longitudinais (de direção este-oeste), com 400m cada, e uma transversal de aproximadamente 112,5m.

No levantamento magnetométrico foi utilizado um magnetômetro de prótons, de fabricação de GEOMETRICS, modelo G-816. Foram realizados cinco perfís, num total de 2.250m, com 185 estações, distantes entre si de 12,5m.

Para o VLF foi utilizada uma unidade eletromagnética VLF modelo EM-16, de fabricação de GEONICS. Foram também efetuados cinco perfis, num total de 2.250m, com 185 estações, distantes entre si de 12,5m. A estação transmis

sora utilizada foi a NAA, localizada em Cutler, Maine(EEUU), a qual opera na frequência de 17,8 KHz. O campo primário produzido é paralelo à direção dos perfís trabalhados, e as leituras foram efetuadas com a face do observador sempre voltada para leste.

No levantamento com IP foi utilizado um equipamento de polarização induzida, domínio da frequência, de fabricação da MCPHAR, modelo P-660, selecionado para operar com as frequências de 0,3 e 2,5 Hz. O arranjo empregado foi do tipo dipolo-dipolo, com as estações, em número de 76, distantes entre si de 22,5m, sendo as leituras obtidas para oito níveis de investigação. Como eletrodos de corrente foram utilizadas folhas aluminizadas, com dimensões aproximadas de 0,030mx0,30m, enquanto que para eletrodos de potencial foram usados "potes porosos", preenchidos por solução concentrada de sulfato de cobre.

10.2 - Magnetometria

O método magnético foi aplicado com o objetivo básico de delimitar o dique de diabásio, que na área trabalhada encontra-se totalmente intemperizado, recoberto por solos, não permitindo a sua correta individualização.

10.2.1 - Trabalhos de Campo

O levantamento foi realizado em cinco perfís com direção E-W, espaçados de 25 metros, com obtenção do campo magnético total nas estações espaçadas entre si de 12,5m.

Para correção da variação diurna foram tomadas leituras no ponto central da área (estação LP/00), num intervalo de tempo que variou de 15 a 20 minutos.

CPRM

10.2.2 - Interpretação

Os dados magnéticos obtidos do levantamento, após a correção da variação diurna, foram plotados em mapa na escala 1:1.250 (Fig. 49) e contornados com um intervalo de 10 gamas.

Duas unidades magnéticas distintas são identificadas na área. A primeira delas corresponde ao dique de diabásio, espesso, com aproximadamente 120m de possança e direção aproximada N-S a N5°E, responsável pelas fortes anomalias magnéticas observadas. A segunda, representa a rocha encaixante, constituída por arenitos, calcários, folhelhos e siltitos da Formação Itaituba.

10.3 - VLF

Com o objetivo de selecionar zonas anômalas relacionadas a possíveis mineralizações sulfetadas, no contato do diabásio com a rocha encaixante (calcário), foi aplicado na área o método eletromagnético (VLF).

Com esse método, foram então definidos quatro eixos de condutores, descritos nos ítens 10.3.2.1/2/3.

10.3.1 - Trabalhos de Campo

O levantamento com o método VLF foi realizado nos mesmos perfis e estações que o magnético.

A estação transmissora utilizada foi a NAA, localizada em Cutler, Maine, EUA, a qual opera na frequência de 17,8 KHz.

O campo primário produzido é paralelo à direção dos perfis trabalhados e normal à estrutura estudada.

As leituras foram tomadas com a face do observador sempre voltada para leste.

Os resultados do levantamento são apresentados em mapas de perfís rebatidos das componentes real e imaginária (Fig.50),e de contorno da componente real (Fig.51).

Nos perfís rebatidos os valores lidos estão plotados na escala horizontal de 1:1.250 e vertical de 1cm= 10%.

Os mapas de contorno da componente real foram obtidos através da aplicação da filtragem "Fraser".Através desse método, os pontos de inflexão das curvas se transformam em máximos ou mínimos.

Os dados filtrados estão lançados em mapa na escala 1:1.250 e contornados com intervalo de 5 unidades.

10.3.2 - Interpretação

Quatro eixos de condutores são identificados, na área trabalhada, todos com direção N-N10E. Os condutores I, III e IV,estão relacionados às bordas do dique básico, enquanto o II está relacionado ao centro do dique.

10.3.2.1 - Condutor I

O condutor I apresenta-se um pouco deslocado para leste em relação à borda do dique, interpretada pelo método magnético. O valor máximo da filtragem Fraser é de 20 unidades, atingindo os perfís 2N e 1N ao redor das estações 00 e 25E.

A componente em quadratura negativa nos cinco perfís indicou a presença de mineralização um pouco mais profunda que a camada condutora superficial (terreno argiloso).

FIG. 46

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS

HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIAS E GRÁFICOS DE PROBABILIDADE

SEDIMENTO DE CORRENTE — FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO

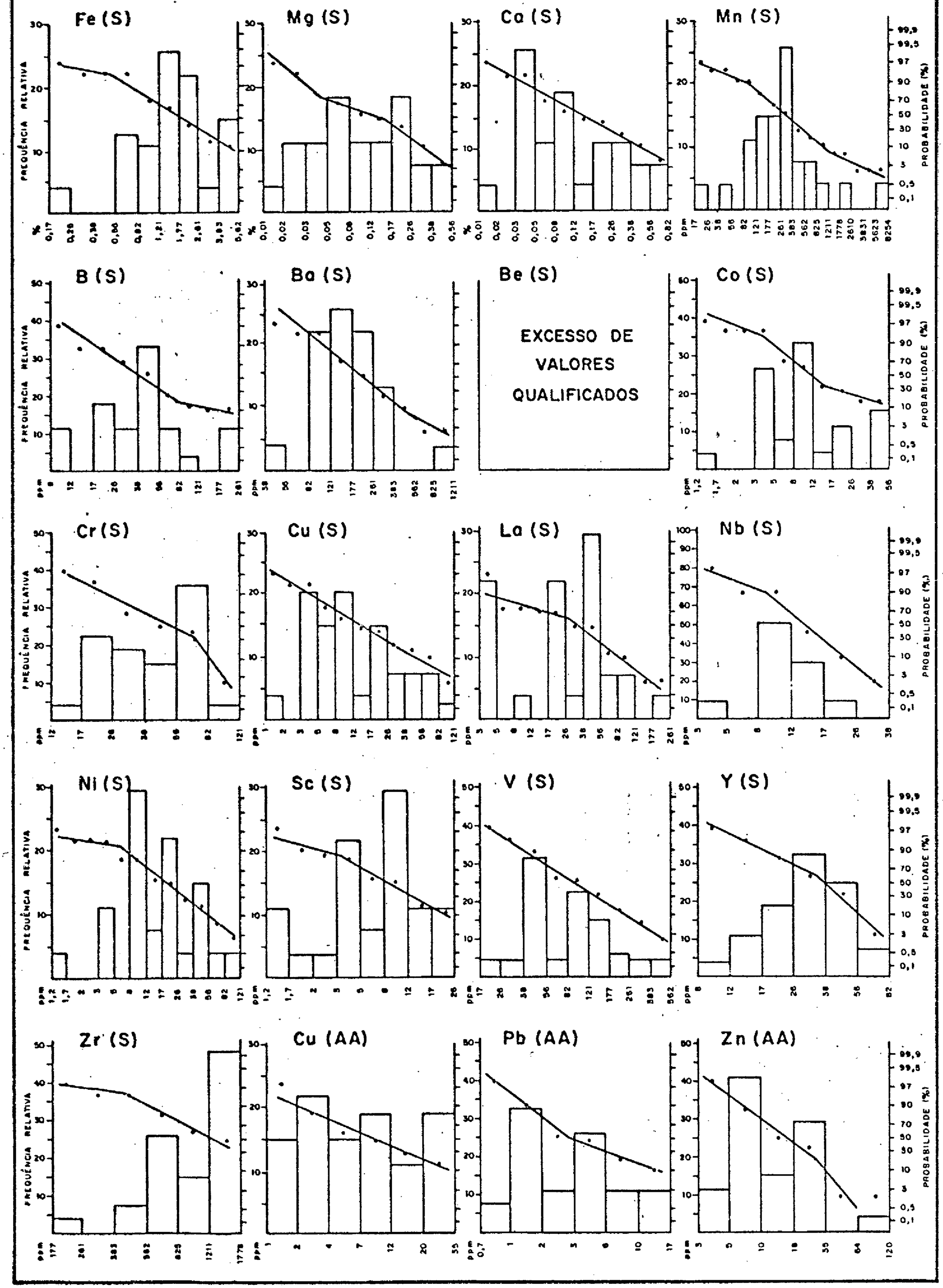


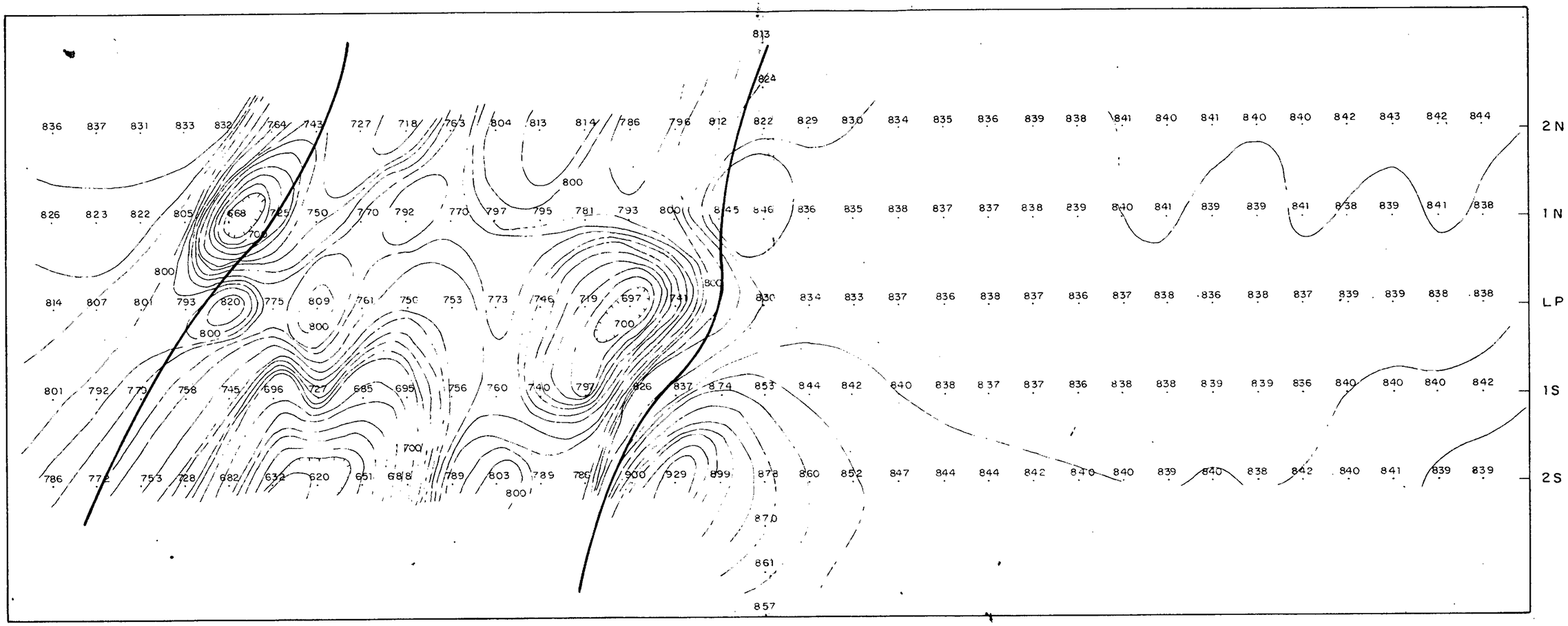
FIG. 49

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

MAPA DE CONTORNO MAGNÉTICO



ESCALA 1/1250

10m 0 10 20 30 40 50m

— CONVENÇÕES —

Contorno de intensidade do campo magnético total com intervalo de 10 γ

Baixo magnético

Alto magnético

Contato de dique básico com a Formação Itaituba

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1978

NM NV

12°43'

VARIAÇÃO ANUAL

6'W

OBS CAMPO MAGNETICO TOTAL SUBTRAIDO DE 28000 γ

CARLOS O F. PUTY DEPRO/DIGEOF - 1978

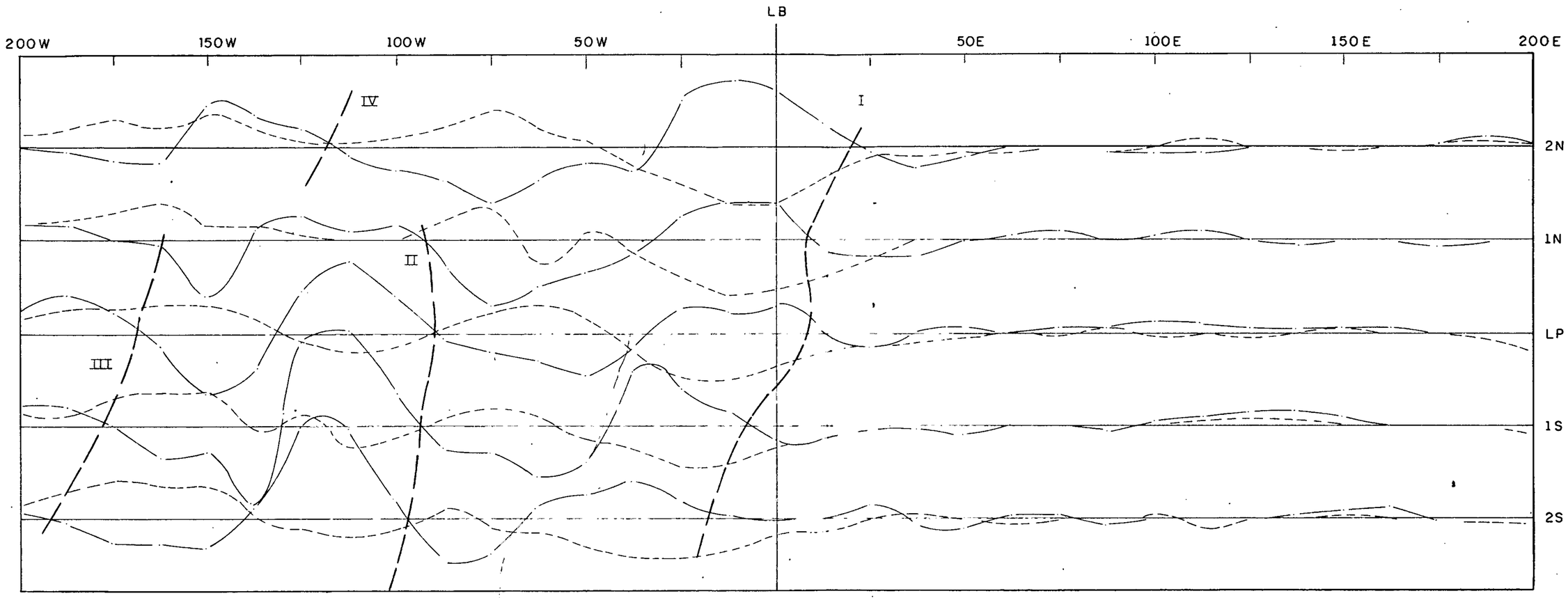
FIG.50

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

PERFIS VLF



ESC. HOR: 1/1250

ESC. VERT: 1cm = 10%

— CONVENÇÕES —

Componente em quadratura

Componente em fase

I — Eixo de condutor

W — E — Rumo das leituras

Direção da estação

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1978

NM NV

12°43'

VARIAÇÃO ANUAL

6' W

CARLOS O. F. PUTY DEPRO/DIGEOF — 1978

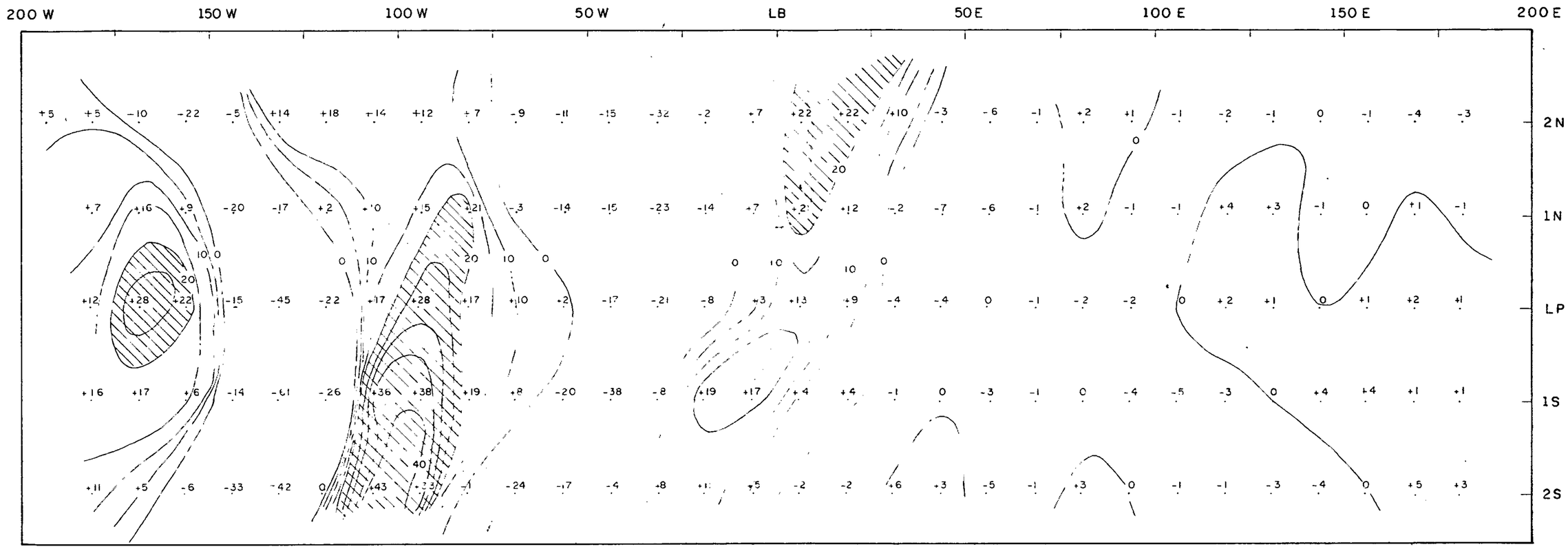
FIG.51

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

MAPA DE CONTORNO VLF - FRASER



ESCALA 1/1.250

10m 0 10 20 30 40 50m

— CONVENÇÕES —

Contorno de dados VLF com intervalo de 5 unidades

Zona de condutor

W E Rumo das leituras

Direção da estação VLF

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1978

NM NV

12°43'

VARIAÇÃO ANUAL

6' W

CARLOS O. F. PUTY DEPRO/DIGEOF - 1978

A seguir, mostram-se os parâmetros obtidos do condutor I, nos 5 perfís:

PERFIL	ESTAÇÃO	Prof.(m)	FRASER	QUAL.ANOM.
2N	00-25E	46	22	Boa
1N	12,5W-12,5E	35	21	Boa
LP	12,5W-12,5E	35 (?)	13	Regular
1S	25W-00	35	19	Regular
2S	25W-00	35 (?)	11	Fraca

10.3.2.2 - Condutor II

O condutor II reflete o centro do dique básico e é evidenciado por anomalias nos perfís 1N,LP,1S e 2S. A componente em quadratura, apesar de reversa é bastante fraca. O valor máximo da filtragem Fraser é de 40 unidades, o mais forte da área.

As anomalias do condutor II são causadas por um "alto" no topo do dique, com uma menor espessura da zona de intemperismo no centro do corpo básico.

Abaixo, são apresentados os parâmetros do condutor II:

PERFIL	ESTAÇÃO	PROF. (m)	FRASER	QUAL. ANOM.
1N	75W-100W	(?)	21	Fraca
LP	87,5-112,5W	(?)	28	Boa
1S	87,5-112,5W	35	38	Boa
2S	87,5-112,5W	33	43	Boa

CPRM

10.3.2.3 - Condutores III e IV

O condutor III é formado por anomalias evidenciadas nos perfís 1N, LP, 1S e 2S e o IV no perfil 2N, e que refletem o contato oeste do dique básico com as rochas sedimentares da Formação Itaituba.

A componente em quadratura é sempre positiva, acompanhando a polaridade da componente em fase, evidenciando que a zona de contato é estéril.

O valor máximo da filtragem "Fraser" nesses condutores é de 28 unidades.

Os seguintes parâmetros podem ser obtidos dos dois condutores:

PERFIL	ESTAÇÃO	PROF:(m)	FRASER	QUAL. ANOM.
2N	112,5-125W	60	18	Regular
1N	167,5-175W	42	16	Fraca
LP	167,5-175W	37	28	Regular
1S	175-187,5W	(?)	17	Fraca
2S	187,5-200W	(?)	5	Fraca

10.4 - Polarização Induzida (IP)

Nos trechos anômalos delineados pelo método VLF, no contato leste do dique básico com a rocha encaixante, foi realizado o levantamento com a polarização induzida, para definir zonas com melhores possibilidades de mineralizações sulfetadas e orientar os furos de sondas a serem realizados na área.

CPRM

10.4.1 - Trabalhos de Campo

No levantamento geofísico com o método da Polarização Induzida foi usada a configuração dipolo-dipolo, com espaçamento entre estações de 25m, e leituras obtidas para oito níveis de investigação.

Como eletrodos de corrente foram utilizadas folhas aluminizadas com dimensões aproximadas de 0,30m x 0,30m, que permitiram obter-se sempre uma baixa resistência de contato,e por conseguinte uma corrente elevada.

Para eletrodos de potencial foram usados "potes porosos", preenchidos por solução concentrada de sulfato de cobre.

10.4.2 - Interpretação

Para a construção das pseudo-seções rebatidas (Figuras 52,53,54 e 55) foram utilizadas a resistividade aparente (ρ a), o efeito percentual de frequência (EPF) e o fator metálico (FMa).

O EPF é obtido diretamente pelo equipamento. A resistividade aparente é calculada a partir da diferença de potencial obtida (ΔV) e corrente aplicada (I), através da fórmula:

$$\rho a = K \frac{\Delta V}{I}$$

onde K é o fator geométrico expresso por:

$K = \pi a\, n\, (n+1)\, (n+1)\, (n+2)$, sendo a = 25m e

n = 1,2,3,4,5,6,7 e 8.

O Fator Metálico é obtido pela relação:

$$FM = \frac{EPF \cdot 10^3}{\rho a}$$

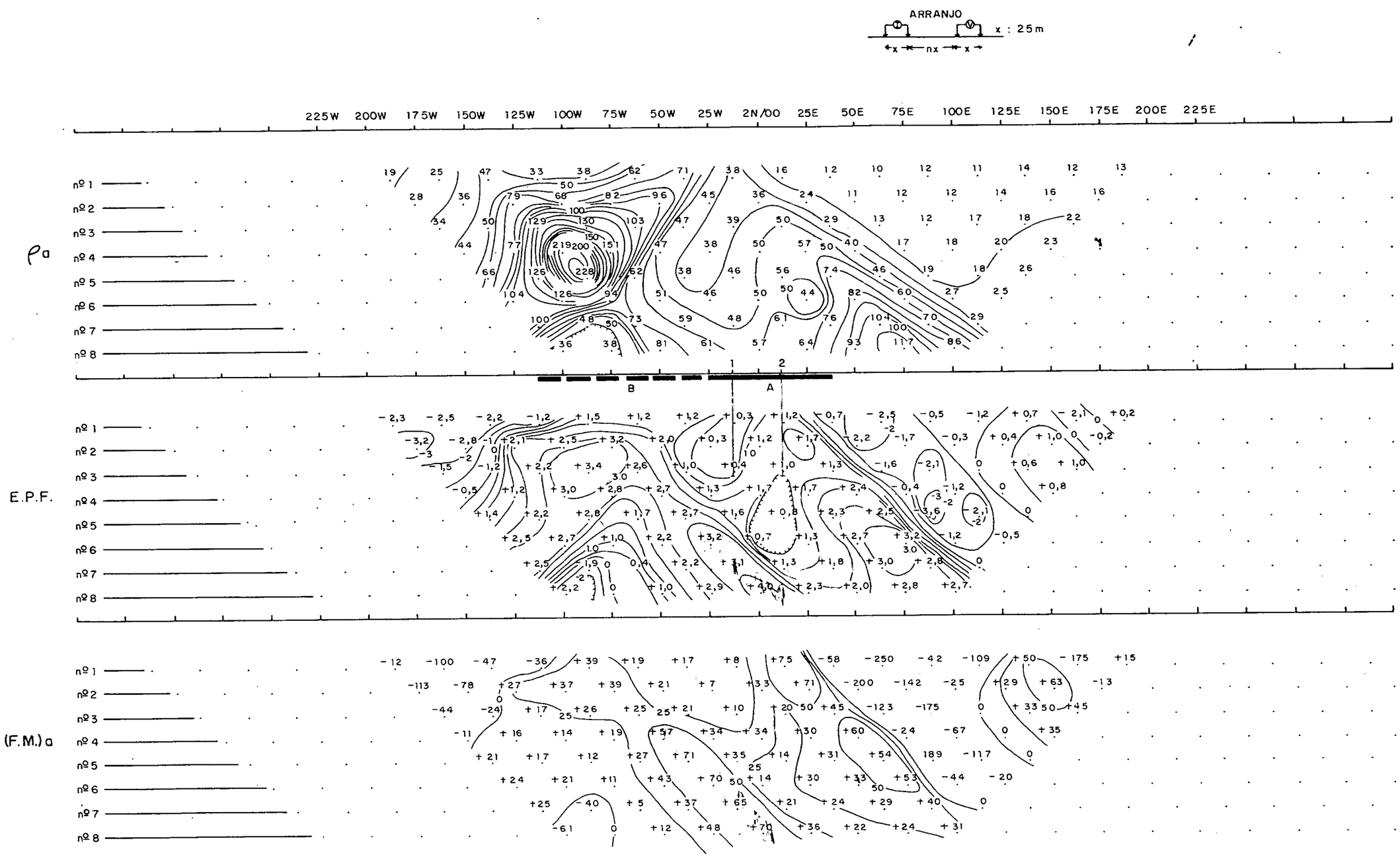
FIG.52

CPRM
SUREG-BE

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL: 2N



FREQUÊNCIAS: 0,3 e 2,5 Hz

ANOMALIA DEFINIDA

ANOMALIA PROVÁVEL

FURO DE SONDA SUGERIDO

0 25 50 m

ESCALA 1/2.500

CARLOS O. F. PUTY DEPRO/DIGEOF – 1978

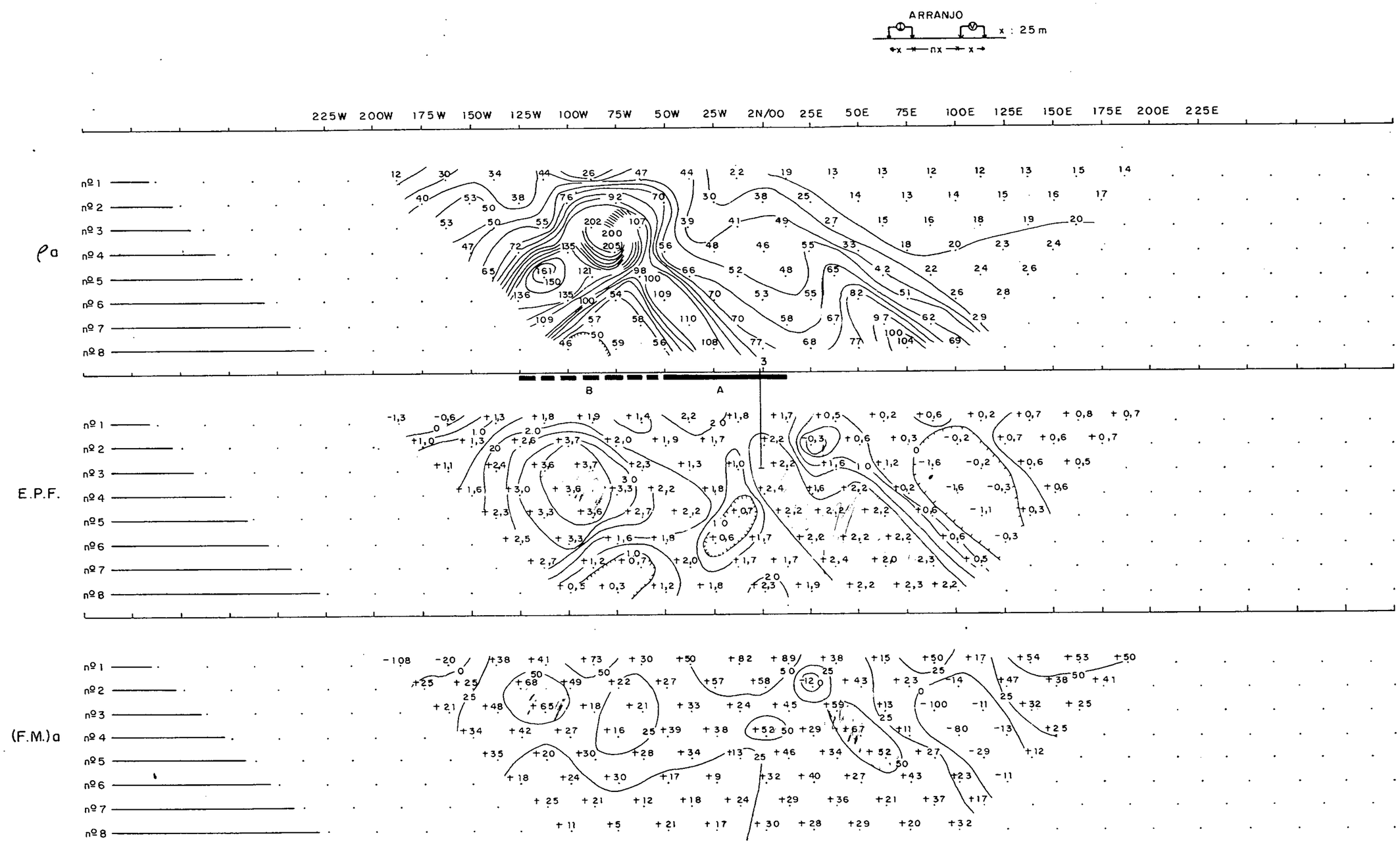
FIG.53

CPRM
SUREG-BE

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE.

POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL: LP



FREQUÊNCIAS: 0,3 e 2,5 Hz

ANOMALIA DEFINIDA

ANOMALIA PROVÁVEL

3
A
FURO DE SONDA SUGERIDO

0 25 50 m
ESCALA 1/2.500

CARLOS O. F. PUTY DEPRO/DIGEOF — 1978

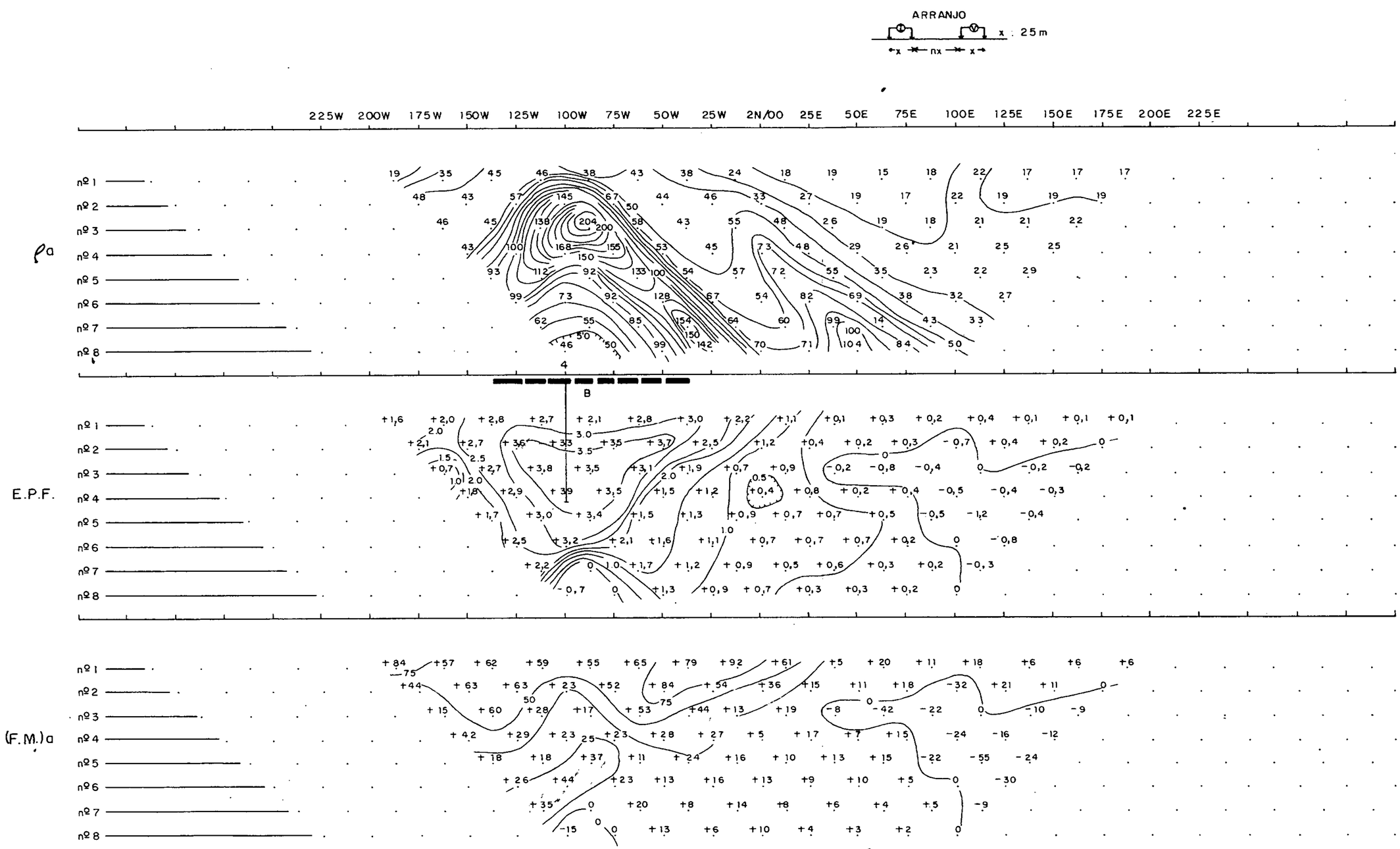
FIG.54

CPRM
SUREG-BE

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL: 2 S



FREQUÊNCIAS: 0,3 e 2,5 Hz

ANOMALIA DEFINIDA

ANOMALIA PROVÁVEL

4
B FURO DE SONDA SUGERIDO

0 25 50 m
ESCALA 1/2500

CARLOS O F. PUTY DEPRO/DIGEOF - 1978

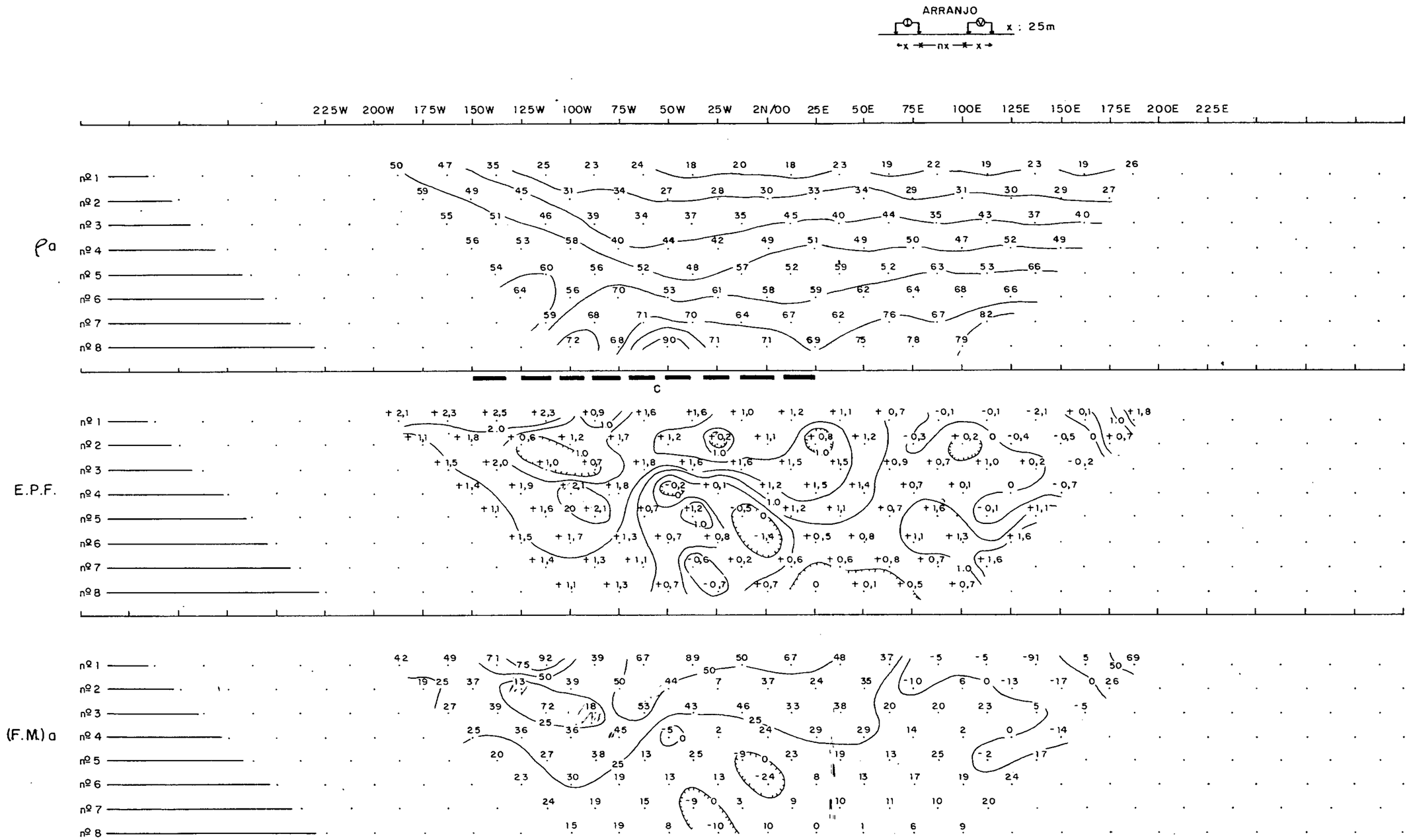
FIG.55

CPRM
SUREG-BE

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER – MONTE ALEGRE

POLARIZAÇÃO INDUZIDA

PERFIL: LB



FREQUÊNCIAS: 0,3 e 2,5 Hz

ANOMALIA DEFINIDA

ANOMALIA PROVÁVEL

0 25 50 m

ESCALA 1/2.500

CARLOS O. F. PUTY DEPRO/DIGEOF – 1978

As distribuições esquemáticas dos três parâmetros obtidos estão representadas em pseudo-seções rebatidas, na escala 1:1.250, com os oito níveis correspondendo teoricamente, do 1º ao oitavo, às seguintes profundidades de investigação: 25;37,5; 50; 62,5; 75; 87,5; 100 e 112,5m.

A análise das pseudo-seções permitiu selecionar dois grupos de anomalias, descritas a seguir, denominadas de definidas e prováveis.

10.4.2.1 - Anomalia A

Localização: perfil 2N, entre as estações 25W e 38E (Fig.52).
- Perfil LP, entre as estações 50W e 13E (Fig. 53).

Essa anomalia é caracterizada por uma zona de baixa resistividade aparente e distribuição de valores de EPF elevados.

Essa anomalia parece ser um reflexo de incipiente mineralização próximo ao contato leste do dique de diabásio com os sedimentos da Formação Itaituba.

Para sul, no perfil 2S, não foi observada a continuidade da zona anômala.

Em média, na zona anômala tem-se os seguintes parâmetros: $\rho a = 45 \Omega m$, EPF = 2,2% e $FMa = 60\ (\Omega m)^{-1}$

10.4.2.2 - Anomalia B

Localização: perfil 2N, entre as estações 25W e 113W (Fig. 52)

-perfil LP, as estações 50W e 125W (Fig.53)

-perfil 2S, entre as estações 37W e 137W (Fig. 54).

As anomalias observadas nos três perfís refletem o dique básico. Estão bem caracterizadas por apresentarem uma zona muito resistiva e valores elevados de EPF, em relação ao resto da área.

Na zona anômala tem-se os seguintes parâmetros médios: $\rho a = 200\ \Omega m$, EPF = 3% e FMa = 40 $(\Omega.m)^{-1}$

10.4.2.3 - Anomalia C

Localização: perfil LB, entre as estações 1S e 6N (Fig. 55)

Trata-se de uma anomalia fraca, observada no perfil LB, perpendicular aos três outros perfís.

A resistividade aparente apresenta-se aumentando com a profundidade, não se observando zonas anômalas.

O EPF delineia uma zona fracamente anômala, com as curvas superiores a 1,5%. O FM anômalo médio é de 50.$(\Omega.m)^{-1}$

10.5 - Critérios Orientativos para Sondagem

Com o método magnético conseguiu-se delimitar o dique básico, cuja possança aparente é de 120m. As anomalias obtidas correspondem às bordas do dique, e são do tipo linha de polos.

A anomalia ao sul da área é representativa do dique, mas é incompleta, não permitindo a aplicação do método de Koulomzine para determinação dos parâmetros espessura, profundidade e mergulho. Para a sua definição, seria necessário a realização do levantamento magnético nos perfis 3S a 6S.

O levantamento com o VLF permitiu a definição de quatro condutores (Fig. 50). Os condutores I, III e IV, estão relacionados com os contatos leste e oeste do dique básico com as encaixantes, sendo que os condutores I e III indicaram também incipientes mineralizações próximas a esses contatos.

O condutor II está relacionado ao centro do dique, e as anomalias são devidas a um alto do próprio dique, em subsuperfície, face a um intemperismo maior nas suas bordas.

Através da Polarização Induzida, duas anomalias definidas são caracterizadas na borda leste do dique básico, correspondendo ao condutor I, obtido pelo VLF. Essas anomalias corroboram as anomalias do VLF (condutor I), indicando incipiente mineralização na borda leste do dique.

No centro do dique são observados três anomalias que se relacionam ao condutor II, obtido pelo VFL, sendo apenas indicativas de um "alto" do próprio dique.

Baseados nesses resultados, são sugeridos cinco furos verticais de sonda, com profundidades máximas de 50 metros cada, nos locais indicados no Mapa de Interpretação Geofísica (Fig. 56).

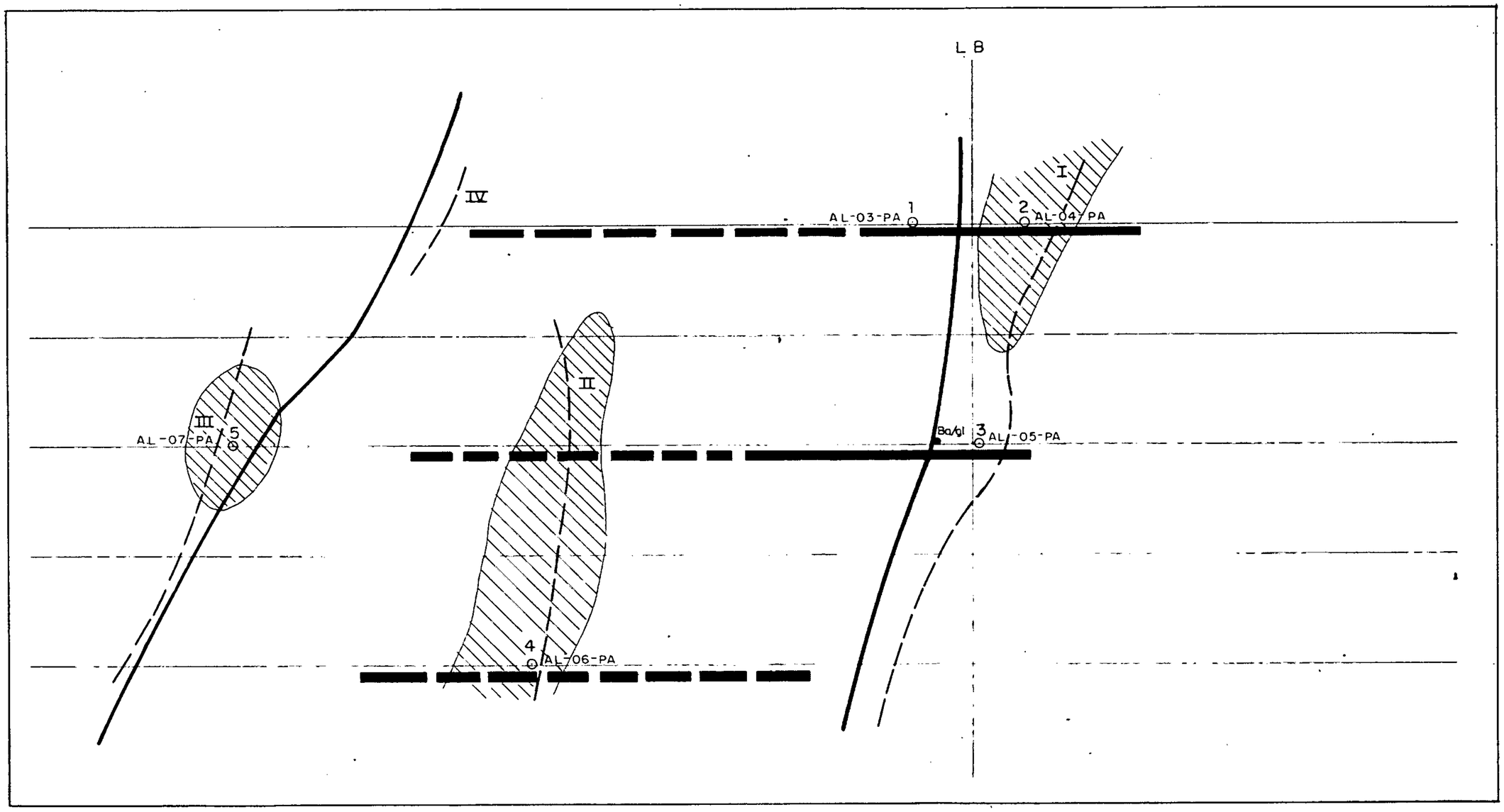
FIG.56

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

MAPA INTEGRADO DE INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA



ESCALA 1/1.250

10 m 0 10 20 30 40 50 m

— CONVENÇÕES —

- Contato de dique básico com a Formação Itaituba (db)
- Eixo do condutor VLF
- Zona de condutor VLF
- Anomalia definida de IP
- Anomalia provável de IP
- Furo de sonda sugerido
- Direção da estação VLF
- Ocorrência mineral (Ba/gl)

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1978

NM NV

12°43'

VARIAÇÃO ANUAL

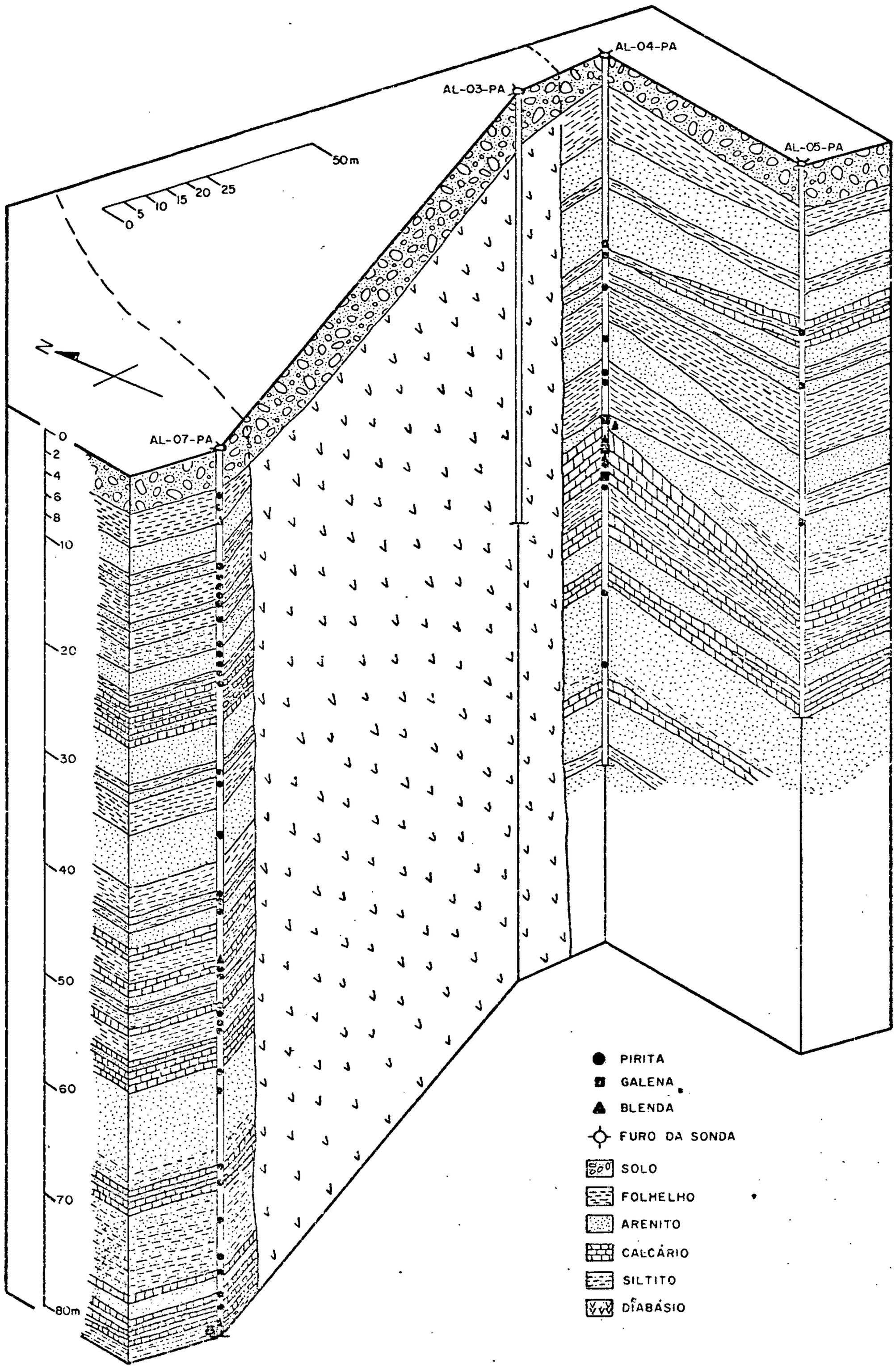
6'W

CARLOS O. F. PUTY DEPRO/DIGEOF - 1978

FIG.57

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

PERFÍS DE CORRELAÇÃO DOS FUROS DE SONDA



FURO	PERFIL	ESTAÇÃO
1	2N	12,5W
2	2N	12,5E
3	LP	LP/00
4	2S	100W
5	LP	165W

10.6 - Sondagem

Os trabalhos de sondagem foram executados às proximidades da ocorrência de barita/galena, nos locais indicados pela geofísica terrestre (Fig.56), tendo sido realizados cinco furos verticais,cuja profundidade total foi de 245,90m.

O primeiro furo, denominado AL-03-PA,foi executado a 100m da ocorrência, numa direção aproximada N7°W . A profundidade final atingida foi de 39,10m, sendo 10m de capeamento e o restante de diabásio fresco, com frequentes disseminações de pirita.

O segundo furo, denominado AL-04-PA,situa-se 25 a leste do furo anterior, tendo alcançado uma profundida de final de 65,15m. A sequência litológica atravessada é representada fundamentalmente por folhelhos,arenitos (predominantes) e calcários, estes últimos constituindo intercalações. No intervalo de 33,10m a 34,80m foi observada mineralização de galena e esfalerita, na interfácies arenito calcífero/calcário. A mineralização consiste em diminutos cristais disseminados na rocha hospedeira, sendo descontínua dentro do intervalo considerado.

O terceiro e o quinto furo, denominados AL-05-PA e AL-07-PA, respectivamente, foram efetuados às pró

ximidades do contato do dique básico com as encaixantes, tendo atravessado uma sequência de folhelhos, arenitos e calcários, de um modo geral semelhante àquela do furo AL-04-PA. O furo AL-05-PA atingiu a uma profundidade de 50,20m, tendo sido observadas raras disseminações de pirita. O furo AL-07-PA atingiu a uma profundidade de 80,80m, situando-se próximo a borda oeste do dique básico. Nesse furo, além de pirita (muito frequente), foram observadas incipientes disseminações de esfalerita nas profundidades de 6,70m(JP-R-293), 46,85m (JP-R-294) e 79,70m (JP-R-295), sendo que nessa última ocorre também galena. Essas mineralizações estão associadas a arenitos, calcários e siltitos, respectivamente (Fotomicrografias nºs 1 e 2).

O quarto furo, denominado AL-05-PA, alcançou uma profundidade de apenas 10,65m, uma vez que o diabásio fresco foi atingido com aproximadamente 10m de profundidade.

A figura 57 mostra, em bloco diagrama, os perfís dos furos AL-03-PA, AL-04-PA, AL-05-PA e AL-07-PA, com os respectivos horizontes mineralizados.

11. GEOLOGIA ECONÔMICA

11.1 - Introdução

As considerações geo-econômicas apresentadas referem-se principalmente ao potencial metalogenético da área do Projeto, em termos de mineralizações estratiformes sedimentares de sulfetos de metais base. Em adição, são avaliados os outros bens minerais ocorrentes na região, tais como urânio e calcário.

As ocorrências sulfetadas detectadas na área podem ser agrupadas em três categorias principais:

- Sulfetos de Cu e Zn, em concreções siderí ticas.
- Sulfetos de Cu e Zn, em concreções calcá rias.
- Sulfeto de Pb associado à barita

11.1.1 - Sulfetos de Cu e Zn em Concreções Sideríticas

Nesse grupo situam-se as ocorrências de cal copirita e esfalerita, além de pirita, associadas a concre ções ferruginosas, sideríticas, inclusas em folhelhos cinza escuros a esverdeados, de idade devoniana superior. Essas ocorrências situam-se no médio e alto cursos do igarapé Ma çaranduba, na porção central da folha SA.21-X-D-V-2, assim como no igarapé do Ascendino, na porção centro-oeste da fo lha SA.21-X-D-VI-1. O acesso ao local das ocorrências pode ser feito por via rodoviária, partindo-se de Alenquer pela rodovia PA-254 (± 36 km) e, posteriormente, por uma estrada carroçável que serve às localidades de Camburão e Primave ra, estendendo-se até as margens do igarapé Maçaranduba. O igarapé do Ascendino pode ser facilmente atingido, através do rio Maecuru.

As concreções mineralizadas ocorrem tanto no leito como nas margens do curso d'água, inclusas aleatoriamente nos folhelhos encaixantes, geralmente como corpos isolados, muito raramente formando pequenas concentrações, sem no entanto estarem relacionadas à um horizonte preferencial, dentro dos folhelhos. São em geral arredondadas, com formato elítico ou discóide, distribuindo-se sempre paralelamente aos planos de acamamento da encaixante. A faixa de ocorrência dessas concreções possui aproximadamente 35km de extensão por 1km de largura, correspondente aos pontos CF-R-94, CF-R-108, CF-R-122, CF-R-126, CF-R-128, CF-R-132, CF-R-137 (igarapé Maçaranduba), AV-R-175 b e AV-R-185b (igarapé do Ascendino).

As concreções apresentam um diâmetro maior quase sempre inferior a 10 cm, sendo bastante densas quando não alteradas, podendo apresentar um núcleo maciço ou com estrutura concêntrica. Algumas tem aspecto de septária, com sulfetos metálicos (em geral pirita) concentrados ao longo dos septos (Foto 17).

As mineralizações sulfetadas ocorrem mais comumente nos núcleos das concreções, formando pequenas placas irregulares, em geral de esfalerita e/ou calcopirita, além de pirita (Foto 18). Além disso, podem também ocorrer como finíssimas disseminações nas capas concêntricas externas, ou ainda como vênulas, que cortam as concreções em várias direções.

As análises calcográficas efetuadas em várias dessas concreções mineralizadas, revelaram a presença de pirita, calcopirita e esfalerita.

CPRM

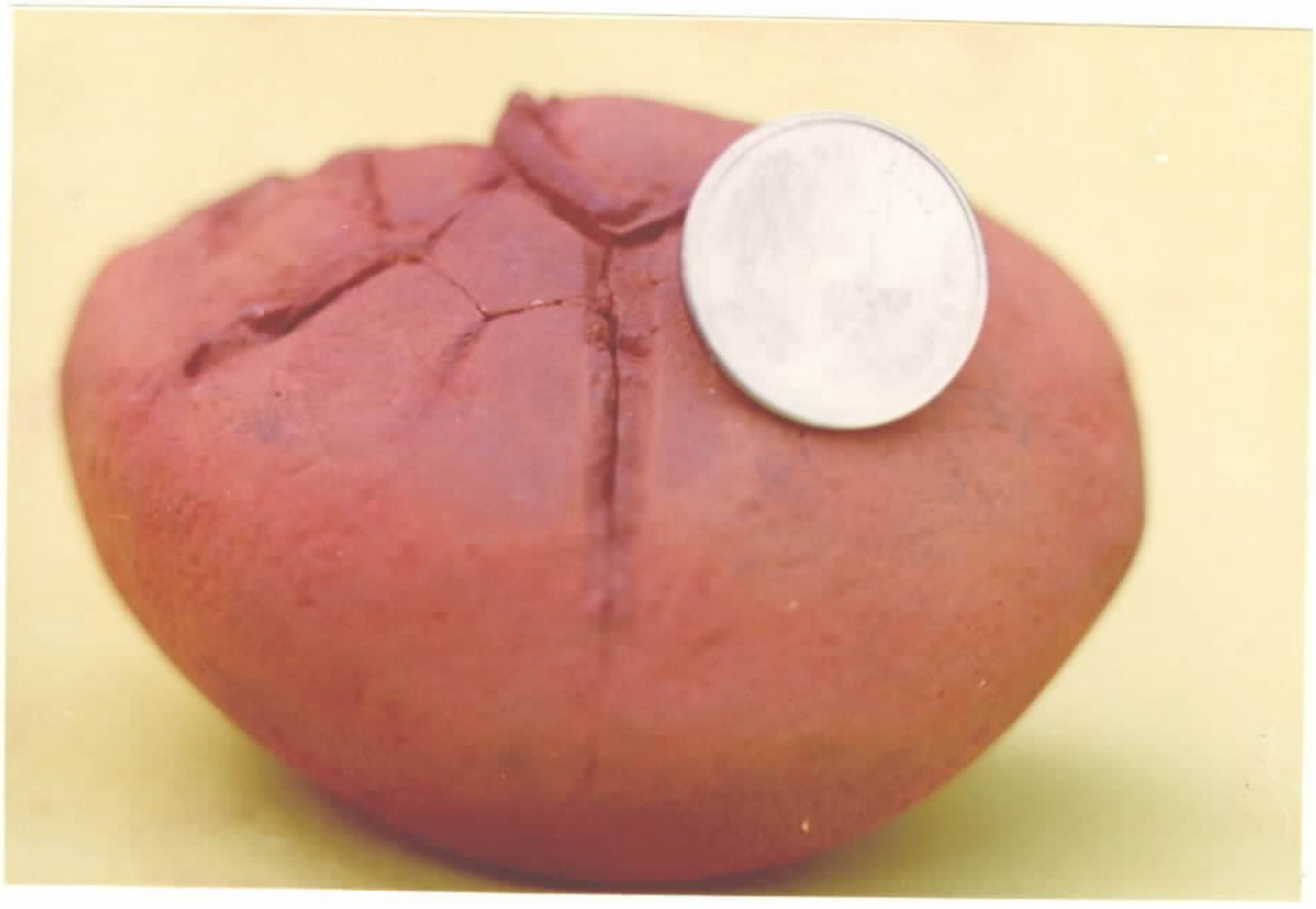


Foto nº 17 - Concreção siderítica com aspecto de septária, com a pirita (algo alterada) concentrada ao longo dos septos.

Foto nº 18 - Seção transversal de uma concreção siderítica, em cujo núcleo ocorrem, além de pirita, cristais de calcopirita e esfalerita (igarapé Maçaranduba).

A pirita é o metálico predominante na maioria das seções, ocorrendo em cristais hipidiomórficos, apresentando contornos bem arredondados, irregularmente disseminada pela rocha. Observa-se que, em alguns casos, forma agregados globulares, constituidos de diminutos cristais esferolíticos,numa textura framboidal típica. Nas bordas das seções ocorre, às vezes, material limonítico correspondente à crosta ferruginosa que envolve as concreções (AV-R-175 b e AV-R-185 b). Em algumas amostras (CF-R-108), observam-se ainda remanescentes da matéria orgânica substituída pela pirita.

A esfalerita apresenta-se em cristais com relativo crescimento, concentrando-se em placas macroscópicas (CF-R-108). Os cristais são bem formados, apresentam reflexões internas avermelhadas, chegando a formar faixas alongadas (microfilões), contendo inclusões ou exsoluções de cristalitos de calcopirita.

A calcopirita ocorre em pequenos cristais , quase sempre associada à esfalerita.

Em quase todos os afloramentos onde são observadas as concreções sideríticas mineralizadas, nota-se que os planos de laminação dos folhelhos encaixante apresentam-se suavemente recurvados ao redor das concreções, parecendo que estas pequenas deformações foram causadas pelo crescimento das formas concrecionárias, durante a sedimentação. Por outro lado, esse tipo de mineralização apresenta um controle paleoambiental definido, já que estão sempre relacionadas a sedimentos pelíticos, com boa laminação (Membro Curiri, Formação Curuá), indicadores de ambientes pouco profundos e calmos, redutores, com grande atividade biológica.

Essas mineralizações são de caráter estratiforme, ocorrem em camadas horizontalizadas, possuem um razoável controle estratigráfico (posição mediana da Formação Curuá) e uma distribuição, em área, de aproximadamente 35km^2.

A par de todas essas considerações e levando-se ainda em conta a inexistência de qualquer relacionamento dessas mineralizações com atividades magmáticas, atribui-se às mesmas uma gênese estritamente sedimentar.

11.1.2 - Sulfetos de Cu e Zn em Concreções Calcárias

As concreções calcárias ("bolachas") foram identificadas durante os trabalhos desenvolvidos ao longo do rio Maecuru, no local denominado Tartaruga, situado 1 km a montante do ponto de cruzamento da PA-254 com o referido curso d'água.

No local, os barrancos são constituidos por uma sequência de folhelhos cinza escuros a negros, fisseis, bem laminados, compactos, piritosos, radioativos, às vezes fraturados, relacionados à porção basal da Formação Curuá (Membro Barreirinha). No topo dessa sequência, são comumente observadas concreções elipsoidais, achatadas, com um diâmetro maior variando entre 50cm a 80cm, dispostas paralelamente ao plano de acamamento das litologias encaixantes. Essas concreções são de natureza carbonática (calcária) e apresentam comumente estruturas do tipo "cone-in-cone", estando sempre fraturadas paralelamente aos planos de laminação dos folhelhos. As camadas hospedeiras acham-se arqueadas, tanto na parte superior como na parte inferior das concreções.

As concreções calcárias possivelmente são originárias de processos organogênicos, apresentam textura granular cristalina, constituídas quase que exclusivamente por uma massa carbonática de coloração cinza escura, parcialmente impregnada por óxidos de ferro.

As análises calcográficas revelaram a presença de pirita, calcopirita e esfalerita, disseminadas nessas concreções (AV-R-121 a, AV-R-121 b).

A pirita é o metálico que predomina, ocorrendo como esferolitos, em substituição ao material fossilífero, o qual é muito abundante nessas concreções. Em inúmeros casos essa substituição é bem nítida, principalmente quando em estágio incipiente. A esfalerita ocorre em placas pouco desenvolvidas e restritas à certas porções da rocha, mostrando reflexões internas de tonalidade amarelada e avermelhada. Às proximidades, nota-se um produto de sua alteração.

A calcopirita apresenta-se em pequenos cristais, em forma de gotículas, sempre próxima às placas de esfalerita.

11.1.3 - Sulfeto de Pb Associado à Barita

A mineralização de galena associada à barita constitui-se na mais importante ocorrência sulfetada da área do Projeto, estando localizada na região de Alenquer, no local conhecido como "igarapé da Mina", distante apenas 17 km da sede do município.

Essa ocorrência é conhecida na literatura geológica desde as primeiras décadas deste século, já tendo sido inclusive efetuada uma lavra rudimentar no local, quan

do foram extraidas algumas toneladas de galena, de acordo com informações verbais de moradores da região. A extração de galena foi paralizada pela falta de orientação técnica e ainda pelo aparecimento do lençol freático, que inundou totalmente o local, o qual até hoje encontra-se em completo abandono.

Atualmente, o que se observa no local são apenas fragmentos de barita com formas e dimensões variadas, à qual associam-se cristais de galena com até 3 cm de comprimento. A barita apresenta-se em cristais centimétricos, de forma romboédrica, branca e avermelhada, às vezes fraturada, podendo apresentar aspecto brechoide (Fotos nºs 19 e 20).

As análises calcográficas efetuadas revelaram que, além de galena ocorrem também minúsculos cristais de calcopirita, esfalerita, pirita, e, mais raramente, piromorfita, associados à barita.

A galena, muito abundante nas seções polidas, ocorre em placas bem desenvolvidas, centimétricas, apresentando inclusões de cristais automorfos de barita. A esfalerita apresenta-se em cristais pouco desenvolvidos, distribuidos aleatoriamente na barita, mostrando reflexões internas de tonalidade amarelada, raramente em contorno mutual com a galena. A calcopirita é muito rara, ocorrendo em cristais minúsculos, sempre às proximidades da esfalerita. A pirita apresenta-se em cristais reduzidos, também comumente associados à esfalerita, às vezes exibindo faces de cubos.

No local da ocorrência é fácil constatar que os fragmentos de galena contendo mineralizações polimetálicas não ocorrem "in situ", constituindo apenas parte do

CPRM

Fotos nºs 19/20 - Fragmentos de barita, de coloração branca a avermelhada, em cristais centimétricos, de forma romboédrica. Notam-se disseminações de galena, em cristais que atingem até 3cm de comprimento (igarapé da Mina-Alenquer).

CPRM

11.1.4 - Urânio

Além das mineralizações sulfetadas existentes na área do Projeto, merecem especial atenção os elevados teores de U detectados nas análises químicas de sedimentos de corrente, sempre relacionados às zonas de influência dos folhelhos negros do Membro Barreirinha.

Essa unidade possui uma ampla distribuição na área pesquisada, ocupando uma superfície de aproximadamente 200 km^2, com grande faixa aflorante próximo à borda norte da bacia, como também na região do domo Monte Alegre. Sua espessura média é estimada em aproximadamente 360m, sendo que os folhelhos radioativos ocorrem na base da sequência (parte aflorante), com espessura inferior a 10m. Na zona de ocorrência desses folhelhos são sempre obtidos altos registros cintilométricos.

Os folhelhos radioativos do Membro Barreirinha são cinza escuros a negros, carbonosos, bem laminados, muito piritosos, fossilíferos, tratando-se possivelmente de sedimentos euxínicos, da fácies "black shale", depositados em ambiente marinho de águas calmas, fortemente redutor ("off shore").

Nessa unidade, as mais significativas anomalias de Urânio foram registradas no domo de Monte Alegre. No igarapé Ananaí, foram obtidos 40 ppm U (sedimento de corrente), 2 ppm Sb, 20 ppm As, 55 ppm/Mo - A (70 ppm Mo-S) e 20 ppm Nb, em associação típica de folhelhos negros. Todavia, o mais importante indício de mineralização ocorre em um afluente do igarapé São Felipe (AM-S-143), onde foi obtido um valor de 160 ppm U (sedimento de corrente).

CPRM

11.1.5 - Calcário

Além das conhecidas jazidas de calcário da região da Mulata (flanco sudeste da folha SA.21-X-D-VI-2) foram cadastradas cerca de doze ocorrências inéditas desse bem mineral, na área do Projeto.

Essas ocorrências situam-se no interflúvio Curuá-Maecuru, ou mais precisamente na parte central da folha SA.21-X-D-V-4 e na porção oeste sudoeste da folha SA.21-X-D-VI-3, nos domínios da sequência permo carbonífera (PC/no-i), abrangendo uma área de aproximadamente 400 km^2.

As melhores exposições desses calcários situam-se na região dos lagos Cujubim e Turará (pontos CS-R-91, CS-R-107, CS-R-111, CS-R-120, CS-R-122, CS-R-123, CS-R-124, CS-R-212 e CS-R-220), no flanco oeste da folha SA.21-X-D-VI-3, onde ocorrem geralmente sob a forma de grandes blocos. Esses calcários são em geral de côr cinza claro a cinza escuro, compactos, macrofossilíferos, por vezes apresentando pequenos veios de calcita recristalizada. Em alguns locais, foi observada incipiente estratificação paralela.

Na folha SA.21-X-D-V-4, as principais ocorrências de calcário foram detectadas na região dos igarapés Bala, Jabota e Polidório, geralmente formando lajeiros no leito dos cursos d'água. Aí, foram observadas camadas de calcário com dois metros de espessura, somente em superfície.

De uma maneira geral, os calcários que ocorrem na área do Projeto acham-se intercalados com arenitos e/ou folhelhos, em camadas cuja espessura pode variar desde um metro até algumas dezenas de metros, estando relaciona

dos à sequência Itaituba/Nova Olinda. Esta, constitui uma plataforma mista clástica-carbonática em suas porções inferior e superior, e uma típica plataforma carbonática em sua porção mediana.

As ocorrências registradas em afloramento estão relacionadas à porção superior da sequência Itaituba/Nova Olinda, onde as camadas de calcário não atingem grandes espessuras. Todavia, na porção mediana dessa unidade ocorrem camadas de calcário cuja espessura ultrapassa 50 metros (sub-superfície), conforme foi registrado em uma sondagem para água subterrânea, efetuada pela própria CPRM, na cidade de Alenquer.

11.2 - Integração Geológico-Metalogenética

Para a análise do potencial metalífero desta porção da bacia Amazônica, foram integrados os conceitos de tipologia de depósitos (ROUTHIER, 1963) e pesquisa previsional (NICOLLINI, 1970).

11.2.1 - Tipologia das Ocorrências Minerais

Na tipologia dos depósitos, estes são definidos pelas suas características geológicas atuais, emergindo dos mesmos os guias e controles das mineralizações (metalotectos).

Sob este aspecto, no desenvolvimento da metalogenia sedimentar a distribuição de sulfetos apresenta uma certa regularidade estatística, relacionada aos ambientes paleogeográficos e geoquímicos das unidades litoestratigráficas.

De acordo com os tipos conhecidos é possível estabelecer analogias, para definir os parâmetros geológicos favoráveis que ocorrem na sequência sedimentar pesquisada.

Para efetivação deste propósito, de acordo com os resultados do mapeamento, das prospecções geoquímica e geofísica e da sondagem, os dados obtidos foram organizados visando estabelecer uma conceituação da bacia sob o ponto de vista metalogenético.

Neste esquema classificatório estão colocados, pela ordem de comando, os fatores genéticos da bacia que, de acordo com a bibliografia especializada, são condicionantes de mineralização e sua tipologia (Fig.58).

O primeiro elemento classificatório é referente ao padrão geotectônico definido na bacia, que constitui o comando básico para os tipos genéticos de depósitos. Talvez, neste fator, repouse a principal dificuldade para a transposição de modelos internacionais provenientes de arcabouços tectônicos bem distintos.

O ambiente geotectônico denominado "bacia paleozóica intracratônica" significa um arcabouço estrutural composto por um sistema de blocos que atuaram diferencialmente ao longo de sua história paleozóica (CAROZZI et alii, 1972, 1973).

Nas bacias paleozóicas brasileiras, aos poucos vão emergindo dados comprobatórios da influência do magmatismo fissural mesozóico atuando em processos mineralizantes de acumulações sedimentogênicas, como divulgados nos projetos executados pelo convênio DNPM/CPRM. (Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba e Carvão no Rio Grande do Sul).

FIG.58

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

BACIA DO MÉDIO - BAIXO AMAZONAS

PARÂMETROS CLASSIFICATÓRIOS DE METALOGENIA PARA SULFETOS

GEOTECTÔNICA	BACIA PALEOZÓICA INTRACRATÔNICA	
SISTEMA DEPOSICIONAL	LITORAL A SUBLITORAL	PLATAFORMA CARBONÁTICA
AMBIENTE	"BLACK - SHALES"	MARÉ
AFINIDADES GEOQUÍMICAS	REDUZATOS	PRECIPITATOS / REDUZATOS
MUDANÇAS DE CONDIÇÕES PÓS ACUMULAÇÃO		MAGMATISMO BÁSICO FISSURAL
ASSOCIAÇÕES MINERAIS	PIRITA / CALCOPIRITA / ESFALERITA	BARITA / GALENA
ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS	Cu - Zn - U - Mo - Sb - Nb	Ba - Pb - Zn - Cu

M. E. C. M. Santos (DEPEM / DIPROE) e J. M. do N. Pastana — 1978

Embora o mecanismo de atuação deste magmatismo não esteja perfeitamente estabelecido sob aspecto genético, o mesmo é considerado um metalotecto, na área estudada.

O segundo e terceiro itens classificatórios são de interpretação dos sistemas deposicionais e ambientes de sedimentação, que fornecem as tendências dos sedimentos para acumulação das substâncias.

Ao nível de ambiente, são diversificadas as afinidades geoquímicas (4º item classificatório).

Dentro dos principios de tipologia, são colocadas como critério prospectivo as mudanças de condições pós acumulação, que na análise presente é representada pelo magmatismo fissural básico.

Nos itens finais são tabeladas as associações minerais e geoquímicas resultantes.

As correlações definidas pela figura 58 indicam, para as ocorrências sulfetadas, duas tipologias distintas: os "black shales" e as plataformas carbonáticas.

Os "black shales" constituem fácies ultradetríticos, com forte anomalia metalífera e alto teor de carbono orgânico. São típicos de associações de bacias intracratônicas, com circulação restrita, com enriquecimento de espectro geoquímico - Cu, Pb, Zn, Ag, com os elementos V, U, Co, Tr, Bi, Cr, Mo, Ni e, ainda, Sn, W, Au, Pd.

As plataformas carbonáticas assumem maior importância para jazimentos de Pb-Zn, havendo numerosos distritos enquadráveis neste ambiente, tipificado pelo Mississippi Valley (BAUCHAU, 1970). No Brasil, é representado pelo Grupo Bambuí.

Correspondem à fácies marinhos epicontinentais marginolitorais em clima quente. As concentrações metalíferas são fixadas nos estágios diagenéticos iniciais, havendo variadas manifestações tardias com fenômenos de dissolução e concentração, cuja complexidade é função dos processos tectônicos sofridos posteriormente.

Para o domínio dos "black shales", correspondente no ciclo Devoniano Superior/Carbonífero Inferior a uma bacia costeira rasa, com sedimentação clástica, o modelo deposicional e elementos interpretativos são apresentados na Fig. 59).

Para os paleoambientes de plataforma carbonática do ciclo permocarbonífero, o modelo encontrado é correspondente a uma linha de costa clástica carbonática (SELEY, 1970), esquematizado na Fig.60.

Obviamente, nesta segunda tipologia as modalidades de fenômenos estarão relacionados às posições relativas, se situadas acima ou abaixo de uma discordância, e ainda aos efeitos pós deposicionais derivados dos controles estruturais.

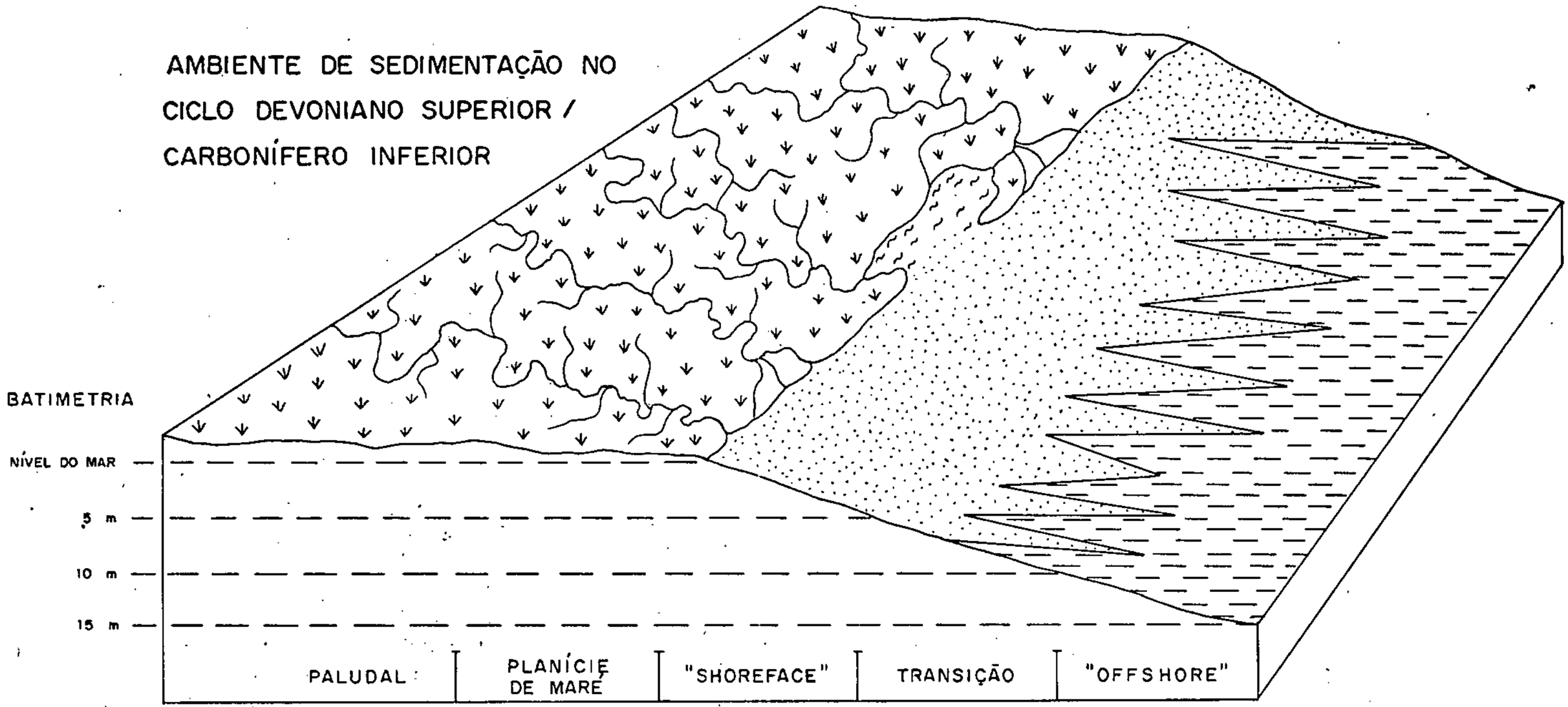
11.2.2 - Diagrama Previsional

Na análise progressiva dos indícios geológicos de áreas favoráveis, foi elaborado um diagrama previsional para as duas tipologias citadas.

Esta representação gráfica (Fig. 61) mostra, pela interpretação dos ambientes de sedimentação e do comportamento litogeoquímico, as relações existentes na metalogenia sedimentar. Expressam, principalmente, as características regionais das rochas encaixantes, selecionando, nu

FIG.59

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

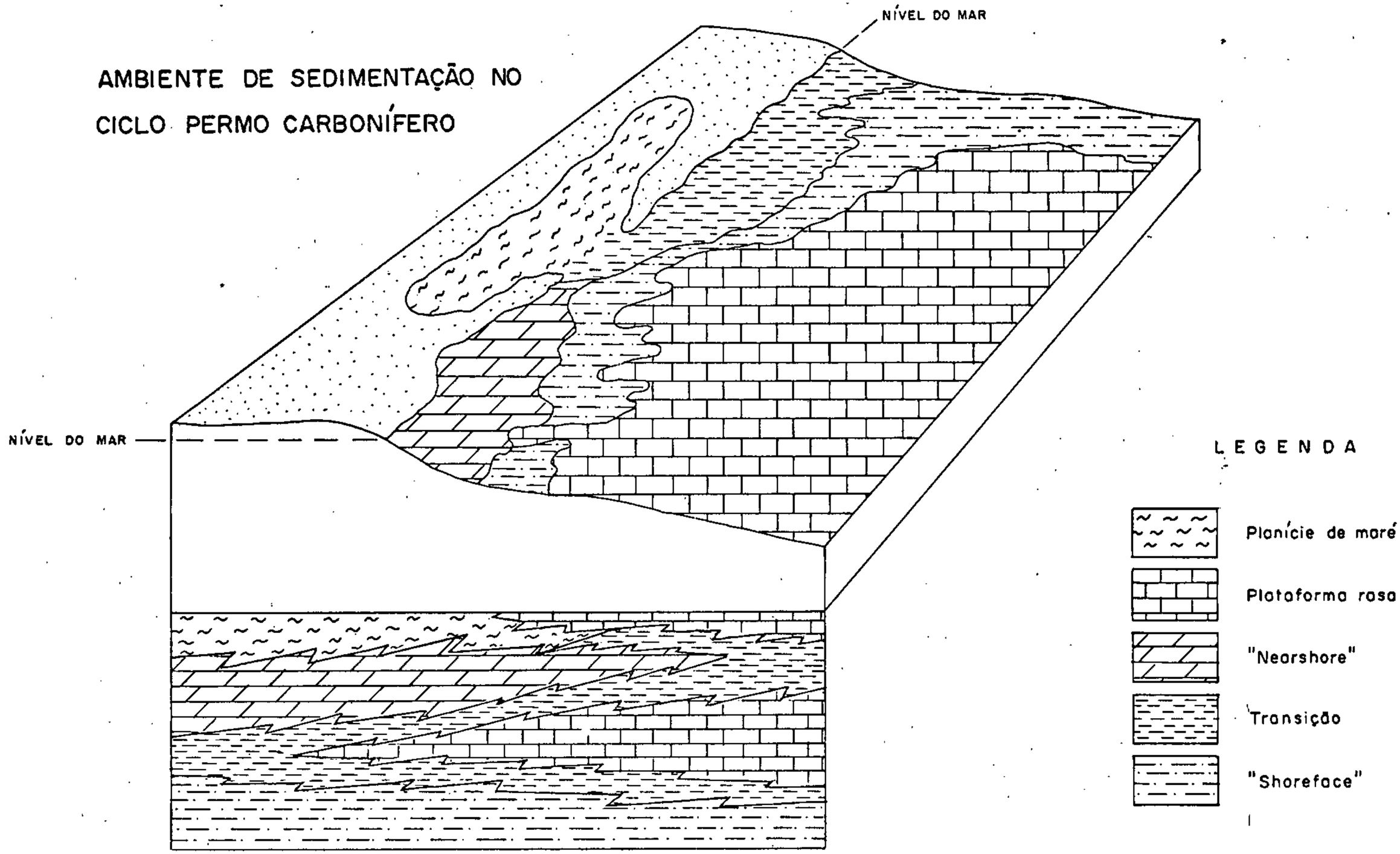


ESTRUTURAS	EST. PARALELA	LAM. PARALELA, "FLASER"	ESTRATIFICAÇÃO PARALELA	EST. PARALELA, CRUZADA	EST. PARALELA
TEXTURAS	FOLHELHO CARBONOSO	ARENITO, SILTITO	ARENITO	ARENITO, SILTITO, FOLHELHO	FOLHELHO
MICROFÓSSEIS		Chitinozoa, Acritarca, Esporomorfos			
INVERTEBRADOS MARINHOS / TRAÇOS			Moluscos, Braquiopodos	Spirophyton	

M. E. C. M. Santos DEPEN/DIPROE-1976

FIG.60

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE



M. E. C. M. Santos DEPEM/DIPROE-1978

ma primeira aproximação, os níveis litológicos mais favoráveis às mineralizações.

As mineralizações situadas na base dos folhelhos Barreirinhas e Curiri, (sulfetos de Cu e Zn em concreções) correspondem ao tipo morfológico estratiforme verdadeiro ou concordante, no qual o mineral aparece como um constituinte da rocha.

No topo da sequência Itaituba/Nova Olinda os tipos morfológicos são peneconcordantes, no qual o mineral ocorre disseminado no cimento da rocha encaixante, concordando com sua morfologia, ou ainda em "amas", com morfologia diferente da encaixante, mas com localização preferencial por litologia determinada.

11.2.3 - Principais Critérios Geológicos para Prospecção

Nos dois tipos de mineralizações foram evidenciados critérios prospectivos diversos e, em consequência, também diversos métodos de exploração.

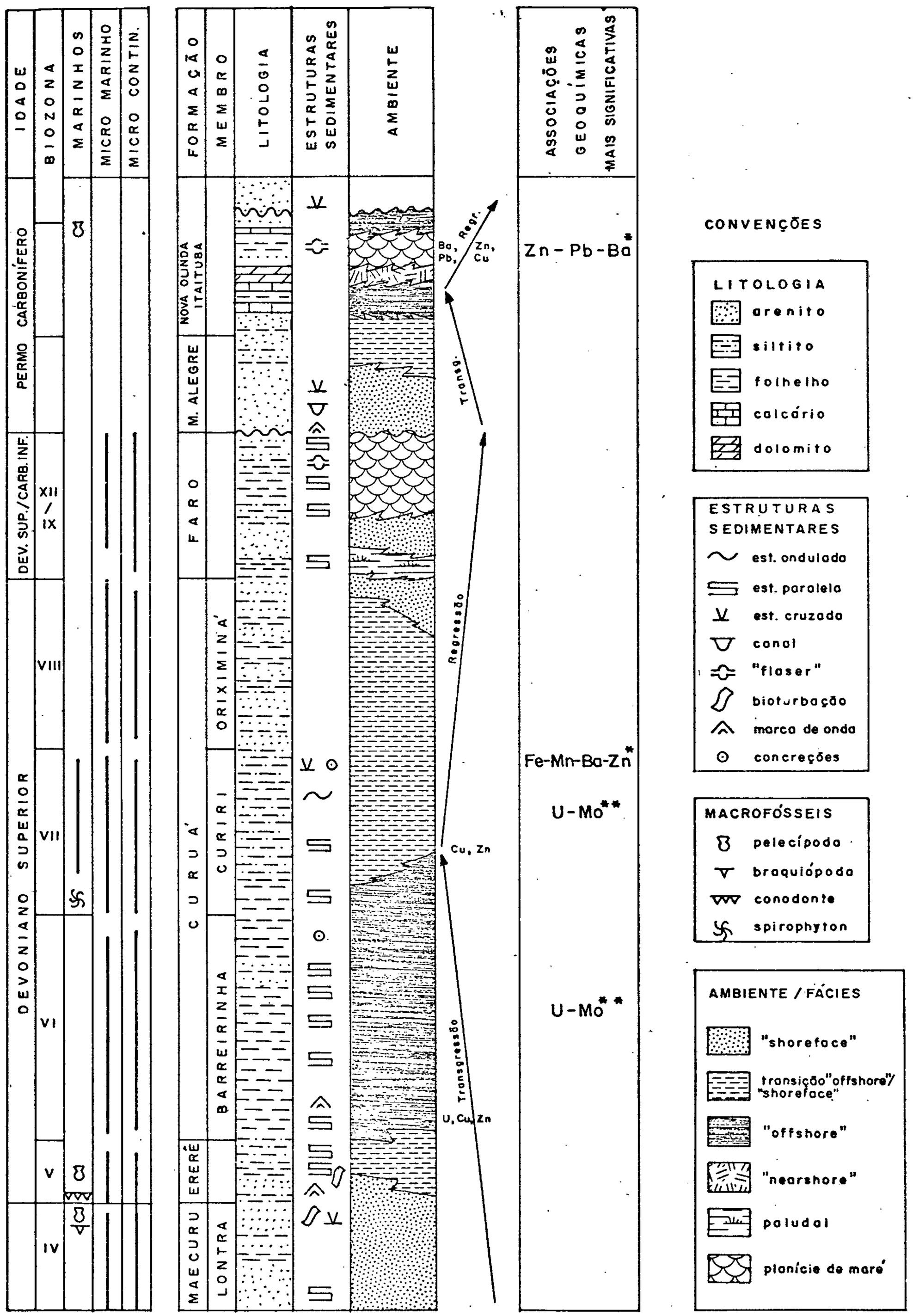
11.2.3.1 - Folhelhos Negros

Para os sulfetos relacionados a folhelhos negros os controles principais são paleogeográficos, sedimentológicos e geoquímicos. A metodologia de prospecção indicada seria a cartografia e correlação de fácies e litogeoquímica, e ainda estabelecer as variações paleoclimáticas, pois, em jazimentos de meio detrítico existe um componente importante de climas, onde há a retenção de elementos metálicos e a acumulações destes elementos nas sequências detríticas imediatamente posteriores.

FIG.61

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER — MONTE ALEGRE

DIAGRAMA PREVISIONAL DA SEQUÊNCIA ESTRATIGRÁFICA



* - BASEADO EM LITOGEOQUÍMICA.

** - BASEADO EM SEDIMENTOS DE CORRENTE.

M. E. C. M. Santos (DEPEM / DIPROE) e J. M. do N. Postana — 1978

11.2.3.2 - Carbonatos

Na análise dos processos mineralizantes nos carbonatos, são enfatizados as atuações de mais de um ciclo gerador. As indicações definidas pela ocorrência de barita/galena em área afetada por intrusões de diabásio, permite relacionar a presença destes corpos como favoráveis à concentração de reduzatos.

Desde que a tipologia da sequência carbonática é de alta favorabilidade para sulfetos, os critérios prospectivos que serão alinhados envolvem possibilidades para três fases genéticas de concentração:

- fixações iniciais
- dissolução precoces e dolomitização
- reconcentrações tardias

Nas primeiras fases, os critérios prospectivos estão intimamente relacionados à paleogeográfia, sedimentologia (microfácies) e litogeoquímica.

Para as reconcentrações tardias, como citado anteriormente, é considerado como guia e controle a presença de diabásio.

Pela avaliação dos indícios de Alenquer, foi concluido que, havendo relação entre intrusões de diabásio e mineralizações, o emprego de métodos geofísicos apoiaria as locações das sondagens.

Como resultado, as anomalias geofisicas se apresentaram com valor de metalotectos, confirmados pelas interpretações posteriores. As anomalias magnetométricas definiram o dique de diabásio, o VLF marca o contato diabá

sio/encaixante, indicando a presença de um condutor, que corresponde às mineralizações finamente disseminadas, também registradas pelo IP (Fig. 56).

11.2.4 - Litogeoquímica

O estudo litogeoquímico foi efetuado com a finalidade principal de fornecer subsídios que permitissem uma definição genética para a ocorrência de galena, na região de Alenquer.

As interpretações apresentadas, foram elaboradas a partir dos resultados das análises químicas efetuadas em amostras de testemunhos de sondagem. Nestas, são discutidas as variações do comportamento geoquímico e sua correlação com a litologia.

11.2.4.1 - Apresentação dos Resultados

Os resultados obtidos para todas as variáveis analisadas estão sumarizados na Tabela 25. Por apresentarem relação direta e serem indicadores da mineralização, foram selecionados para estudo em detalhe os elementos chumbo, zinco e bário, tendo como coadjuvantes o cobre, prata, cádmio, magnésio e enxôfre. Os demais elementos, por não estarem relacionados aos indicadores, ou por apresentarem excesso de valores qualificados ou "range" de variação inexpressivo, foram descartados após o exame inicial dos dados; alguns resultados mais importantes para a interpretação serão, entretanto, comentados no texto.

Chumbo, zinco e cobre possuem resultados por meio de 2 métodos analíticos; através de comparação visual,

TABELA Nº 25

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

SUMÁRIO DOS RESULTADOS ANALITICOS

TESTEMUNHOS DE SONDAGEM

ELEMENTO	MÉTODO E LIMITE DE DETECÇÃO	DEFINIDOS	Nº DE AMOSTRAS				AMPLITUDE DOS RESULTADOS DEFINIDOS
			G	L	N	H	
Fe	S 0,05 %	186					0,5 — 20 %
Mg	S 0,02 %	185	1				0,2 — 10 %
Ca	S 0,05 %	155	31				0,15 — 20
Ti	S 0,002 %	168	18				0,02 — 1
Mn	S 10	185	1				100 — 5000
Ag	S 0,5	10			176		0,5 — 5
As	S 200				186		
Au	S 10				186		
B	S 10	169		12	5		10 — 500
Ba	S 20	178	7	1			20 — 5000
Be	S 1	126		43	17		1 — 2
Bi	S 10			1	185		
Cd	S 20	3		11	171	1	20 — 70
Co	S 5	181		2	3		5 — 150
Cr	S 10	186					30 — 500
Cu	S 5	170		16			5 — 1500
La	S 20	175		1	10		20 — 200
Mo	S 5	88		37	61		5 — 500
Nb	S 10	71		107	8		10 — 20
Ni	S 5	183		1	2		5 — 200
Pb	S 10	84		70	32		10 — 1000
Sb	S 100				186		
Sc	S 5	177		2	7		5 — 30
Sn	S 10	39		92	50	5	10 — 15
Sr	S 100	175	2	6	3		100 — 5000
V	S 10	186					10 — 700
W	S 50			2	184		
Y	S 10	186					10 — 70
Zn	S 200	33		34	115	3	200 — 5000
Zr	S 10	185		1			10 — 700
Cu	A 3	148		37	1		3 — 580
Pb	A 3	135		40	11		3 — 720
Zn	A 3	186					4 — 3300
Ag	A 0,5	4		7	175		0,5
Cd	A 0,5	48		18	120		0,5 — 20
Av	A 0,05	2		3	181		0,1 — 0,35
Sb	A 1	22		74	90		1 — 30
As	C 10	47		139			10 — 80
S	I 0,03 %	158			28		0,03 — 3,24 %

CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J.M. do N. ET ALII - 1978

há excelente relação entre as concentrações determinadas pelas diferentes metodologias, o que motivou o selecionamento, para estudos, apenas dos resultados obtidos por absorção atômica, uma vez que se distribuem em uma maior e mais detalhada escala de valores. Para chumbo, entretanto, é mostrada também a distribuição dos resultados espectrográficos.

Todos os elementos são considerados como possuindo distribuições com tendência à log-normalidade.

As figuras 62 a 68 representam, em bloco-diagrama, as faixas de concentrações dos elementos-traço citados, em intervalos mais adequados ao delineamento dos respectivos halos. A figura 69 mostra os valores obtidos para a equação: antilog (log Pb + log Zn + log Cd + log Ag) resolvida para cada amostra, constituindo-se num halo multiplicativo.

11.2.4.2 - Comentários Gerais

A observação dos bloco-diagramas permite definir claramente que as zonas enriquecidas em traços são limitadas a níveis pouco espessos, numa disposição de halos distributivos caracteristica de mineralização disseminada .

Chumbo, teve os resultados mais elevados na amostra JP-R-110, correspondente à profundidade de 34 a 35 metros do furo AL-04-PA, com 1000 ppm Pb (S) e 720 ppm Pb (A) , além de 1000 ppm Zn (S) e 700 ppm Zn (A). Tal nível é correlacionável, no furo AL-05-PA, à profundidade de 39-40 metros, que apresenta 1 a 2 ppm Ag, 500 ppm Pb (S) e 35 a 140 ppm Pb (A). Provavelmente, também é encontrado aos 33 metros do furo AL-07-PA (JP-R-227), com 200 ppm Pb

(S), sem no entanto muito contraste por absorção (somente 55 ppm Pb). Litologicamente, o nível é constituído por uma zona de calcários, capeada por uma cunha de arenito calcífero, que tem espessura mínima (1 metro) justamente aos 34 metros do furo AL-04-PA; neste furo, tanto no arenito quanto no calcário subjacente (espessura na ordem de 5 metros), foram encontradas disseminações de galena, blenda e alguma pirita. Os halos mais expressivos deste metal são vários e concordantes com faixas areníticas, especialmente em contato com calcários e folhelhos. Embora haja certo controle estratigráfico, a mineralização é descontínua, como pode ser observado nas figuras 62 e 63, especialmente entre os furos 04 e 05, que distam entre si somente 50 metros; observa-se também que os níveis mais enriquecidos aparentemente com maior distribuição, em área, situam-se entre os 35 e 50 metros na locação AL-05-PA, 33 e 43 metros em AL-04-PA, e 33 a 48 metros de profundidade no furo AL-07-PA, espessando-se nitidamente para sul, sem no entanto conservar, ou mesmo aumentar, as dimensões da zona metalífera.

No furo AL-05-PA, no intervalo que vai da superfície até os 23m de profundidade, é notável também a presença dos halos de chumbo, que se estreitam na direção norte.

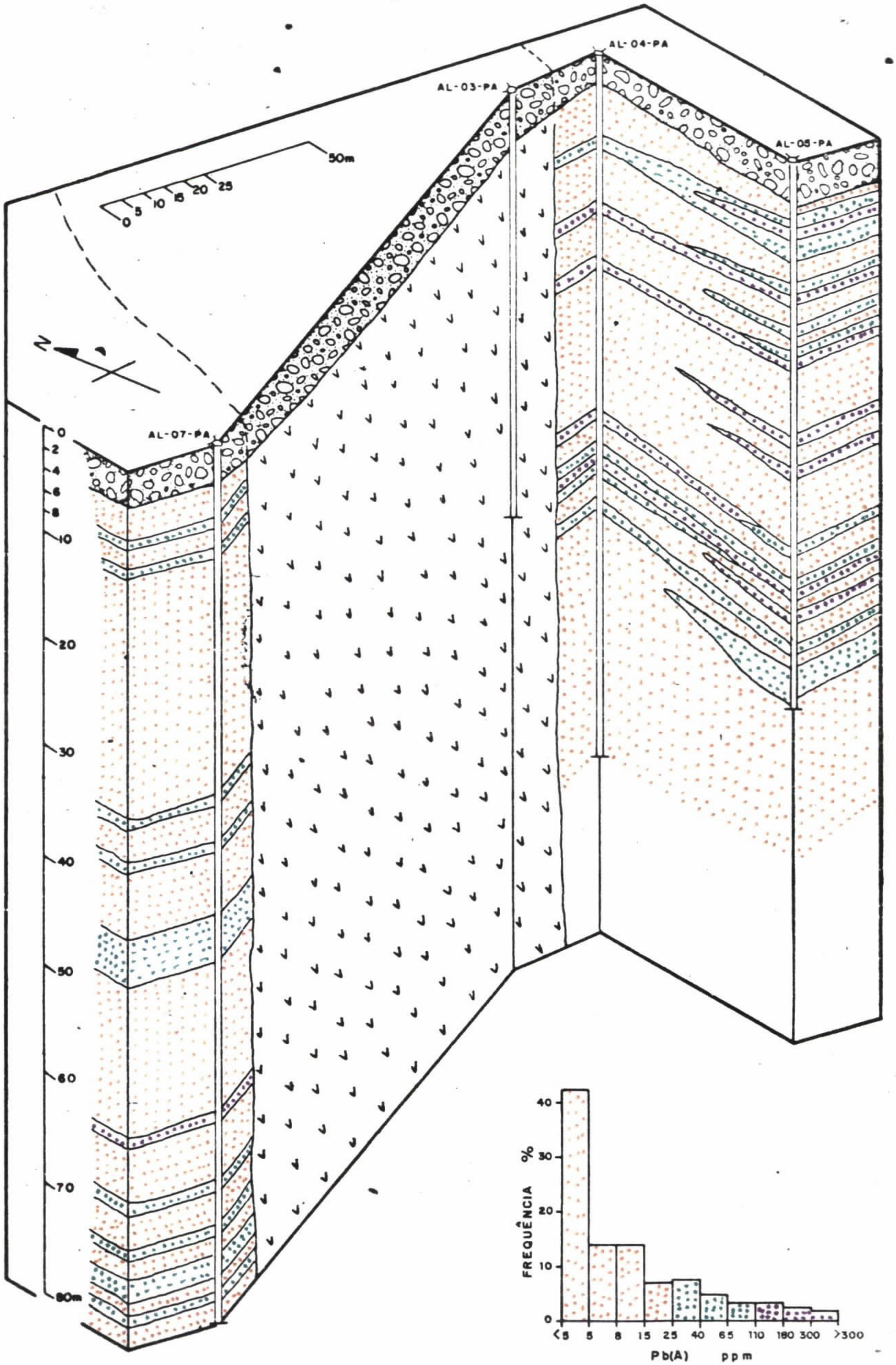
Zinco (Fig.64), mostra-se semelhante ao chumbo, tendo sido seu valor máximo 5000 ppm Zn (S) e 3300 ppm Zn (A), determinado no furo AL-07-PA, na profundidade de 47 a 48 metros (amostra JP-R-243), com ainda 70 ppm Cd, 200 ppm Pb (S) e 0,5 ppm Ag. Há uma notável zona enriquecida em zinco, de aproximadamente 15m de espessura, próxima da superfície, nos furos AL-04/05-PA, sendo mais desenvolvida no primeiro. Os níveis areníticos, secundados pelos calcá

FIG.62

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE CHUMBO

(ABSORÇÃO ATÔMICA)



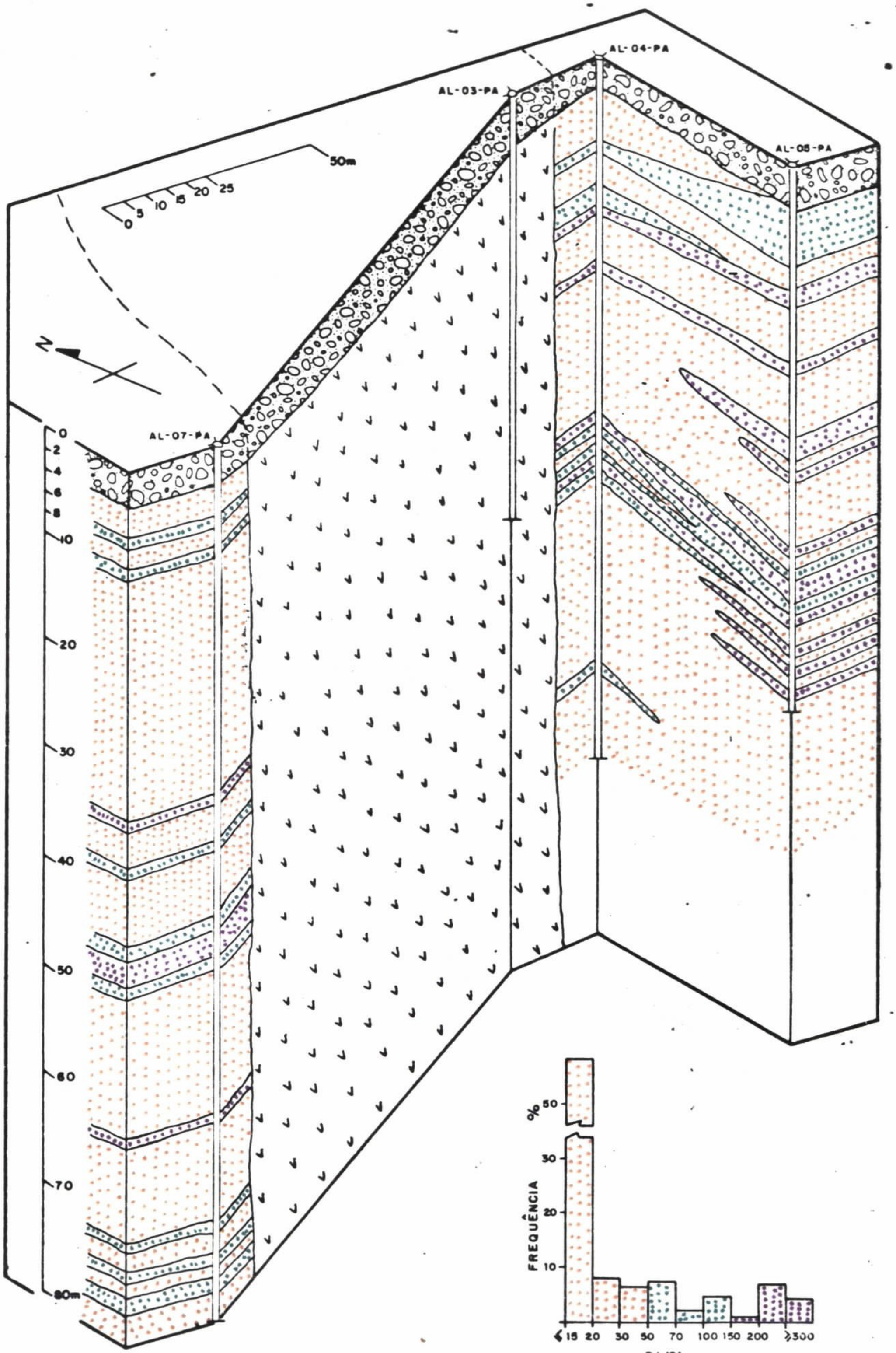
CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M de N ET AL.1-1978

FIG.63

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE CHUMBO

(ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO)

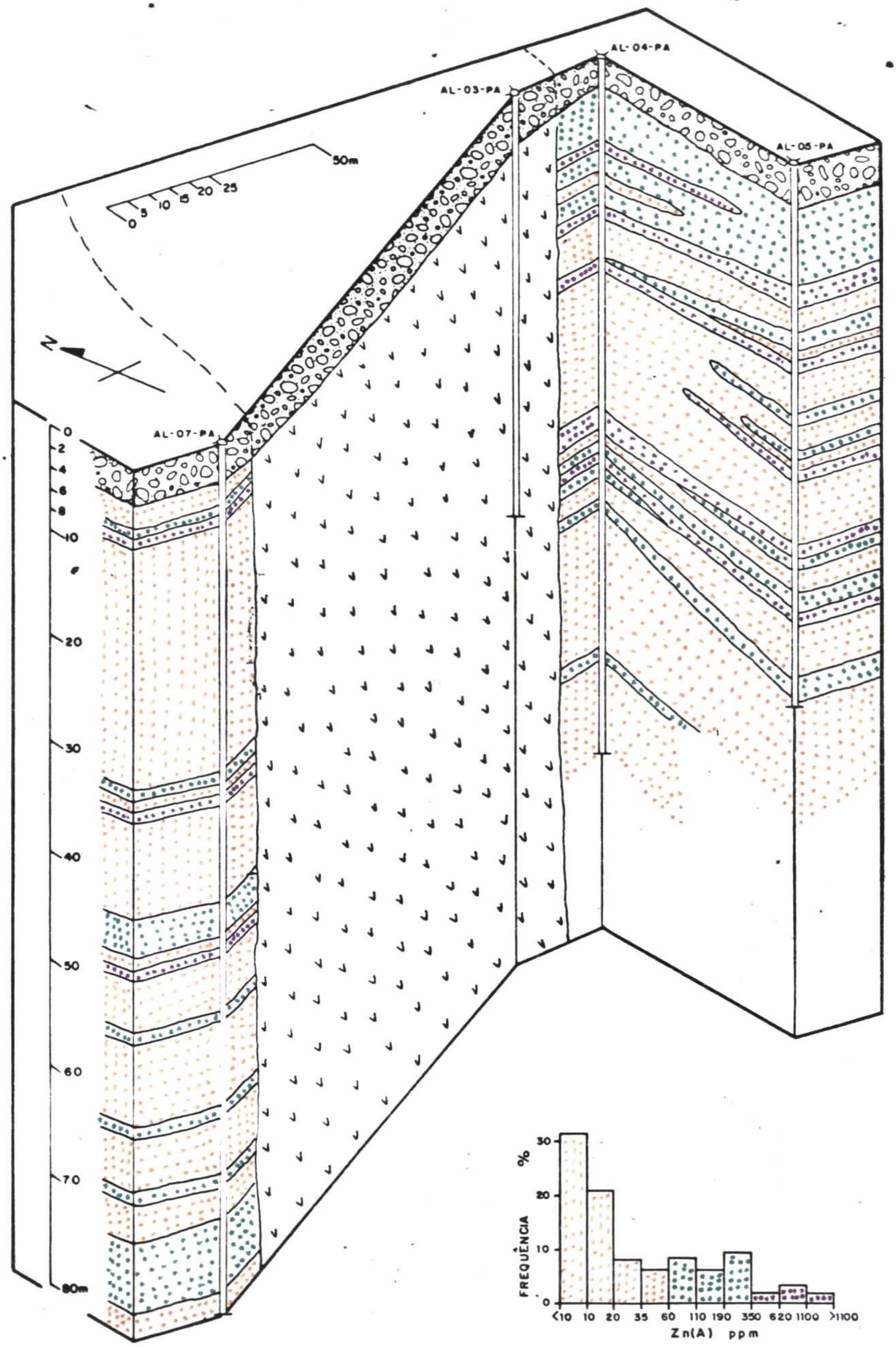


CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M de N ET AL.1-1978

FIG.64

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE ZINCO



CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J M de N ET AL.-1978

rios, também são aqueles com maior concentração de zinco.

Os halos de bário são apresentados na Fig. 65, podendo-se ver que a distribuição assemelha-se àquelas dos elementos anteriormente citados. Os maiores valores para este elemento são encontrados mais frequentemente nos folhelhos, embora os halos mais espessos estejam no arenito. A zona de destaque tem 2 metros de espessura, com 5000 ppm Ba, no intervalo 9-11m do furo AL-04-PA e mais de 5000 ppm Ba entre 6-8 metros no furo AL-05-PA, sem mostrar continuidade a sudoeste no furo AL-07-PA.

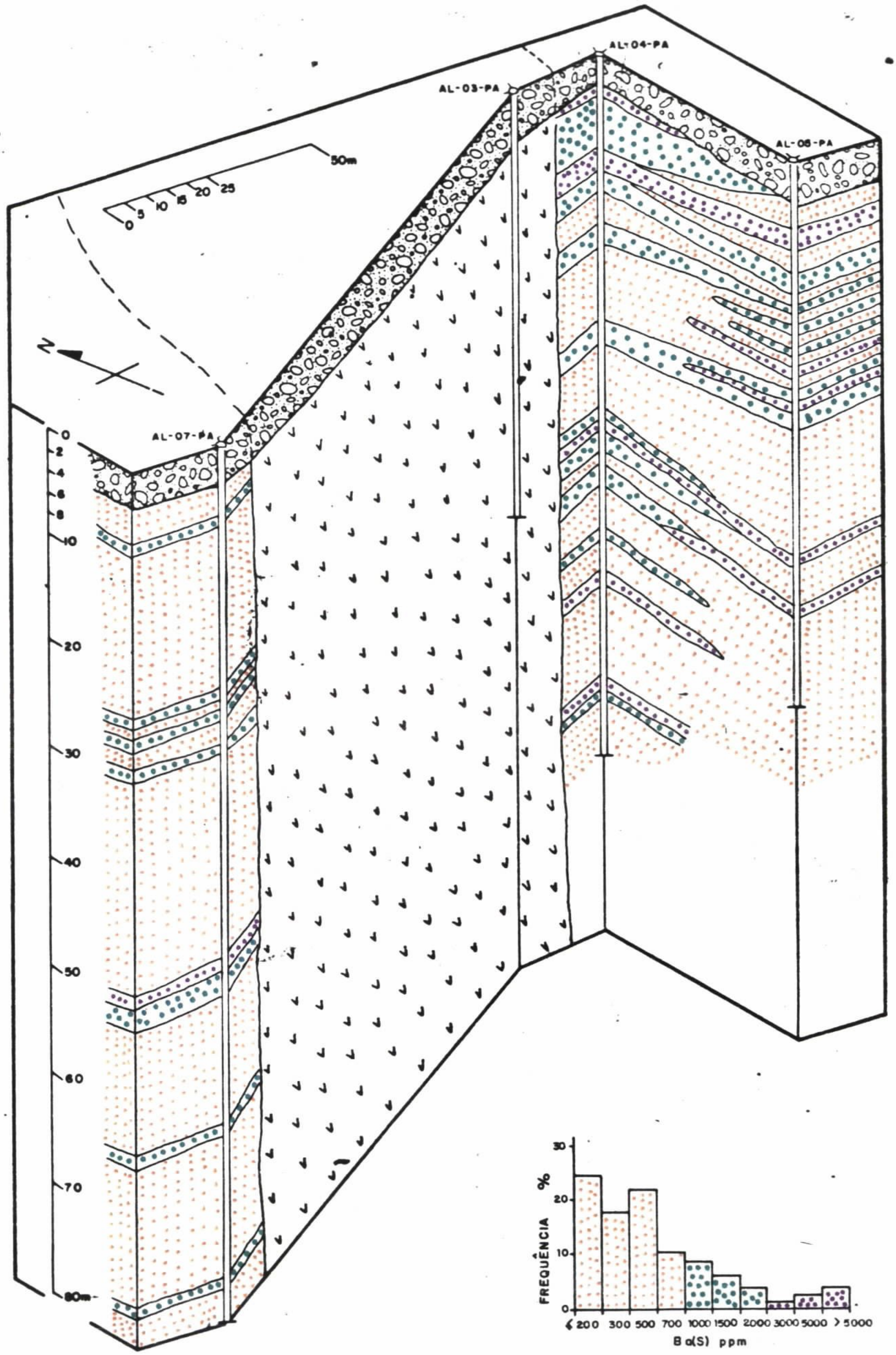
Para cobre (Fig. 66), os halos de maior teor ocorrem na porção inferior no furo AL-07-PA, onde se observa uma sucessão de níveis com concentrações elevadas em cobre, até a maior profundidade atingida; os maiores valores foram determinados na amostra JP-R-259 (aos 62 metros), com 580 ppm Cu (A), 1500 ppm Cu (S), 130 ppm Pb (A), 200 ppm (S) e 20 ppm Mo; no nível imediatamente acima (61 metros), foram obtidos 1000 ppm Cu (S) e 230 ppm Cu (A). O halo mais expressivo, no entanto, é o situado entre 42 e 46 metros de profundidade, com 140 a 200 ppm Cu (A), que parece correlacionável ao nível mineralizado a blena-galena-pirita, do furo AL-04-PA (35 a 39 metros), extendendo-se ao furo AL-05-PA na profundidade de 35 a 42m. Folhelhos e arenitos são as litologias hospedeiras principais, não sendo observados enriquecimento expressivo neste elemento próximo à superfície.

Enxôfre e magnésio (Figuras 67 e 68) mostram halos também controlados estratigraficamente. Para enxôfre, observa-se uma nítida predominância entre 30 a 33m e de 37 a 41 metros no furo AL-04-PA, com valores entre e 2,3% S,

FIG.65

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE BÁRIO



CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J M de N ET AL II-1978

FIG.66

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE COBRE

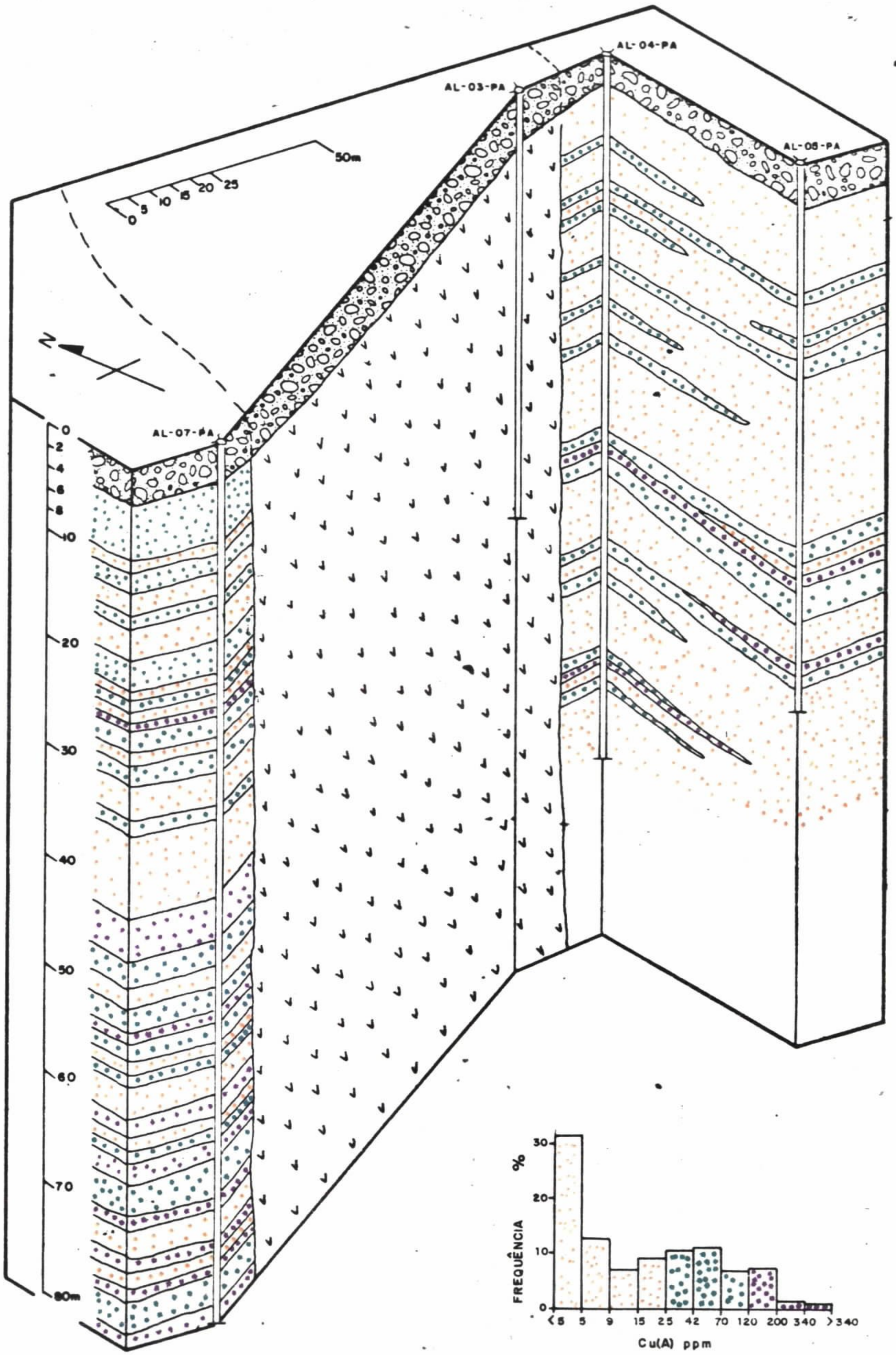
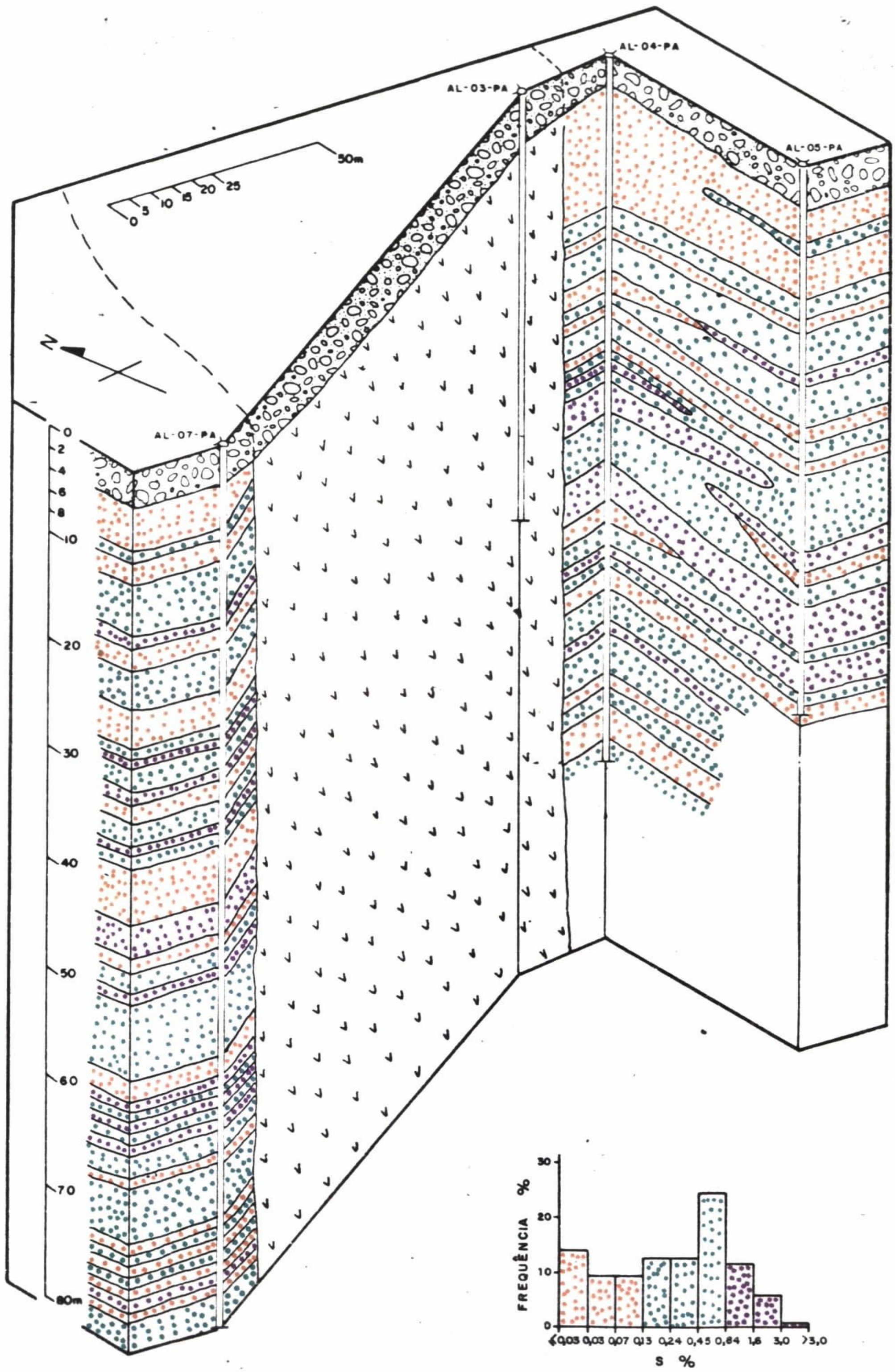


FIG.67

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE ENXOFRE

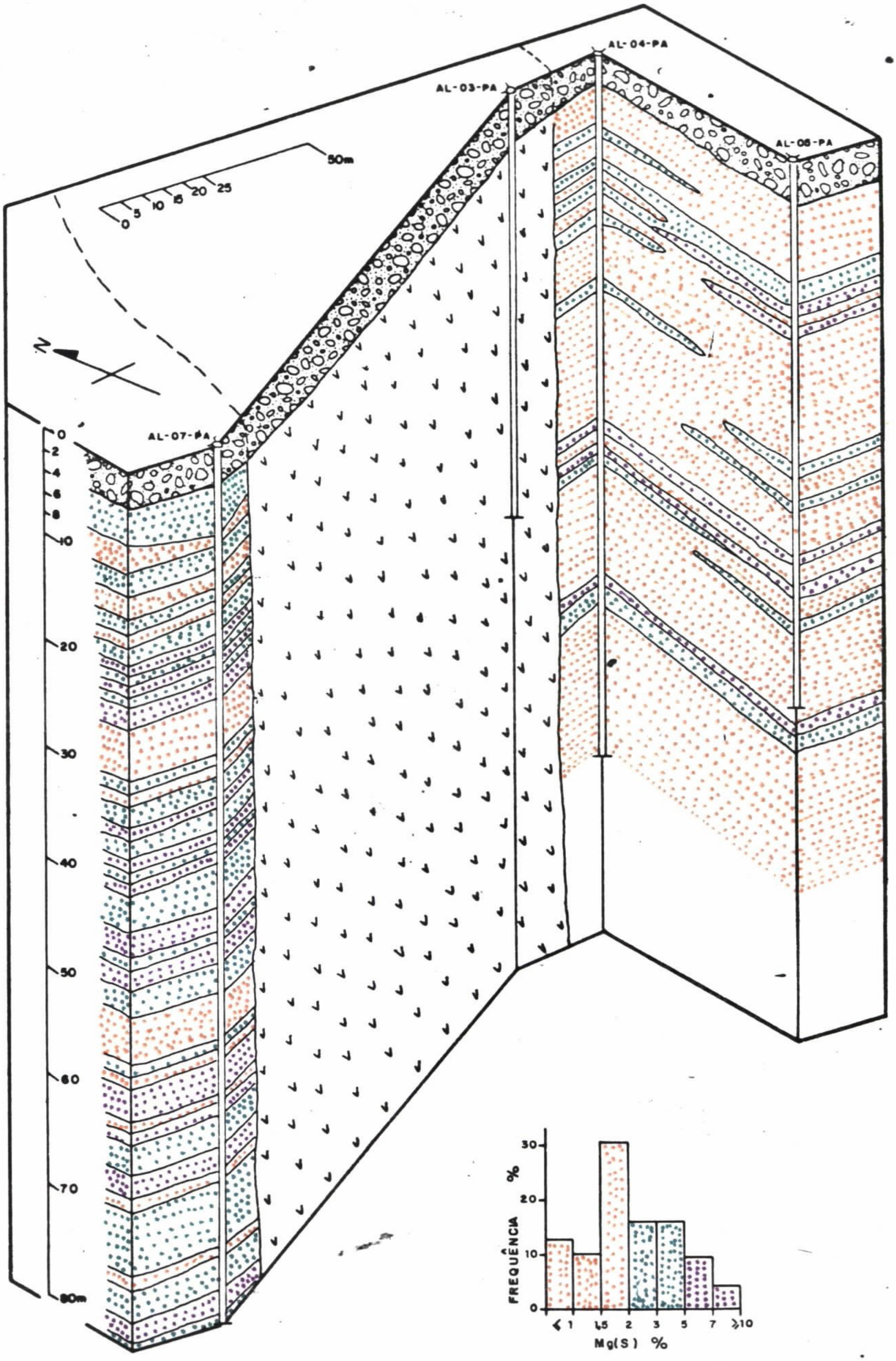


CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J M do N ET AL.-1978

FIG.68

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

DISTRIBUIÇÃO DE MAGNÉSIO



CPRM-PROJETO SULFETOS DE ALENQUER-MONTE ALEGRE-RELATÓRIO FINAL-PASTANA, J.M de N ET AL.1-1976

limitando assim a zona anômala em Pb, Zn e Cu; o segundo nível (37m a 41m) tem correspondência no furo AL-05-PA, a uma profundidade de 40 a 44m, com 0,9 a 3% S (de 45 a 49 metros há um espessamento de um halo, com valores de 1,1 a 2,1% S);este valor, encontrado na amostra JP-R-121,tem associado 500 ppm Mo, 500 ppm Cu (S), 200 ppm Pb (S) e 1,5 ppm (Ag), encontrando-se também representado de 41 a 44m na locação AL-07-PA (0,9 a 1,5%S). O halo superior (30 a 33 m do AL-04-PA) não é refletido no furo AL-05-PA, sendo encontrado no AL-07-PA,limitado ao intervalo 34 a 35m (1,1% S) . O enxôfre encontra-se preferencialmente ligado aos folhelhos (com pirita), ocorrendo também em níveis calcários, onde há disseminação de sulfetos de zinco e chumbo.

O magnésio tem halos mais espessos distribuidos na porção inferior ao perfil AL-07-PA, o mais importante entre 57 a 60m, com teores de 7 a 10% Mg. No furo AL-04-PA, praticamente restringe-se à zona mineralizada (34 a 37m), correlacionável à profundidade de 36 a 40m do AL-05 - PA. Não apresenta relação direta com os halos de Pb, Zn e Cu, mostrando preferência de concentração nos arenitos. A razão Mg/Ca (ambos analisados por espectrografia de emissão semiquantitativa) ficou sempre na ordem decimal para todos os calcários descritos, implicando na não existência de dolomitos, até a profundidade limite pesquisada.

Para os elementos citados, os resultados analíticos das 10 amostras de diabásio coletadas no furo AL-03-PA mostraram alta regularidade, comprovando não ter este corpo intrusivo sofrido mudanças em sua composição química; foram determinados de 2 a 8 ppm Pb (A), 7 a 10 ppm Pb (S) , 40 a 55 ppm Zn (A), 300 a 500 ppm Ba, 70 a 120 ppm Cu (A), 5 a 10% Mg e N 0,03 a 0,26% S.

O halo multiplicativo Pb.Zn.Cd.Ag, mostrado na Fig. 69, por independer de normalização litológica bem certifica o caráter estratiforme da mineralização detectada, mostrando também representatividade em diversos níveis e alta irregularidade no plano de acamamento. Verifica-se a existência de 4 níveis importantes no furo AL-05-PA, passando apenas 2 em AL-04-PA e AL-07-PA. O enriquecimento mais significativo é coincidente com a zona mineralizada, encontrando-se aos 34m de profundidade na locação AL-04-PA, aos 40 metros em AL-05-PA e aos 47m no furo AL-07-PA; sua atitude é, de modo geral, concordante com a estratigrafia local (mergulho suave para SW), embora haja variação na espessura e diversidade nos valores, como já observado para os elementos estudados.

11.2.4.3 - Interpretação dos Resultados

A conhecida ocorrência de barita-galena (com menor proporção de blenda, calcopirita e pirita), em Alenquer, situa-se entre o furo AL-05-PA e o corpo de diabásio, no contato deste com o pacote sedimentar encaixante; os halos de elementos indicadores não a refletiram e, pela distribuição apresentada, permitem chegar às seguintes conclusões:

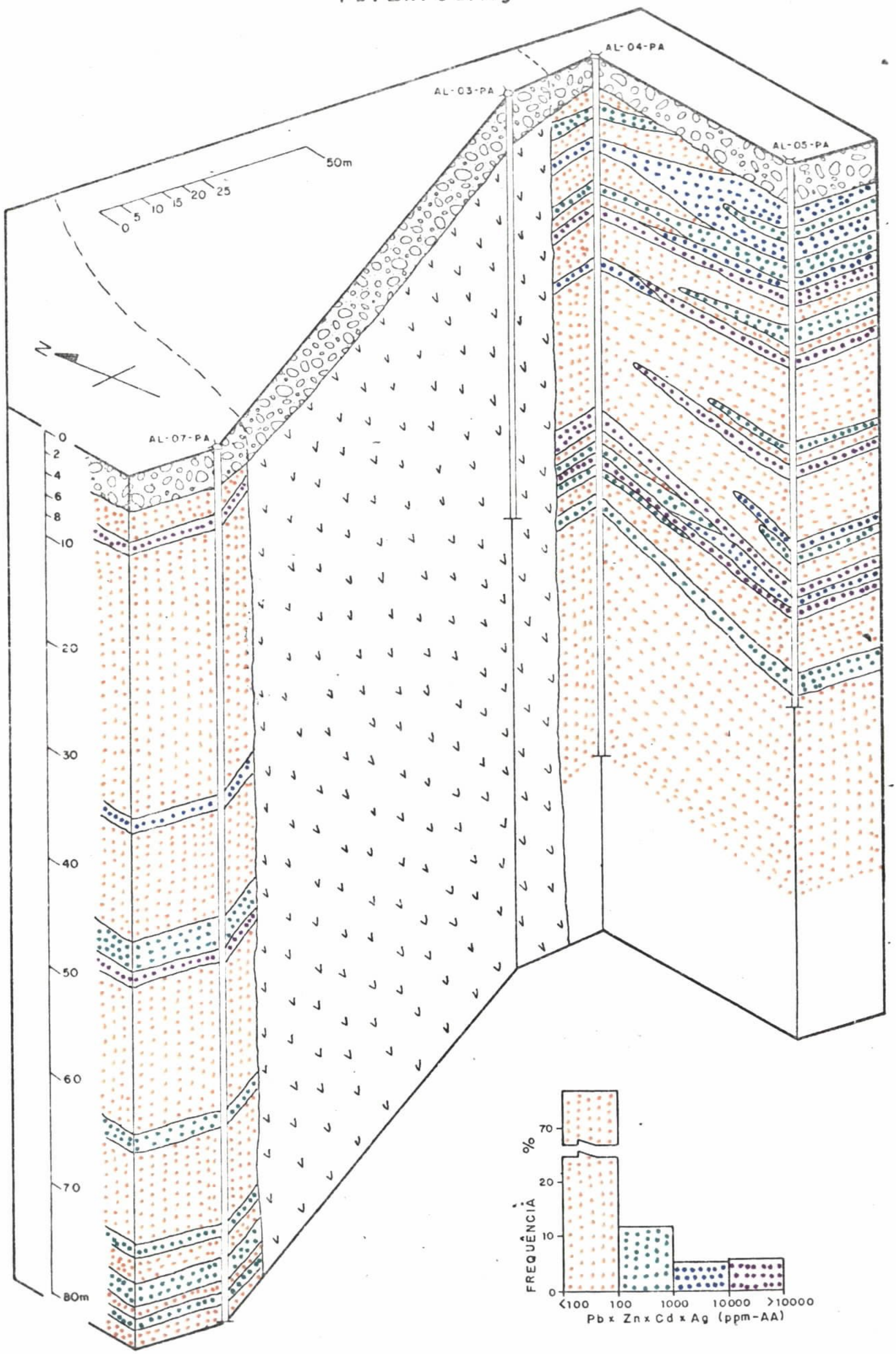
a - a ocorrência é muito localizada, restringindo-se ao local citado e próximo ao nível atual da superfície do terreno; os perfis não revelaram manifestações e mudanças químicas que possibilitem prever sua extensão em profundidade ou lateralmente. O furo AL-05-PA dista apenas de 10 metros da ocorrência, tendo este, portanto, influência do a sequência sedimentar encaixante numa distância inferior a esta.

FIG.69

PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE

HALO MULTIPLICATIVO

Pb. Zn. Cd. Ag



CPRM - PROJETO SULFETOS DE ALENQUER - MONTE ALEGRE - RELATÓRIO FINAL - PASTANA, J M do N ET AL II-1978

b - não há formação de halos característicos do tipo "infraore" ou laterais nas encaixantes, o que aconteceria se o processo de formação fosse hidrotermal "sensu strictu"; ocorrem halos de enriquecimento em elementos-traço, mas não estratiformes, descontínuos, e não mantém os mesmos valores em toda a espessura dos diversos estratos litológicos atravessados. Na locação AL-05-PA, apenas chumbo (S) e zinco mostram halos de valores relativamente altos (da mesma forma que o halo multiplicativo) próximo da superfície, enquanto que para bário registram-se apenas valores baixos.

c - o corpo básico intrusivo não teve influência química detectável nos perfis efetuados, cedendo ou captando elementos ou compostos (os valores médios para rochas básicas são de 8 ppm e 300 ppm Ba - amostras do diabásio contém 7 a 10ppm Pb (S) e 300 a 500 ppm Ba); no contato com as encaixantes, entretanto, é provável que fenômenos desta natureza tenham ocorrido, em pequena escala e sem relação com a mineralização principal.

d - entre os elementos calcófilos boa correlação é observada entre o chumbo e o zinco, enquanto que cobre dissocia-se de ambos. Os dois primeiros concentram-se preferencialmente nos arenitos e calcários, tendo o cobre maior afinidade com zonas de folhelhos e arenitos. Alguns halos traçados não concordam com a estratificação proposta, embora possam ser considerados dentro do limite conceitual de estratiformes (pequenas variações faciológicas, sem dúvida, ocorrem entre os perfis estudados).

e - há duas maneiras distintas de ocorrência mineral no local pesquisado, correspondendo a um bolsão ou corpo de barita/galena, aparentemente irregular ("amas"), e níveis estratiformes enriquecidos, de galena e blenda, em profundidade.

É provável um relacionamento genético entre as duas formas de mineralização.

11.3 - Avaliação dos indícicos

11.3.1 - Sulfetos de Cu e Zn em Concreções Carbonáticas

11.3.1.1 - Aspectos Genéticos

Com relação à gênese dessas mineralizações associadas a concreções carbonáticas (sideríticas ou calcárias), admite-se que não estejam relacionadas à atividades magmáticas, uma vez que esses eventos estão representados, na área do Projeto, exclusivamente por diabásio toleíticos não mineralizados.

Exclui-se também a possibilidade de fenômenos metamórficos terem atuado como agente mineralizante, pela total falta de evidência de metamorfismo, na região. Assim, resta a hipótese de uma origem puramente sedimentar para esse tipo de mineralização.

De uma maneira geral, acredita-se que as concreções tenham sido formadas no próprio ambiente de sedimentação, uma vez que nos diversos locais das ocorrências não são observadas quaisquer evidências de transporte, para essas concreções. Por outro lado, as análises químicas efetuadas em amostras dos folhelhos encaixantes não revelaram teores elevados em elementos como Cu e Zn, ao contrário do

que ocorre nas concreções, parecendo que estas sofreram um enriquecimento a partir da mobilização de metais anteriormente disseminados nos folhelhos.

Tais evidências são indicativas de processos singenéticos ou mais especificamente diagenéticos, conduzindo à formação dessas concreções, com o consequente enriquecimento em metálicos.

A presença de abundante material fossilífero, em parte substituido pelos sulfetos, evidencia a participação da matéria orgânica na formação desses corpos concrecionários.

As características dos folhelhos encaixantes indicam uma sedimentação em ambiente pouco profundo e calmo, predominantemente redutor, com grande atividade biológica. Os fatores ambientais que regulam a formação desses folhelhos negros resultam da combinação de determinadas condições de deposição, tais como a lenta acumulação de materiais sedimentares finamente granulados, principalmente partículas coloidais de argila, além de matéria carbonosa muito fina. A esses fatores aliam-se outros, tais como a ausência de oxigênio (ambientes redutores), as condições tóxicas reinante e a lenta circulação de água. De acordo com SEGUIO (1973), tais condições permitem a formação de micro-ambientes em redor dos núcleos orgânicos, onde o pouco oxigênio existente seria rapidamente consumido na oxidação da matéria orgânica, resultando num enriquecimento maior em CO_2. Com isso, os carbonatos não precipitam, permanecendo em solução, como bicarbonatos.

A decomposição anaeróbia da matéria orgânica possibilita uma concentração de NH_4OH em redor dos núcleos orgânicos, o que permite um aumento de pH da água e a consequente precipitação da $CaCO_3$. Este, concentrando-se ao redor dos núcleos orgânicos, serviria de germe para a precipitação de mais carbonatos(SUGUIO, op. cit.).

Durante a sedimentação das lamas carbonosas no fundo dos mares, estas absorvem seletivamente ions metálicos da água do mar, enriquecendo-se em elementos-traço . A formação dos micro-ambiente geoquímicos carbonáticos propriciaria uma mudança ambiental, resultando na concentração e precipitação de cátions metálicos. Com a continuação do processo, as concreções tornar-se-iam mais desenvolvidas , enquanto a lenta e contínua migração de sulfetos para o interior das mesmas, as enriqueceria em sulfetos metálicos (MACAMBIRA et alii, 1977).

A pirita caracteriza esses sulfetos como produto primário de precipitação, geralmente seguida pelos sulfetos de Cu e Zn (WEDWPHOL, 1971).

11.3.1.2 - Possibilidades Econômicas

Na região pesquisada, as concreções sideríticas mineralizadas à esfalerita (predominante) e calcopirita distribuem-se numa extensão de aproximadamente 35km, no intervalo Curuá/Maecuru, dentro dos domínios dos folhelhos Curiri: todavia, em todas as ocorrências estudadas, constatou-se que essas formas concrecionárias acham-se dispostas aleatoriamente nos folhelhos encaixantes, sem chegarem a formar níveis contínuos, com grandes concentrações. Assim,

muito embora ocorra, às vezes, intensa mineralização nesses corpos, a quantidade de concreções por m^3 de rocha é extremamente baixa, resultando num volume de estéril muito grande, o que torna difícil uma perspectiva econômica favorável para esse tipo de mineralização.

Entretanto, essas considerações são restritas às mineralizações que ocorrem em superfície, uma vez que somente trabalhos de detalhe (poços, cachimbos, trincheiras etc) poderiam fornecer maiores dados sobre a existência de níveis mineralizados, em profundidade.

11.3.2 - Sulfeto de Chumbo Associado à Barita

11.3.2.1 - Aspectos Genéticos

Jazimentos estratiformes de chumbo e zinco em sequências carbonáticas são conhecidos em várias partes do mundo, sendo genericamente denominados de "tipo Mississippi Valley". A gênese desses depósitos, no entanto, é ainda objeto de controvérsia entre os que advogam serem singenéticos, isto é, formados ao mesmo tempo que a rocha hospedeira, e os partidários da origem epigenética, ou seja, mineralização introduzida por fenômenos hidrotermais, relacionados à distantes câmaras megmáticas. Fatos há que corroboram as duas hipóteses, havendo tendencia para se considerar tais processos como associados (GORZHEVSKIY & KOZERENKO, 1971), ampliando o conceito de emanações hidrotermais para englobar soluções aquosas quentes, circulantes em profundidade ("brines"), do tipo "Salton Sea", perdendo assim o elo com as sempre indefinidas câmaras magmáticas.

Segundo ROEDER (1966), a temperatura, densidade, razão de movimentação, composição química e salinidade de inclusões fluídas nos minerais de minério e na ganga de depósitos estratiformes do tipo "Mississippi Valley", suportam a hipótese desses jazimentos serem formados pela circulação de águas conatas aquecidas em profundidade, as quais, contendo cloro, constituem poderosos solventes para metais pesados, mesmo em presença de sulfetos (WHITE 1966). Ao ascender e migrar ao longo de estruturas ou camadas permeáveis (às vezes causando dolomitização, segundo HEYL, 1966), podem propiciar a degradação termal do enxôfre de compostos orgânicos, liberando-o, provavelmente sob a forma de H_2S (que também é liberado pela atividade bacteriana), causando a precipitação dos metais pesados, antes sob a forma de complexos com o cloro (SKINNER, 1966), sempre ao longo dos estratos e interseções de estruturas geológicas:

Um tal processo envolveria uma fonte para os metais, provavelmente sedimentar (singenética), submetida à diagenese com posterior reorganização dos minerais de minério por estas soluções e seu transporte até haver condições de deposição (epirogenético). Dependendo da intensidade destes fenômenos, segundo SMIRNOV (in GORZHEVSKIY & KOZERENKO, op. cit.), poder-se-iam observar todas as transições, desde corpos mineralizados fracamente alterados, mostrando todas as características de gênese sedimentar, até aqueles que perderam todos os traços da origem inicial e evidenciam somente influências de atividade hidrotermal. Uma variante desta hipótese é a de OHLEE (1966), que pressupõe como origem a regeneração de minerais de minério a partir de antigos sítios de deposição.

Para muitos autores, as estruturas pós- depósicionais e pós-litificação são as mais importantes para o "emplacement" da mineralização (SNYDER, 1966), especialmente falhamentos e fraturamentos (CAMPBELL 1966 -ZUFARDI 1966 -MAGNEE, 1966), embora também ocorram em flancos de estruturas como domos e anticlinais (HEYL, op. cit. -DUHOVNIK , 1966).

Depósitos intrinsecamente associados à zonas de tectônica rígida são conhecidos na Bulgária, Silésia Cracóvia, Marrocos, Escandinávia, França, URSS e USA. Dolomitos são as encaixantes principais, embora calcários e, em menor escala, arenitos, possam também conter a mineralização. ROUTHIER (1963) assinala a presença, em dolomitos do Triássico-Jurássico do Maciço Francês, de "amas" centimétricas de barita e galena, alinhadas segundo a estratificação e, por vezes, insinuando-se em diaclasses; na Escandinávia ocorre em arenitos, e, na Sardínia, no Distrito de Monte Tamara, além de ocorrer em calcários/dolomitos, a mineralização de bário-chumbo é encontrada em ardósias ("slates") cambrianas. A temperatura de redeposição é baixa, entre 50°C e 150°C, facilmente atingível pelo gradiente geotermal à profundidades medianas.

Com visto acima, a origem e formação de depósitos minerais deste tipo envolve uma série de processos complexos, agindo durante um largo espaço de tempo geológico.

Os dados geoquímicos disponíveis sobre a ocorrência de Alenquer permitem que seja aventada uma hipótese de deformação que a caracteriza como epigenética, assim como, participantes do mesmo evento, às mineralizações estratiformes detectadas nos testemunhos de sondagem.

O controle tectônico do corpo de barita e galena é por demais evidente, ao se situar em contato íntimo e restrito com a intrusão básica, numa zona de falha/fratura; a epigênese é desta forma caracterizada. Em profundidade, a variação na espessura, continuidade e teor dos halos detectados, sem mostrar rígidos controles estratigráficos, são sintomas também de uma formação posterior ou epigenética, segundo SNYDER (1966).

O mecanismo proposto é o de circulação ascendente de águas conatas e/ou meteóricas, aquecidas e carreando metais extraídos de camadas situadas em profundidade (possivelmente dolomitos), onde a deposição foi singenética, com possível reagrupamento diagenético.

A mineralização epigenética é contemporânea à intrusão, tendo esta fornecido o calor e, de certa forma, limitado o conduto de migração das soluções. SMIRNOV(1976), atesta que somente após cerca de 10.000 anos a temperatura da encaixante de uma intrusão com 600°C, a 1.000m de profundidade, se reduz a menos de 100°C. As soluções quentes enriquecidas em metais pesados (em menor escala talvez o cobre, cuja maior parcela podia ser preexistente nos sedimentos pelíticos) circularam pela zona de ruptura, até o ponto onde as condições de alívio físico-químicas propiciaram a deposição dos metais.

O processo lento e limitado, restringiu ou selecionou a assembléia mineral, sendo governado também por condições físicas de permeabilidade e porosidade, além do grau de reatividade com as encaixantes, já em muito limitadas pelo metamorfismo de contato nas paredes do conduto. A infiltração do fluído portador, em vários níveis do pacote

sedimentar, forneceu o padrão estratiforme que ocorre em sub-superfície; não ocorreu fluxo inverso, da encaixante para a intrusão, pois os halos não tem controle litológico. De MAGNEE (1966) cita os depósitos de Pb-Zn-Ba da Bélgica, limitados à intersecção de falhas em calcários e dolomitos do Carbonífero e Devoniano, tendo manifestações estratiformes quando a mineralização preenche os poros de camadas mais permeáveis; tal tipologia é teletermal, segundo o autor citado.

O jazimento de Alenquer difere do acima exemplificado pela presença de diabásio, que é admitido como sendo a mais apreciável fonte de calor para o processo.

11.3.2.2 - Possibilidades Econômicas

Muito embora as sondagens efetuadas na região de Alenquer não tenham revelado nenhuma outra mineralização semelhante àquela já conhecida, os subsídios fornecidos pelos estudos litogeoquímicos permitiram estabelecer uma caracterização genética, através da qual pode-se aventar a hipótese da existência de mineralização poligenéticas, dentro do complexo clástico-carbonático da sequência Itaituba-Nova Olinda.

Inicialmente, considera-se a possibilidade da existência de mineralização diagenética em camadas calcárias, possivelmente dolomíticas, situadas em profundidades superiores àquelas atingidas pelos furos de sonda. Essas camadas poderiam ser localizadas na porção mediana da sequência Itaituba-Nova Olinda, que representa uma típica plataforma carbonática, com níveis dolomíticos, constituindo-se na tipologia mais favorável para mineralizações de Pb e Zn (tipo Mississippi Valley).

Em segundo lugar, tem-se a considerar a possibilidade de mineralização epigenética, hidrotermal(sensu latu), a partir da remobilização de disseminações diagenéticas preexistentes, por meio de soluções quentes, circulando na zona de contato dos corpos básicos (metalotectos) com as rochas da sequência Itaituba-Nova Olinda. É nesse tipo de mineralização, caracterizado por apresentar controle tectônico bem definido (zona de fratura e/ou falha preenchida por diabásio),que está enquadrada a conhecida ocorrência de galena, da região de Alenquer. A grande faixa de ocorrência da sequência permo carbonífera (Pc/no-i), assim como a extensão dos corpos básicos, (até 10,5 km de comprimento), torna muito provável a existência de outros corpos mineralizados, tipo bolsão ("amas"), por toda a região onde desenvolveram-se esses condicionamentos estratigráfico- estruturais (Fig.70).