

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

PROJETO TRÊS MARIAS
RELATÓRIO FINAL
TEXTO
VOLUME I

Nelson Ramos de Menezes Filho
Gerson Manoel Muniz de Mattos
Pedro Gervásio Ferrari

PHL 13713

| | |
|-----------------|-----------|
| CPRM — SEDOTE | |
| ARQUIVO TÉCNICO | |
| Relatório n.º | 675 I. 96 |
| N.º de Volumes: | 6 v: 1 |



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

1977

~~DFEO~~

DECEO

PROJETO TRÊS MARIAS

Chefe do Projeto : Nelson Ramos de Menezes Filho

Equipe Executora : Adinamar Siqueira Moreira
Fábio Damasceno Bicalho
Gerson Manoel Muniz de Mattos
Ivo Hermes Batista
Roberto Felício Malouff
Sérgio Reali Leites
Valter Salino Vieira

Supervisor : Pedro Gervásio Ferrari

Colaboração Especial : Milton Brand Baptista
Oscar Paulo Gross Braun
Ronaldo Ramalho

PROJETO TRÊS MARIAS

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

- Vol. I - TEXTO - PARTE I
Introdução
Clima, Vegetação e Hidrografia
Geomorfologia
Estratigrafia
Geologia Estrutural
Geologia Econômica
Recomendações
Bibliografia
- Vol. II - ANEXOS - PARTE I
Mapas Geológicos
Mapa Índice das Ocorrências Minerais
Mapas de Caminhamento
- Vol. III - ANEXOS - PARTE I
Fichas Petrográficas
- Vol. IV - ANEXOS - PARTE I
Fichas de Descrição de Afloramentos
- Vol. V - ANEXOS - PARTE II
Fichas de Descrição de Afloramentos
- Vol. VI - ANEXOS - PARTE III
Fichas de Descrição de Afloramentos

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | RESUMO..... | 01 |
| 2. | ABSTRACT..... | 03 |
| 3. | INTRODUÇÃO | 05 |
| 3.1 | Histórico..... | 05 |
| 3.2 | Objetivos..... | 08 |
| 3.3 | Localização e Acesso | 09 |
| 3.3.1 | Localização..... | 09 |
| 3.3.2 | Acesso..... | 10 |
| 3.4 | Aspectos Sócio-Econômicos..... | 14 |
| 3.5 | Metodologia de Trabalho..... | 18 |
| 3.6 | Dados Físicos de Produção..... | 24 |
| 3.7 | Trabalhos Anteriores..... | 24 |
| 3.8 | Agradecimentos..... | 27 |
| 4. | CLIMA, VEGETAÇÃO, HIDROGRAFIA E SOLOS..... | 29 |
| 4.1 | Clima | 29 |
| 4.2 | Vegetação..... | 31 |
| 4.3 | Hidrografia | 34 |
| 4.4 | Solos | 39 |
| 5. | GEOMORFOLOGIA | 42 |
| 6. | ESTRATIGRAFIA | 53 |
| 6.1 | Comentários Gerais | 53 |
| 6.2 | Associação Gnáissica-Migmatítica | 56 |
| 6.2.1 | Histórico | 56 |
| 6.2.2 | Comentários Gerais | 58 |
| 6.2.3 | Distribuição Geográfica..... | 61 |

| | | |
|---------|---------------------------------------|----|
| 6.2.4 | Expressão Topográfica | 63 |
| 6.2.5 | Litologia | 64 |
| 6.2.6 | Características Estruturais..... | 69 |
| 6.2.7 | Idade | 70 |
| 6.3 | Pré-Cambriano - Associação Araxá..... | 71 |
| 6.3.1 | Comentários Gerais..... | 71 |
| 6.3.2 | Unidade Canastra..... | 72 |
| 6.3.2.1 | Histórico..... | 72 |
| 6.3.2.2 | Distribuição Geográfica..... | 73 |
| 6.3.2.3 | Expressão Topográfica..... | 73 |
| 6.3.2.4 | Relações de Contato..... | 75 |
| 6.3.2.5 | Litologia e Metamorfismo..... | 75 |
| 6.3.3 | Unidade Ibiá | 80 |
| | <i>Relações de contato?</i> | |
| 6.3.3.1 | Histórico..... | 80 |
| 6.3.3.2 | Distribuição Geográfica..... | 80 |
| 6.3.3.3 | Expressão Topográfica..... | 81 |
| 6.3.3.4 | Litologia e Metamorfismo..... | 81 |
| 6.4 | "Super Grupo" Rio das Velhas..... | 86 |
| 6.4.1 | Comentários Gerais..... | 86 |
| 6.4.2 | Histórico..... | 86 |
| 6.4.3 | Distribuição Geográfica..... | 88 |
| 6.4.4 | Expressão Topográfica..... | 88 |
| 6.4.5 | Relações de Contato..... | 90 |
| 6.4.6 | Litologia..... | 90 |
| 6.4.6.1 | "Grupo" Nova Lima..... | 90 |
| 6.4.6.2 | "Grupo" Maquiné..... | 91 |
| 6.4.7 | Características Estruturais..... | 91 |
| 6.4.8 | Idade..... | 92 |

6.5. Pré-Cambriano - "Super Grupo" Minas 93
Histórico ???

6.5.1 Distribuição Geográfica 93

6.5.2 Expressão Topográfica 93

6.5.3 Relações de Contato 94

6.5.4 Litologia 95

6.5.4.1 Grupo Caraça 95

6.5.4.2 Grupo Itabira 95

6.5.4.3 Grupo Piracicaba 95

6.5.5 Aspectos Estruturais 96

6.5.6 Origem e Ambiente de Sedimentação 96

→ 6.6 Pré-Cambriano - "Super Grupo" Espinhaço 98

6.6.1 Histórico 98

6.6.2 Distribuição Geográfica 99

6.6.3 Expressão Topográfica 102

6.6.4 Relações de Contato 102

6.6.5 Litologia 103

6.6.6 Origem e Ambiente de Sedimentação 105

6.6.7 Aspectos Estruturais 108

6.6.8 Idade e Correlações 117

→ 6.7 Rochas Intrusivas Básicas e Ultrabásicas 126

→ 6.8 Pré-Cambriano/Cambriano - Grupo Bambuí 130

6.8.1 Histórico 130

6.8.2 Formação Macaúbas 135

6.8.2.1 Distribuição Geográfica 135

6.8.2.2 Expressão Topográfica 135

6.8.2.3 Relações de Contato 137

6.8.2.4 Litologia 138

6.8.2.4.1 Rochas Conglomeráticas 139

| | | |
|-------------|--|-----|
| 6.8.2.4.2 | Diamictitos Cataclásticos | 145 |
| 6.8.2.4.3 | Ritmitos | 146 |
| 6.8.2.5 | Características Estruturais | 148 |
| 6.8.2.6 | Origem e Ambiente de Sedimentação | 153 |
| 6.8.3 | Formação Paranoá | 162 |
| 6.8.3.1 | Comentários Gerais | 162 |
| 6.8.3.2 | Distribuição Geográfica | 163 |
| 6.8.3.3 | Expressão Topográfica | 163 |
| 6.8.3.4 | Relações de Contato <i>na base</i> | 165 |
| 6.8.3.5 | Litologia | 165 |
| 6.8.4 | Formação Paraopeba | 168 |
| 6.8.4.1 | Distribuição Geográfica | 168 |
| 6.8.4.2 | Expressão Topográfica | 170 |
| 6.8.4.3 | Relações de Contato | 173 |
| 6.8.4.4 | Litologia | 174 |
| 6.8.5 | Formação Três Marias | 188 |
| 6.8.5.1 | Comentários Gerais | 188 |
| 6.8.5.2 | Distribuição Geográfica | 189 |
| 6.8.5.3 | Expressão Topográfica | 189 |
| 6.8.5.4 | Relações de Contato | 193 |
| 6.8.5.5 | Litologia | 193 |
| 6.8.5.5.1 | Conglomerado Santo Ignácio | 206 |
| 6.8.5.5.1.1 | Histórico | 206 |
| 6.8.5.5.1.2 | Área de Ocorrência | 206 |
| 6.8.5.5.1.3 | Litologia | 207 |
| 6.8.5.5.1.4 | Correlações | 210 |
| 6.8.5.6 | Estruturas Primárias | 213 |
| 6.8.5.7 | Origem e Ambiente de Sedimentação | 216 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 6.8.5.8 | Tectônica | 222 |
| 6.8.5.9 | Idade | 233 |
| 6.9 | Unidades Cretácicas | 234 |
| 6.9.1 | Histórico | 234 |
| 6.9.2 | Comentários Gerais | 239 |
| 6.9.3 | Formação Areado | 242 |
| 6.9.3.1 | Facies Conglomerado Abaeté | 242 |
| 6.9.3.1.1 | Distribuição Geográfica | 242 |
| 6.9.3.1.2 | Expressão Topográfica | 243 |
| 6.9.3.1.3 | Relações de Contato | 243 |
| 6.9.3.1.4 | Litologia | 245 |
| 6.9.3.1.5 | Espessura | 246 |
| 6.9.3.2 | Facies Quiricó | 247 |
| 6.9.3.2.1 | Distribuição Geográfica | 247 |
| 6.9.3.2.2 | Expressão Topográfica | 247 |
| 6.9.3.2.3 | Relações de Contato | 248 |
| 6.9.3.2.4 | Litologia | 248 |
| 6.9.3.2.5 | Espessura | 251 |
| 6.9.3.3 | Facies Três Barras | 252 |
| 6.9.3.3.1 | Distribuição Geográfica | 252 |
| 6.9.3.3.2 | Expressão Topográfica | 252 |
| 6.9.3.3.3 | Relações de Contato | 253 |
| 6.9.3.3.4 | Litologia | 256 |
| 6.9.3.3.5 | Espessura | 262 |
| 6.9.4 | Origem e Ambiente de Sedimentação | 262 |
| 6.9.5 | Aspectos Estruturais | 269 |
| 6.9.6 | Idade e Correlações | 269 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 6.10 | Formação Mata da Corda | 271 |
| 6.10.1 | Distribuição Geográfica | 271 |
| 6.10.2 | Expressão Topográfica | 271 |
| 6.10.3 | Relações de Contato | 273 |
| 6.10.4 | Litologia | 276 |
| 6.10.4.1 | Facies Arenítica | 276 |
| 6.10.4.2 | Facies Patos | 280 |
| 6.10.4.3 | Facies Capacete | 281 |
| 6.10.5 | Espessura | 282 |
| 6.10.6 | Origem e Ambiente de Sedimentação | 283 |
| 6.10.7 | Idade e Correlações | 284 |
| 6.11 | Formação Urucuia | 284 |
| 6.11.1 | Distribuição Geográfica | 284 |
| 6.11.2 | Expressão Topográfica | 285 |
| 6.11.3 | Relações de Contato | 285 |
| 6.11.4 | Litologia | 287 |
| 6.11.5 | Idade e Correlações | 289 |
| 6.11.6 | Origem e Ambiente de Sedimentação | 290 |
| 6.12 | Coberturas Indiferenciadas | 291 |
| 6.12.1 | Terciário Quaternário Indiferenciado (TQi) .. | 291 |
| 6.12.1.1 | Distribuição Geográfica | 291 |
| 6.12.1.2 | Litologia | 292 |
| 6.12.2 | Quaternário Pleistoceno Holoceno (Qphi) | 296 |
| 6.12.2.1 | Distribuição Geográfica | 296 |
| 6.12.2.2 | Litologia | 297 |
| 6.13 | Depósitos Recentes (Qha) | 300 |
| 6.13.1 | Comentários Gerais | 300 |

| | | |
|----------|----------------------------------|-----|
| 6.13.2 | Distribuição Geográfica | 301 |
| 6.13.3 | Expressão Topográfica | 302 |
| 6.13.4 | Litologia | 302 |
| 7. | TECTÔNICA | 305 |
| 8. | GEOLOGIA ECONÔMICA | 311 |
| 8.1 | In Memoriam | 311 |
| 8.2 | Principais Jazidas..... | 312 |
| 8.2.1 | Ferro | 312 |
| 8.2.2 | Calcário | 312 |
| 8.2.3 | Corretivo de Solo | 313 |
| 8.2.4 | Mármore | 314 |
| 8.2.5 | Ouro | 315 |
| 8.2.6 | Manganês | 316 |
| 8.2.7 | Diamante | 316 |
| 8.2.8 | Cristal de Rocha | 317 |
| 8.2.9 | Algamatolito | 318 |
| 8.2.10 | Material de Construção | 318 |
| 8.2.10.1 | Brita, Areia e Cascalho | 318 |
| 8.2.11 | Argila | 319 |
| 8.2.12 | Revestimento | 319 |
| 8.2.13 | Indícios de Mineralizações | 319 |
| 9. | RECOMENDAÇÕES | 322 |
| 10. | BIBLIOGRAFIA | 324 |

1. RESUMO

O presente trabalho representa os resultados do mapeamento básico com vistas ao conhecimento geológico de uma região de aproximadamente 145.000 km², situada na porção central do Estado de Minas Gerais, em atendimento ao Convênio DNPM/CPRM. Morfologicamente, distinguem-se três unidades principais: os chapadões do oeste mineiro, a depressão do rio São Francisco e a zona serrana do Espinhaço. No aspecto geológico, optou-se por uma divisão litoestratigráfica agrupando os tipos litológicos afins. A Associação Gnáissica-Migmatítica é constituída por vários tipos de gnaisses e áreas localmente migmatizadas. No bordo oriental da área do projeto, o Super Grupo Rio das Velhas engloba os Grupos Nova Lima (filitos, xistos metavulcânicas, dolomitos, grauvacas, quartzitos, ultrabásicas e básicas anfibolitizadas) e Maquiné (quartzitos, conglomerados, filitos e micaxistos). Sobreposto está o Super Grupo Minas, que engloba o Grupo Caraça (quartzitos, conglomerados com leitos de filitos e micaxistos associados), Grupo Itabira (itabiritos, itabirito dolomítico, itabirito anfibolítico com lentes associadas de quartzito, filito e dolomito) e Grupo Piracicaba, (quartzitos finos a conglomeráticos, filitos, dolomitos e ortoquartzitos). O Super Grupo Espinhaço é constituído de filitos, quartzitos conglomeráticos, conglomerados associados a rochas metavulcânicas xistificadas. Diques básicos e corpos ultrabásicos são intrusivos nesta unidade. No bordo ocidental, dentro da área do projeto, a Associação (suite) Araxá representa a unidade pré-Cambriana mais antiga, englobando as "unidades" Ibiá e Canastra. A primeira é composta por calcoxistos com intercalações de quartzitos, enquanto a unidade Canastra é formada por filitos, quartzitos, micaxistos e rochas carbonáticas. Capeando essas rochas mais antigas jaz o Grupo Bambuí, sendo-lhe atribuída idade rifeana superior, dividido nas formações: Macaúbas (conglomerados, quartzitos conglomeráticos, quartzitos, diamictitos e ritmitos) ocorrendo no bordo oriental; Paranoá (arenitos e ortoquartzitos) de ocorrência limitada ao bordo ocidental; Paraopeba (siltitos, argilitos, margas, ardósias, calcarenitos e arenitos) e Três Marias (arcósios e siltitos). A Era Mesozóica está representada pelas unidades de idade cretácea composta pelas formações Areado, Mata da Corda e Urucuia. A Formação Areado é constituída pelas facies Conglomerado Abaeté (conglomerados e arenitos líticos), Quiricó (argilitos sílticos, folhelhos e arenitos) e Três Barras (predominantemente a

arenitos). A Formação Mata da Corda é constituída pelas facies Patos (lavas alcalino-ultrabásicas) e facies Capacete (arenitos cineríticos) e uma facies arenítica, que constitui o topo da sequência. A Formação Urucuaia, composta de arenitos ortoquartzíticos, arenitos conglomeráticos e conglomerados. Coberturas Terciárias-Quaternárias lateritizadas (cascalheiras, solo areno-argiloso, calça ferruginosa e concreções limoníticas) e não lateritizadas (depósitos elúvio-coluvionares) desenvolveram-se sobre duas superfícies de erosão. Os depósitos recentes são representados pelas aluviões dos principais rios. A tectônica ruptural e compressiva provocou falhas inversas de âmbito regional. O estilo de dobramento é variável, apresentando-se complexo nos Super Grupos Espinhaço, Minas e Rio das Velhas. Os principais eixos tectônicos obedecem uma direção aproximadamente norte-sul, ou NNE, enquanto outros elementos estruturais podem apresentar variações para NW e NE. A exceção constitui o arcabouço estrutural das rochas do Super Grupo Minas, alinhando-se aproximadamente EW. O potencial econômico fundamenta-se na exploração de calcários e mármore do Grupo Bambuí, da Associação Araxá (Unidade Canastra) e do Super Grupo Minas; diamantes no conglomerado do rio Jequitaiá, na facies Conglomerado Abaeté da Formação Arcade e nos depósitos aluvionares provenientes da desagregação dessas unidades, principalmente no rio Jequitinhonha (Lavrinha); ouro no Super Grupo Rio das Velhas; ferro no Super Grupo Minas; manganês no Super Grupo Espinhaço; quartzo nos veios ácidos que cortam o Super Grupo Espinhaço e Grupo Bambuí (formações Macaúbas e Paraopeba) e material de construção proveniente dos arcósiolos, quartzitos, gnaisses, "ardósias" e areia.

2. ABSTRACT

The present work is a report on basic mapping activities carried out by C.P.R.M. in central Minas Gerais State, a region covering about 145.000 km², to fulfill a DNPM/CPRM cooperative program. Morphologically, the area may be divided into three major units: the Chapadões, or Tablelands of Western Minas Gerais; the São Francisco Depression; and the Highlands of Espinhaço. Geologically, the area has received a merely lithostratigraphic division, grouping outcropping closely interrelated lithologies. A Gneissic-Migmatitic Assemblage is composed of different types of gneisses, mica-schists, and locally migmatized rocks. In the Eastern edge of the mapped area, the "Rio das Velhas" Super Group embodies the Nova Lima Group (phyllites, schists, dolomites, graywackes, quartzites, ultrabasic, and amphibolitized rocks), and "Maquiné" Group (quartzites, conglomerates, phyllites, and mica-schists). Superposed lies the Minas Super Group and the Caraça Group (quartzites and conglomerates with phyllites thin beds and associated mica-schists); the Itabira Group (dolomitic itabirites, amphibolitic-itabirites with associated quartz lenses, phyllites, and dolomites); and the Piracicaba Group (thin to conglomeratic quartzites, phyllites, dolomites, and ortho-quartzites). The Super Group Espinhaço consists of phyllites, conglomeratic quartzites, and conglomerates associated to schistified metavolcanic rocks. Basic dikes and ultrabasic rocks are known to have intruded this unit. In the Western edge of the mapped area, the Araxá Assemblage represents the oldest Pre-Cambrian unit which embodies the Ibia unit (calc-schists with intercalated quartzite beds), and the Canastra unit (phyllites, quartzites, mica-schists, and carbonated rocks). Overlying the oldest rocks lies the Bambuí Group, accepted to be of Riffian Age, and may be divided as follows: a) Macaúbas Formation (conglomerates, conglomeratic quartzites, quartzites, diamictites, and rhytmities; occurring in the Western edge); b) Paranoá Formation (quartzites and ortho-quartzites), the occurrence of which is limited to the Western edge; c) Paraopeba Formation (siltstones, argillites, marls, slates, and sandstones); d) Três Marias Formation (arkoses and siltstones). The Mesozoic Age may be represented by Cretaceous units, formed by the Arcado Formation, consisting of Abaeté Conglomeratic Facies (conglomerate and lithic-sandstones); Quiricó Facies (siltic argillites,

shales, and sandstones), and Três Barras Facies (predominantly sandstones). The Mata da Corda Formation consists of Patos Facies (alkaline ultrabasic lavas), Capacete Facies (kineritic-sandstones), and a sandstones facies which forms the top Series. The Urucua Formation is composed of ortho-quartzitic sandstones, conglomeratic sandstones, and conglomerates. Laterized Tertiary/Quaternary overburdens (clastics, sandy-argillaceous soils, canga, and limonitic concretions), and non-laterized overburdens (cluvial/aluvial deposits) have developed over eroded surfaces. More recent deposits are represented by alluvia left by major rivers cutting the region. Stress and strain tectonics have produced regional thrust faults. Rocks folding patterns are varied and extremely complex in the Espinhaço, Minas, and Rio das Velhas Super Groups. Major tectonic axial trends strike to NS or NNE; excluding the structural rim of Minas Super Group, which lines up approximately to EW. Economic resources comes from exploitation of limestone and marbles of the Bambuí Group, Araxá Assemblage (Canastra unit), and Minas Super Group; of diamonds from Rio Jequitai placers, in the Conglomeratic Abaeté Facies of the Areado Formation, and from alluvial deposits, formed by disaggregation on these units; mainly from those of Rio Jequitinhonha (Lavrinha); of gold from Rio das Velhas Super Group; of iron from Minas Super Group; of quartz from acid veins, cutting the Espinhaço Super Group and Bambuí Group (Macaúbas and Paraopeba Formations); and of material for civil construction, from arkoses, quartzites, gneisses, slates, and sandstones.

3. INTRODUÇÃO

3.1 Histórico

Os anteprojetos Três Marias e Paracatu, iniciados em abril de 1974, foram planejados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral, com sua elaboração e execução a cargo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, através da Superintendência Regional de Belo Horizonte.

A denominação final Três Marias foi dada em agosto de 1974, quando aprovada a fusão dos então já projetos, cuja supervisão e coordenação geral ficaram a cargo do geólogo Pedro Gervásio Ferrari.

O projeto teve início no período de abril a junho de 1974, com a fase de compilação bibliográfica.

A fase de fotointerpretação estendeu-se de julho a dezembro de 1974, sendo em agosto do mesmo ano a chefia assumida pelo geólogo Luiz Carlos de Resende Rabelo.

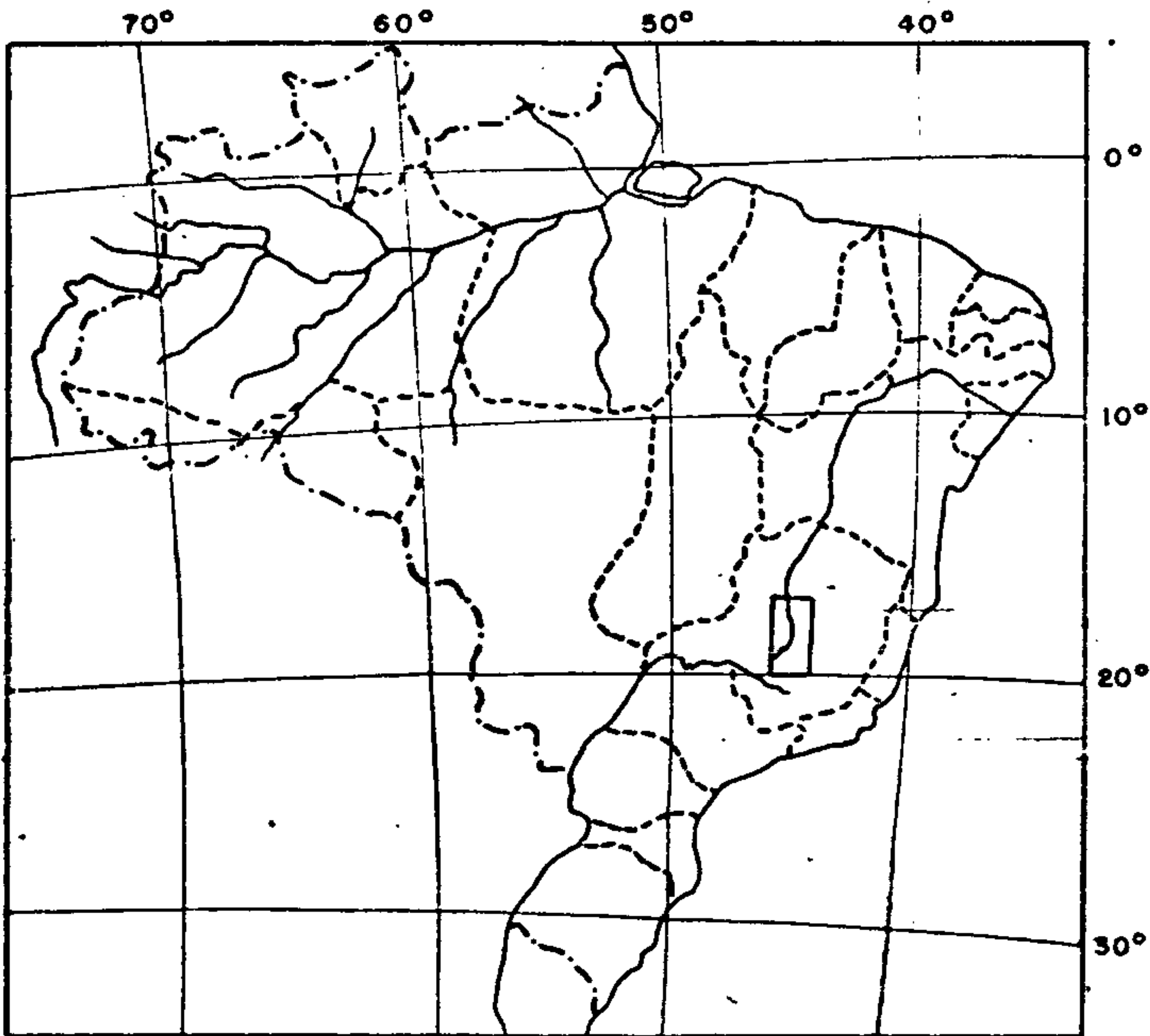
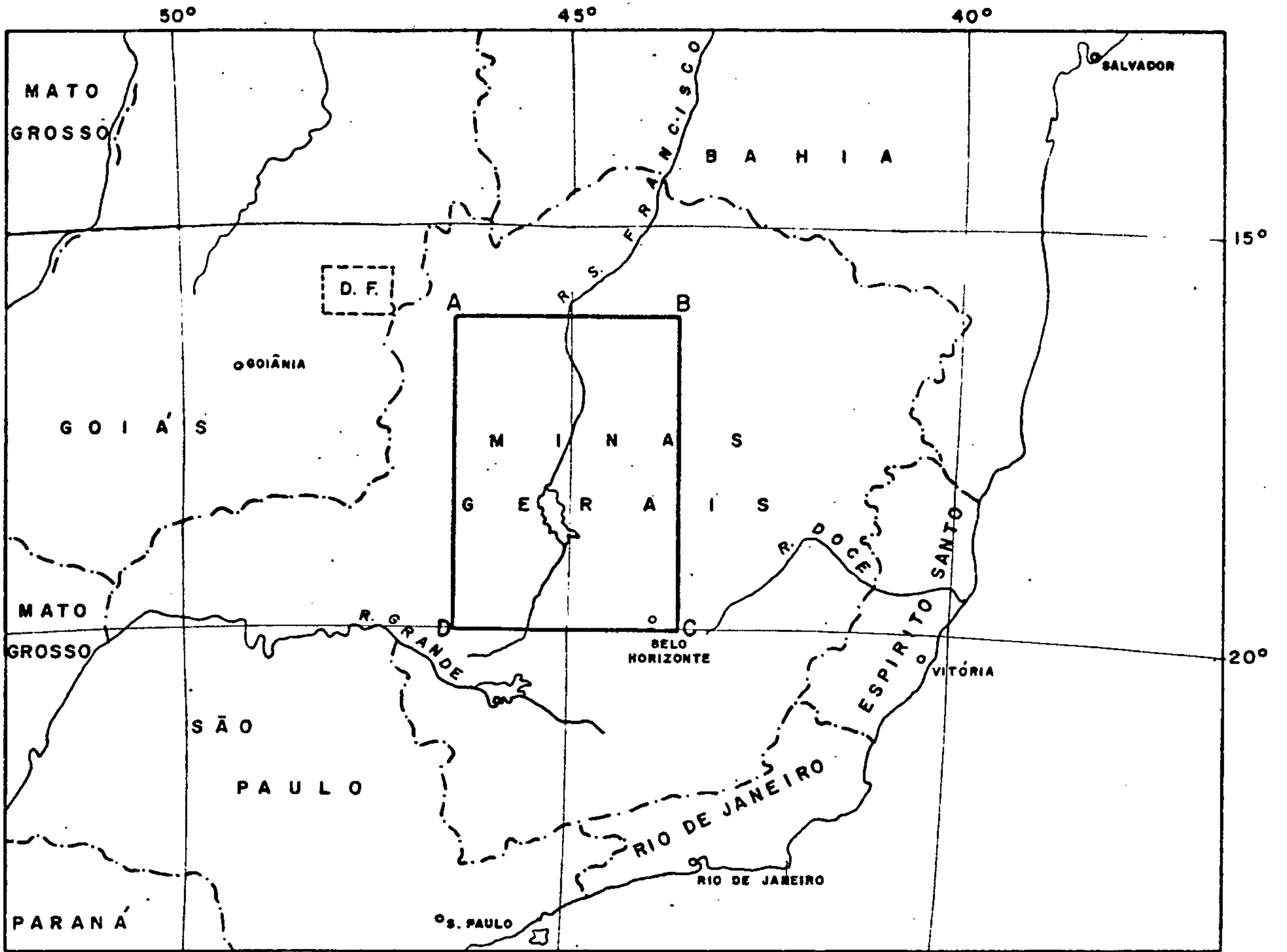
As folhas que compõem o Projeto Três Marias ficaram a cargo dos seguintes geólogos: (Figs. 1 e 2)

SE.23-Z-C - Folha Belo Horizonte
Sérgio Reali Leites

SE.23-Y-D - Folha Serra da Saudade
Fábio Damasceno Bicalho

SE.23-Y-B - Folha Três Marias
Nelson Ramos de Menezes Filho

FIG. 1



A- 46°30'W - 16°00'S

B- 43°30'W - 16°00'S

C- 43°30'W - 20°00'S

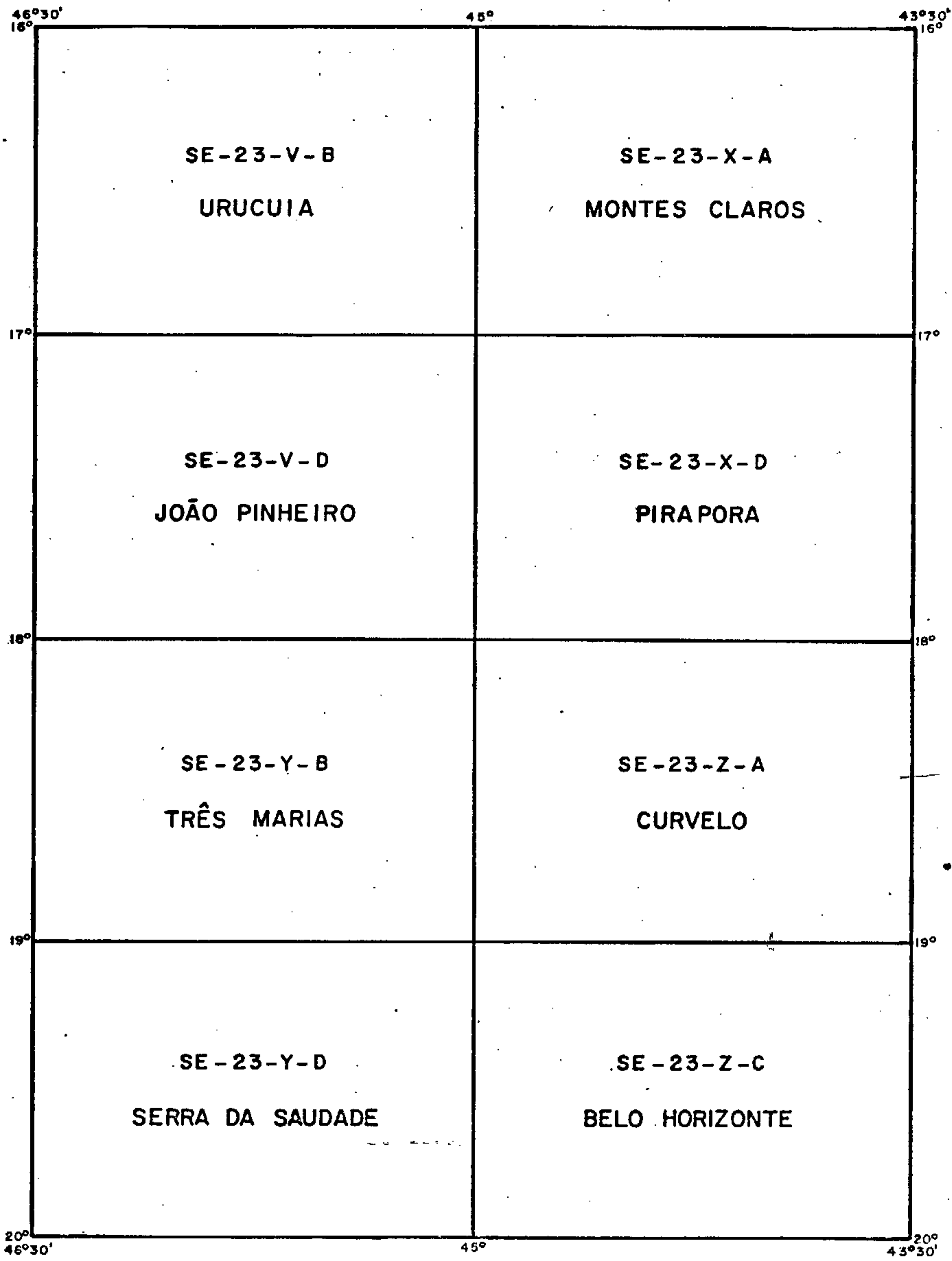
D- 46°30'W - 20°00'S



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
 Superintendência de Recursos Minerais
 Superintendência Regional de Belo Horizonte

PROJETO TRÊS MARIAS

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
 Superintendência de Recursos Minerais
 Superintendência Regional de Belo Horizonte

PROJETO TRÊS MARIAS
 CLASSIFICAÇÃO DAS QUADRÍCULAS

Escala - 1:2 000 000

FIG. 2

- SE.23-X-A - Folha Montes Claros
Ivo Hermes Batista
- SE.23-V-D - Folha João Pinheiro
Valter Salino Vieira
Nelson Ramos de Menezes Filho
- SE.23-X-C - Folha Pirapora
Gerson Manoel Muniz de Matos
- SE.23-V-B - Folha Urucuia
Roberto Felício Malouf
- SE.23-Z-A - Folha Curvelo
Adinamar Siqueira Moreira

Em julho de 1975, o geólogo Nelson Ramos de Menezes Filho assumiu a chefia do projeto, quando foi entregue ao DNPM o Relatório Preliminar correspondente a etapa de compilação bibliográfica e fotointerpretação. Em janeiro deste mesmo ano foi iniciada a fase de Campo I, que se estendeu até dezembro, fornecendo subsídios para elaboração de novos mapas geológicos e um relatório suscinto de Progresso.

No período de janeiro a julho de 1976, desenvolveu-se a Etapa de Campo II, tendo início em agosto deste mesmo ano, a fase de relatório final.

3.2 Objetivos

O acúmulo de dados obtidos contribuirá em muito para avaliação do potencial econômico mineral da região, ajudando na preparação da Carta Geológica ao Milionésimo do Brasil, aumentando os conhecimentos geológicos e

geoeconômicos da região, além de fornecer novos subsídios ao planejamento regional para definição de áreas prioritárias para estudos de detalhes, com vistas a possibilidades econômicas.

Este projeto incluiu levantamento geológico, utilizando mapas na escala 1:100.000, reduzido para a escala 1:250.000, para apresentação da Carta Geológica da área, com a integração dos dados plotados em mapa na escala 1:500.000.

3.3 Localização e Acesso

3.3.1 Localização

A área do projeto ocupa uma superfície aproximada de 145.200 km², correspondente a oito (8) folhas na escala de 1:250.000 (1° x 1°30'), cobrindo quase um quarto do Estado de Minas Gerais.

Está definida pelas coordenadas geográficas:

Meridianos : 43°30' a 46°30' ~~W~~
Paralelos : 16°00' a 20°00' S,

correspondendo às seguintes folhas cartográficas na escala de 1:250.000:

| | | |
|---------------|---|-----------|
| Urucuia | - | SE.23-V-B |
| Montes Claros | - | SE.23-X-A |
| João Pinheiro | - | SE.23-V-D |
| Pirapora | - | SE.23-X-C |
| Três Marias | - | SE.23-Y-B |

| | | |
|------------------|---|-----------|
| Curvelo | - | SE.23-Z-A |
| Serra da Saudade | - | SE.23-Y-D |
| Belo Horizonte | - | SE.23-Z-C |

3.3.2 Acesso

O acesso à área é facilitado por várias estradas asfaltadas que se interligam ao plano viário federal, fazendo conexão aos importantes centros populacionais do país. (Figura 3)

De Goiânia atinge-se ao extremo oeste da área pela BR-153, que ao sul de Itumbiara entronca-se com a BR-365. Esta rodovia passa por Uberlândia, Patrocínio e Patos de Minas, quando então penetra na área do projeto.

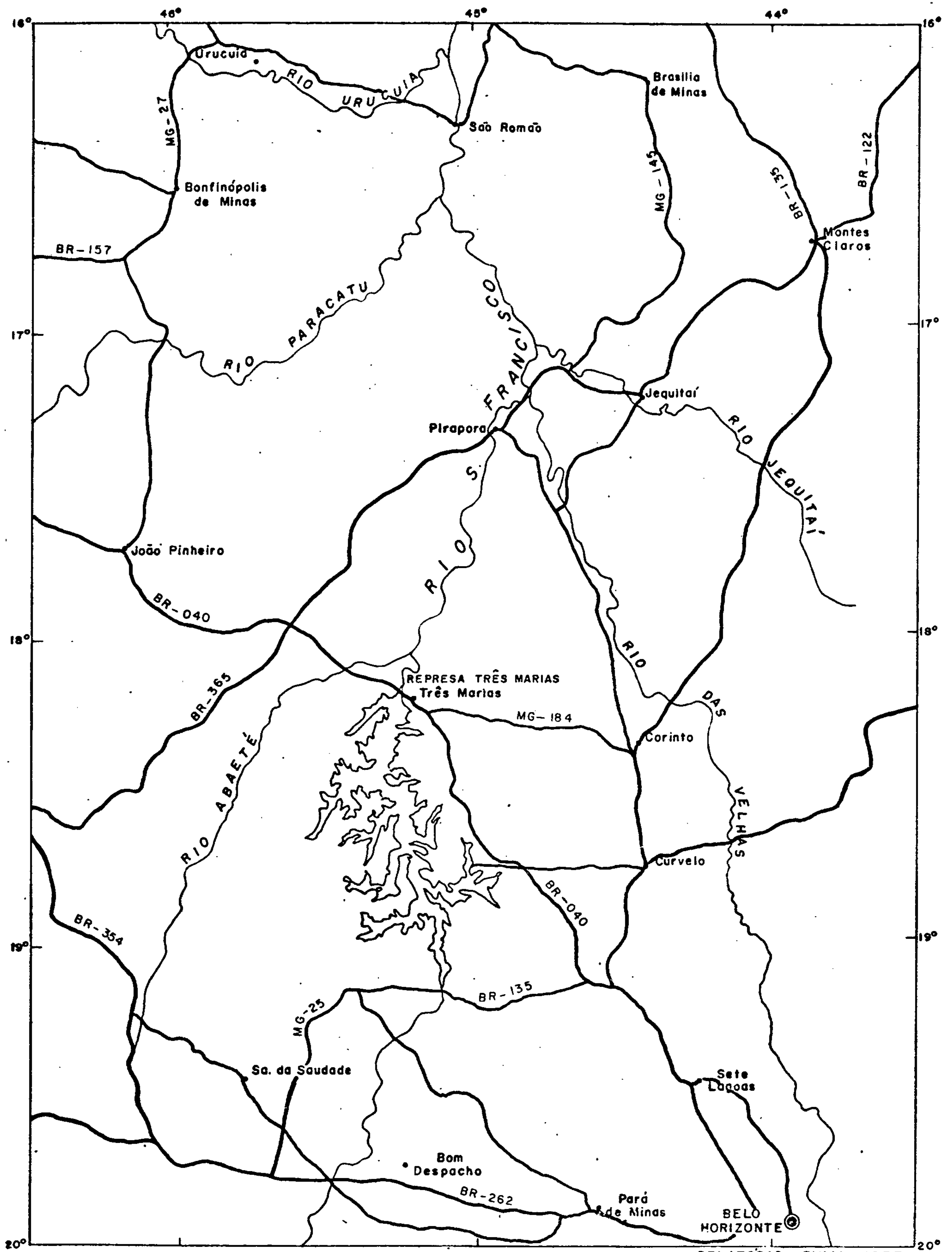
De Cuiabá (MT) o principal acesso é feito pela BR-364 até Itumbiara, onde atinge-se a área do projeto através da BR-153.

Da Capital Federal o acesso é feito pela BR-040, que passa por João Pinheiro e tem conexão para Belo Horizonte.

Do Estado da Bahia o acesso é feito pela BR-122, passando-se por Guanambi, Espinosa, Monte Azul, Porteirinha, Janaúba e Montes Claros; ou pela BR-116, que é conetada à BR-115, atravessando André Fernandes, Salinas, Francisco Sá, tendo como ponto final Montes Claros.

Do Espírito Santo, partindo-se de Vitória, alcança-se a área pela BR-262, com passagem tanto por Ouro Preto como por João Monlevade e, finalmente, Belo Horizonte.

Do Rio de Janeiro pode-se atingir a área pela BR-040, passando pelas cidades de Juiz de Fora,



RELATÓRIO FINAL - 1977



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais — CPRM
 Superintendência de Recursos Minerais
 Superintendência Regional de Belo Horizonte

PROJETO TRÊS MARIAS

PRINCIPAIS VIAS DE ACESSO

FIG. 3

Carandáí, Conselheiro Lafaiete e daí a capital mineira. Também se alcança a área pela BR-116, que passa por Leopoldina, Muriaé, Caratinga, Inhapim, Governador Valadares. Desta última cidade segue-se para o oeste pela BR-259, atravessando-se Virgíópolis, Guanhães e Serro, atingindo-se o leste da área em Datas.

O Estado de São Paulo é ligado a área do Projeto Três Marias pela BR-381, que serve aos municípios de Cambuí, Itaguara e é conetada a BR-262, em Betim, atingindo-se daí, Belo Horizonte.

Dentro da área diversas rodovias federais interligam seus pontos mais remotos, como a BR-135 que se entronca com a BR-040, próximo a Paraopeba, e segue para o norte interligando as cidades de Curvelo, Corinto e Montes Claros, prosseguindo até Januária, às margens do rio São Francisco.

Em Corinto essa rodovia se bifurca, seguindo uma de suas ramificações, de traçado paralelo ao rio das Velhas, até Pirapora. A BR-365 interliga as regiões SW, Centro Norte e Noroeste, unindo as cidades de Uberlândia a Montes Claros, passando por Patos de Minas, Pirapora e Jequitaiá. Da região centro norte para o sul, a área é, de modo geral, bem servida pelas estradas estaduais que se ligam às rodovias federais. A MG-27 segue de João Pinheiro, às margens da BR-040, em direção norte, passando por Brasilândia, Bonfinópolis de Minas e Arinos. Na altura do vilarejo de Riachinho, ao sul da travessia do rio Urucuia, na direção W-NW, ela se ramifica passando pelas localidades de Sagarana e Uruana até atingir a vila de Guarapava, já fo-

ra da área.

Em Brasilândia' essa rodovia apresenta dois entroncamentos, o primeiro com a MG-190, que segue para leste até Pirapora e o segundo, alguns quilômetros ao norte, liga-se à BR-251 que segue até Unaí.

A parte norte do Projeto Três Marias carece de vias de acesso satisfatórias. As existentes são intransitáveis nas épocas de chuvas. Entre as rodovias que servem a área está a MG-365 entre Jequitai e Pirapora, vai até Brasília de Minas, seguindo daí outras ligações para Januária, Montes Claros, São Romão, Ubaí e São Francisco. De importância vital para toda a região é a estrada que está em fase final de construção e que liga as cidades de São Francisco e Urucuia.

Ferrovias - A principal ferrovia que serve a área pertence à Rede Ferroviária Federal S/A. Passa por Belo Horizonte em direção ao norte, servindo as cidades de Curvelo, Corinto, Lassance, Várzea da Palma, Buenópolis, Bocaiúva, Montes Claros, prosseguindo para o Estado da Bahia. Em todos esses trechos existem ramais secundários.

Via Fluvial - Por via fluvial atinge-se a área por meio das embarcações que navegam o rio São Francisco, entre as cidades de Pirapora e Juazeiro (BA), e Petrolina (PE).

Aerovias - De Belo Horizonte partem linhas aéreas que promovem a conexão dessa cidade com os principais centros do país. As cidades mais importantes da área possuem campo de pouso para aeronaves de pequeno e médio porte.

dio porte.

3.4 Aspectos Sócio-Econômicos

Devido a sua grande extensão a região abrangida pelo Projeto Três Marias comporta quatro áreas bem definidas por suas características sócio-econômicas: núcleo central principal, núcleo secundário e duas zonas periféricas, uma imediata e outra remota.

a) Núcleo Central Principal

É constituído pela área metropolitana da Grande Belo Horizonte, formada pelos municípios de Belo Horizonte, Contagem, Betim, Sabará, Sete Lagoas, Lagoa Santa, Nova Lima, Pedro Leopoldo, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Vespasiano, Santa Luzia, Ibirité e Caeté.

Dentre esses municípios destaca-se Belo Horizonte, que além de ser a capital do Estado de Minas Gerais é uma das cidades com maior índice de crescimento populacional no Brasil, o que obviamente lhe traz muitos problemas de ordem social uma vez que não foi planejada para atingir os atuais índices demográficos.

Juntamente com os municípios de Contagem e Betim, Belo Horizonte vem a formar o maior parque industrial de Minas Gerais, onde são encontradas as mais diversificadas indústrias, desde pequenos componentes eletrônicos até carros pesados para a mineração, passando pelas indústrias de refratários, tecidos, produtos químicos, automóveis, implementos agrícolas, laticínios, produtos siderúrgicos, cimento Portland, etc..

Está no núcleo central a mais intensa atividade mineira do Estado, quiçá do Brasil, com a exploração das jazidas de ferro, ouro, prata e alumínio do Quadrilátero Ferrífero.

É também o maior centro cultural de Minas Gerais, estando nesta região as melhores escolas superiores do Estado, com destaque para as escolas da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, da UCMG - Universidade Católica de Minas Gerais, FUMEC - Fundação Mineira de Educação e Cultura e mais de uma dezena de outras escolas superiores.

b) Núcleo Secundário

Abrange um conjunto de municípios essencialmente agrícolas e comerciais, localizado no Planalto da Mata da Corda, com dependência econômica e administrativa da região metropolitana da Grande Belo Horizonte. Tem como principal município o de Patos de Minas, que vem se destacando por sua intensa atividade agrícola, sendo uma das principais cidades produtora de milho no Brasil.

Atualmente, contando com projetos dos governos Federal e Estadual, Polocentro e Projeto Cerrados, respectivamente, espera-se maior desenvolvimento do setor agrícola com maior diversificação dos produtos e maior produtividade, pois além de contar com solos propícios, contará com a exploração de jazida de fosfato de Patos de Minas, descoberta pela CPRM, que poderá fornecer esse insumo básico a preços mais acessíveis aos agricultores da região.

Tem expressão no desenvolvimento da re-

gião a pecuária leiteira e de corte, abastecendo os principais laticínios e frigoríficos da região metropolitana.

Lamenta-se na região a intensa atividade dos desmatamentos a fim de se obter o carvão vegetal, pois essa atividade vem tendo nefasta influência no equilíbrio ecológico e fatalmente trará conseqüências futuras mais graves à região.

c) Zona Periférica Imediata

Engloba os municípios situados no Planalto da Serra do Espinhaço Meridional, cujo desenvolvimento começou com a atividade dos Bandeirantes, devido à mineração de ouro, diamantes e pedras preciosas. Tem como principal centro econômico-cultural a centenária cidade de Diamantina.

O principal fator de desenvolvimento econômico é a atividade mineira, principalmente a lavra de diamantes. A agricultura e a pecuária são bastante incipientes, restringindo-se apenas a locais cujos solos são provenientes da decomposição de rochas básicas. O município de Gouveia destaca-se por ser o primeiro produtor de alho de Minas Gerais.

É também destaque nessa região, o município de Curvelo que além da pecuária, vem desenvolvendo o plantio de cana-de-açúcar que atenderá à primeira usina da Petrobrás, com o objetivo da produção de álcool anidro a fim de atender às metas do Governo Federal através do PROALCOOL, objetivando a redução no consumo dos derivados do petróleo.

d) Zona Periférica Remota

Abrange a região norte do projeto, tendo como principal município o de Montes Claros, que se acha no 5º lugar em importância econômica e o 1º em crescimento demográfico relativo a Minas Gerais. Além de uma desenvolvida pecuária de corte e leiteira, que apesar da não aplicação de técnicas mais apuradas, é um dos fatores de importância econômica regional. Conta Montes Claros com um Distrito Industrial, onde se destacam as indústrias têxteis, de aparelhos óticos e de cimento; sobressaindo-se também como o principal centro educacional da região, contando com vários cursos superiores.

Além de Montes Claros, alguns outros municípios se destacam principalmente pela suinocultura, como é o caso de São Romão e Brasília de Minas.

Do estudo suscinto de cada uma das áreas sócio-econômicas abrangidas pelo Projeto Três Marias, conclui-se que os municípios situados na região sul do projeto, possuem melhor infra-estrutura sócio-econômica do que os do norte, pois praticamente todos eles contam com energia elétrica abundante, redes hospitalares, de ensino, de bancos e telefônica, além de estarem próximos ao polo industrial, que está na região metropolitana da Grande Belo Horizonte. Isto, objetivamente, leva estes municípios a melhores possibilidades de desenvolvimento que aqueles mais distantes e mais carentes de recursos de infra-estrutura.

3.5 Metodologia de Trabalho

A execução do projeto foi desenvolvida em cinco fases distintas, com a seguinte metodologia:

a) 1ª Fase - Bibliografia

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a fim de serem selecionados os trabalhos referentes à área do projeto e regiões circunvizinhas, obedecendo a uma orientação baseada nas Normas BN-60, BN-66 e BN-88 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o mesmo ocorrendo quanto ao conceito de resumos, numeração e listagem. Foram realizados cento e cinquenta e dois (152) resumos, ordenados segundo uma seqüência cronológica a partir do mais antigo para o mais novo. Nove (9) trabalhos sem data foram lançados no fim da listagem. Esses trabalhos estão condensados no Volume II do Relatório Preliminar.

Durante a etapa de compilação bibliográfica foram consultadas as seguintes fontes:

- Biblioteca da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Superintendência Regional de Belo Horizonte.
- Biblioteca do 3º Distrito do Departamento Nacional da Produção Mineral.
- Biblioteca da Escola de Minas e Metalurgia de Ouro Preto.
- Biblioteca do Instituto de Geociências Aplicadas - Belo Horizonte.
- Biblioteca da Universidade Federal de Minas Gerais.

- Biblioteca da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

- Biblioteca do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística da Escola Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

- Biblioteca da Companhia Agrícola de Minas Gerais.

- Biblioteca da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Escritório Sede - Brasília.

As ocorrências minerais mencionadas na bibliografia foram plotadas em um mapa base na escala 1:1.000.000, elaborado para este fim.

b) 2ª Fase - Fotointerpretação

Inicialmente, constatou-se que toda a área do projeto possuía cobertura aerofotográfica da USAF na escala aproximada de 1:60.000, com fotoíndice na escala 1:180.000 e mosaico na escala 1:100.000.

As folhas Belo Horizonte, Curvelo, Pirapora e Montes Claros possuem cobertura radarmétrica nas escalas 1:100.000 e 1:250.000.

Atualmente, das oito (8) folhas correspondentes ao projeto, apenas Pirapora, Curvelo e Belo Horizonte não têm toda a área coberta por mapas planialtimétricos, restando assim somente 12,5% da área que carecem de melhores bases cartográficas. Entretanto, no início do projeto apenas 60% da área possuía cartas planialtimétricas em escala 1:100.000 (30' x 30'), elaboradas pelo Servi

ço Geográfico do Exército. Dessa forma foi-se obrigado a lançar mão dos mosaicos radarmagnéticos do projeto RADAM para completar a planimetria de toda área.

Foram elaborados oito mapas planimétricos na escala 1:250.000, a partir de mapas na escala 1:100.000, do Serviço Geográfico do Exército, 1:50.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estas bases foram utilizadas para o lançamento dos dados coletados durante o período de fotointerpretação.

Foram catalogadas as faixas de fotografias aéreas com auxílio de fotoíndice, identificando e plotando nas mesmas as cidades, povoados, acidentes topográficos de destaque e rede viária, para esquematização dos trabalhos de campo.

Foi feita a montagem do mosaico para uma apreciação preliminar das variações texturais, lineamentos e para uma rápida interpretação litológica, a partir de dados bibliográficos e conhecimentos pessoais.

Estudou-se detalhadamente cada par fotográfico, sendo utilizados estereoscópios de espelho e bolso, levando-se em consideração os dados geológicos existentes e os obtidos na breve viagem de reconhecimento geológico efetuada pelos técnicos do projeto.

Os trabalhos relativos à fase de fotointerpretação preliminar desenvolveram-se normalmente dentro dos sistemas convencionais. Os padrões texturais, mudanças morfológicas, tipo de drenagem, alinhamentos estruturais, superfície de aplainamento e outros elementos, constituíram fatores importantes para a separação dos tipos litológicos.

Vários dados obtidos foram provenientes dos estudos realizados pelo Convênio Geofísica Brasil/Alemanha, relativos a levantamentos aeromagnetométricos, aeroradiométricos e estudos locais de anomalias.

Duas breves viagens de campo foram realizadas durante o período de fotointerpretação, permitindo a definição mais precisa das unidades e uma ambientação dos técnicos com os aspectos superficiais da litologia e das estruturas.

Esses trabalhos foram condensados no Volume I do Relatório Preliminar, que apresenta textos com explicações técnicas sobre toda a área, a evolução dos conhecimentos geológicos, fichas cadastradas de ocorrências minerais tiradas da bibliografia consultada e, também, dos alvarás de pesquisa e concessão de lavras, obtidos nos arquivos do Departamento Nacional da Produção Mineral. Como anexo constam os mapas geológicos preliminares e a reprodução de fotografias aéreas mostrando feições típicas das unidades.

c) 3ª Fase - Etapa de Campo I

Durante a Fase de Campo I, procurou-se constatar as principais estruturas demarcadas na fase de fotointerpretação preliminar. Procurou-se, também, definir e caracterizar em termos de litologia, estruturas sedimentares, tectônicas e ambientes de sedimentação, as unidades fotointerpretadas, posicionando-as estratigraficamente.

Foram coletadas amostras representativas de todas as unidades litológicas, e de algumas ocorrências minerais cadastradas, para estudos petrográficos e

análise por espectrometria de absorção atômica, visando a determinação dos elementos químicos indicadores de áreas com possibilidade de aproveitamento econômico.

Nos sedimentos cretáceos fez-se amostragem sistemática para posteriores estudos sedimentológicos, estabelecimento de curvas estatísticas, análise de elementos traços, para estudos conclusivos de correlação e ambientes deposicionais.

Na litologia predominante do Grupo Bambuí foram feitas análises por via úmida e dosagem de elementos traços por espectrometria de emissão.

Os trabalhos de escritório constaram de:

- a) Descrição minuciosa e arquivamento das amostras coletadas.
- b) Fotointerpretação complementar com atualização face aos dados obtidos nas etapas de campo.
- c) Preenchimento de fichas de afloramento.
- d) Elaboração dos mapas de caminhamento, com lançamento dos pontos tomados e atualização da rede viária.
- e) Elaboração e relatório final de viagem ao término de cada etapa de campo.
- f) Análise petrográfica microscópica.

Nessa etapa de campo, o meio de transporte comumente utilizado foi o veículo Rural-Ford. Nas áreas de difícil acesso e densidade populacional baixa utilizaram-se animais de carga e, na falta destes, o percurso era feito a pé. Pequenos trechos foram cobertos a barco e

canoa, na porção setentrional da área do projeto, especificamente ao longo do rio Urucuia.

A parte final dessa etapa de campo consistiu de uma revisão geral da fotointerpretação complementar integrada, elaborando-se um novo mapa geológico, com base nas modificações efetuadas. Também, foram localizadas as áreas problemáticas que seriam objeto de estudos de detalhe na fase de Campo II.

d) 4ª Fase - Etapa de Campo II

Esta fase final de mapeamento foi realizada no período de janeiro a meados de julho de 1976.

A Etapa de Campo II foi dirigida fundamentalmente para visitas específicas às regiões selecionadas como "áreas problemáticas" que, devido à complexidade geológica e/ou problemas de acesso, não puderam ser definidas na etapa de campo anterior.

e) 5ª Fase - Relatório Final

Esta fase começou em agosto de 1976, quando foi realizada a fotointerpretação final de toda a área, face às modificações provenientes dos novos conhecimentos e definições adquiridas na Fase de Campo II.

Essa estruturação serviu de base para a elaboração dos mapas geológicos finais, na escala 1:250.000, de cada uma das oito (8) folhas que compõem a área do projeto. Foi também elaborado o mapa integrado na escala 1:500.000.

A elaboração do Relatório Final teve início logo após a preparação dos mapas geológicos, tendo um

desenvolvimento sistemático e progressivo, abrangendo consultas bibliográficas, discussões, críticas, redações preliminares e definitivas.

3.6 Dados Físicos de Produção

No desenvolvimento do Projeto Três Marias foram acumulados os seguintes dados físicos de produção:

- Foram consultados e resumidos cento e sessenta e um (161) trabalhos, sendo os mesmos listados por ordem alfabética de assunto, autores e localidade.

- Foi efetuado o mapeamento geológico em duas etapas de campo, sendo que a etapa de Campo I cobriu quase toda a área do projeto, cerca de 136.720 km², enquanto na fase de Campo II foi coberto o restante, num total de 8.480 km², além de serem estudadas as áreas problemáticas e visitados os pontos específicos.

- Durante a fase de mapeamento sistemático foram descritos 3.670 afloramentos; coletadas e arquivadas 2.203 amostras, das quais 412 foram laminadas para um total de 372 fichas.

- Foram realizadas 25 análises químicas, 29 espectrográficas, 34 espectrométricas e 46 sedimentológicas.

- Durante a execução do projeto foram realizados 37.587,2 km de caminhamento geológico.

3.7 Trabalhos Anteriores

Durante o século XVIII foram os ingleses que mais se destacaram no setor de expedições científicas

cas de cunho geológico no Brasil. James Hutton, um dos pais da geologia moderna, realizou estudos pioneiros no Estado de Minas Gerais, onde tentou explicar a flexibilidade do Itacolomito, quartzito micáceo flexível, denominado na época de "pedra brasileira".

Entre os brasileiros pioneiros da Geologia do Brasil citam-se Martins Francisco de Andrada e José Bonifácio de Andrada e Silva que fizeram estudos geológicos por volta de 1803-1805. José de Sá Bittencourt Câmara descreveu algumas formações em Sabará: "Memória Mineralógica de Terreno Mineiro da Comarca de Sabará". Em 1818 Wilhelm Eschwege publicou "Idéias Gerais sobre a Constituição Geológica do Brasil", em 1822 lançou "Esboço Geognóstico do Brasil" e em 1833 o "Pluto-Brasiliensis".

John Mawe e M. Goodhal fizeram excursão em Minas em 1809, onde estudaram jazidas de topázio, diamante, água-marinha, etc. Discutem a possibilidade de exploração de ferro.

Com a vinda de D. João VI ao Brasil, os ingleses, aliados aos portugueses contra Napoleão, gozaram de amplos direitos no setor de exploração de matérias-primas. Dois anos após a Independência, a constituição de 1824 abriu caminho à mineração com a noção de pesquisa e lavra. Barclay Mountney divulga em 1825 uma coletânea de informações sobre a Capitania das Minas Gerais, sua geologia e suas minas de ouro. Entre as propriedades minerais mais famosas está Gongo Sôco, só suplantada pela Mina do Morro Velho.

O período de 1832 a 1880 foi assinala-

do pelas notáveis investigações paleontológicas de Peter W. Lund.

Em 1840 George Gardner percorre o sul de Goiás, adentrando para Minas. Em suas notas, descreve o roteiro de São Romão, às margens do rio São Francisco, a Montes Claros. Diz que caminhou sobre ardósias macias e calcários escuros e compactos.

Richard F. Burton viajou pelo Brasil e publicou em Londres a obra "Highlands of Brazil" (1869), que contém notas sobre a geologia e jazidas de ouro e diamantes observadas durante seu percurso pelos rios das Velhas e São Francisco.

Em 1879, O. Derby publica sua "Contribuição à Geologia do Vale do Rio São Francisco", mais ou menos na mesma época C. Hartt também publica trabalho sobre a geologia do São Francisco. Sobre a serra do Espinhaço escreveu Derby em 1906.

A chapada da Mata da Corda foi motivo de vários estudos; por parte de Hussak, em 1906, Rimann e D. Guimarães, entre 1917 e 1931, com atenção voltada para a ocorrência dos tufos e rochas alcalinas; além destes, outros estudos de importância regional foram feitos por L. J. Moraes e O. Barbosa.

O Departamento Nacional da Produção Mineral proporcionou o estudo de várias áreas do estado, destacando-se:

- Convênio com "United States Geological Survey" para o mapeamento do Quadrilátero Ferrífero em escala de

1:25.000.

- Levantamento geológico em escala de 1:250.000, na década de 60, efetuado pela PROSPEC S/A., abrangendo duas bacias distintas, a do Paraná na região do Triângulo Mineiro e a do São Francisco, na região do Alto Paranaíba. Este trabalho recebeu o título de "Geologia da Região do Triângulo Mineiro".

- Convênio com a Universidade de Heidelberg da Alemanha, para pesquisas geológicas na serra do Espinhaço. Entre 1968-69, foram realizados os mapeamentos geológicos das folhas de Baldin e Serra do Cipó na escala 1:100.000.

- Convênio Geofísica Brasil--Alemanha que promoveu o levantamento aeromagnetométrico de quase todo o Estado de Minas Gerais.

- Levantamento geológico das folhas de Unai e Pirapora em escala de 1:250.000, e de Diamantina e Costa Sena em escala de 1:100.000, efetuado pela Companhia de Geopexplorações do Rio de Janeiro.

Grande área compreendida entre Montes Claros e Januária foi mapeada pela SUDENE. Anomalias aeromagnéticas locais foram estudadas pelos técnicos do Convênio Geofísica Brasil/Alemanha em várias regiões do projeto, como em Montes Claros, Morada Nova de Minas, Felixlândia e outros.

3.8 Agradecimentos

Para não se cometer qualquer omissão de pessoas ou entidades que colaboraram com a equipe do Proje

to Três Marias, viu-se por bem expressar um agradecimento generalizado a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o bom andamento deste trabalho.

4. CLIMA, VEGETAÇÃO, HIDROGRAFIA E SOLOS

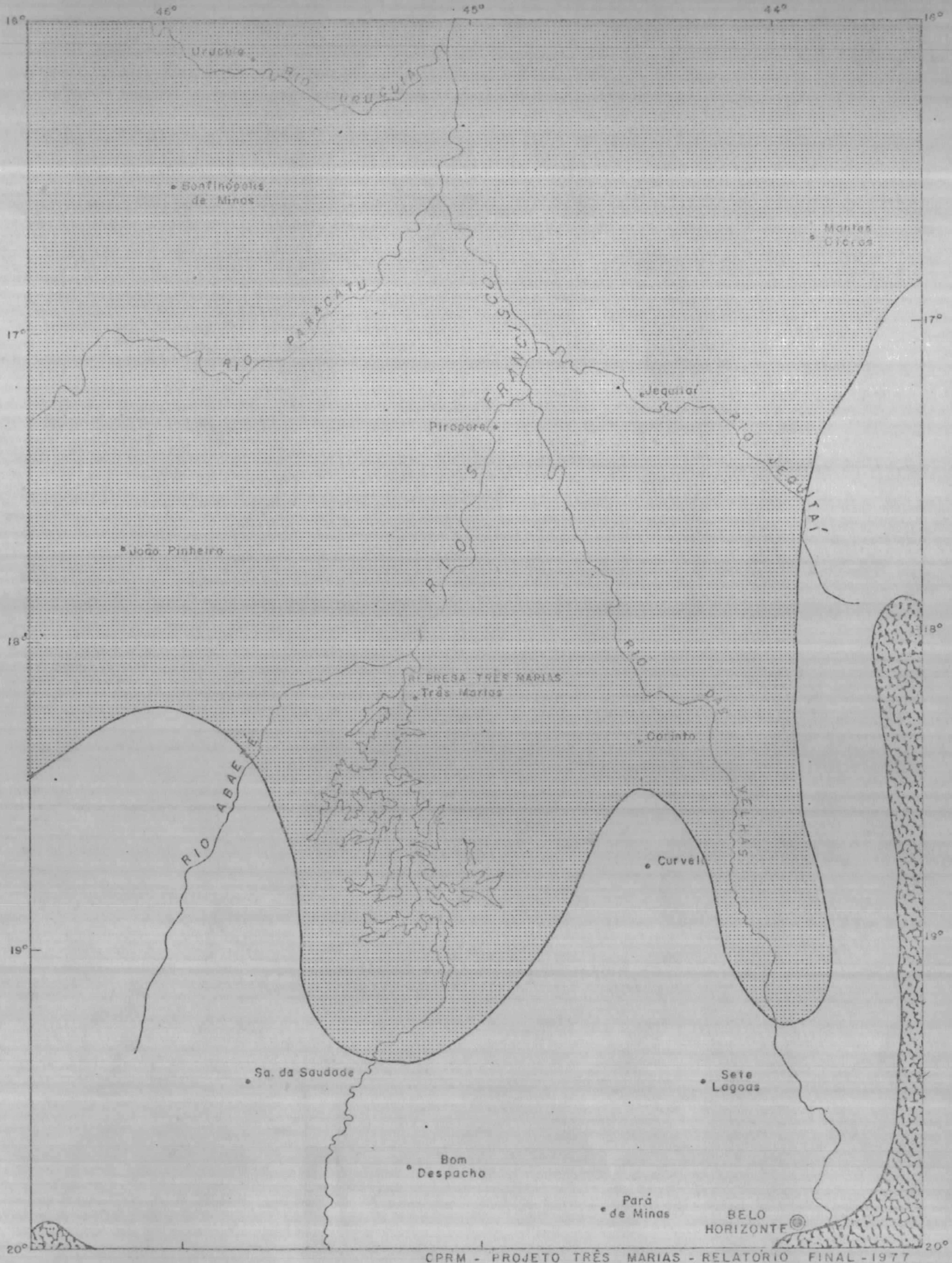
4.1 Clima

A área em estudo é bastante extensa e, devido a baixa densidade populacional, não houve ainda condições de se implantar um serviço de meteorologia regular. Os dados obtidos não retratam a realidade da região, mas sim, dão uma idéia do comportamento climático geral. (Fig.4)


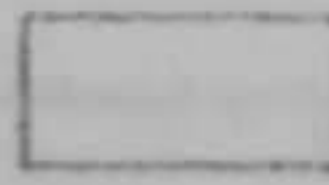
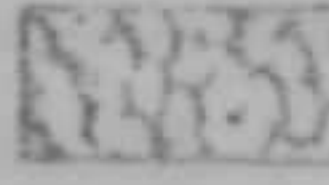
As temperaturas mais elevadas são registradas no vale do São Francisco e as mais baixas ocorrem na região do Espinhaço. As médias anuais conhecidas variam de 20° a 23°C. De maneira geral, diminuem de norte para sul, com o aumento da latitude. As temperaturas mais baixas são registradas nos meses de junho, julho e agosto, correspondentes ao período de inverno. O verão é marcado pelo regime de chuvas torrenciais, sendo os meses restantes geralmente quentes. O intervalo abril-setembro é caracterizado pela estação das secas.

Há uma variação nas precipitações pluviométricas anuais. O índice é inferior a 1.000 mm no norte da área, enquanto no sul situa-se entre 1.200 a 1.400 mm. A umidade relativa do ar é inferior a 65% na porção norte e varia em torno de 75% no sul. Devido ao número precário de estações meteorológicas esses dados são insuficientes para uma interpretação mais segura.

Baseando-se na classificação de Köppen, o clima predominante na área é o AW de Savanas Tropicais, quente e úmido, com estação seca de outono-inverno, sendo que 80 a 90% das chuvas caem de outubro a março. Esse ti-



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

| MAPA DE CLIMA | | |
|---|---|--------|
| LEGENDA | | |
|  | - Aw | |
|  | - Cwa | |
|  | - Cwb | |
| Escola | Fonte | Figura |
| 1 : 2.000.000 | IBGE — Marília Veloso Galvão e Edmond Nimer | 4 |

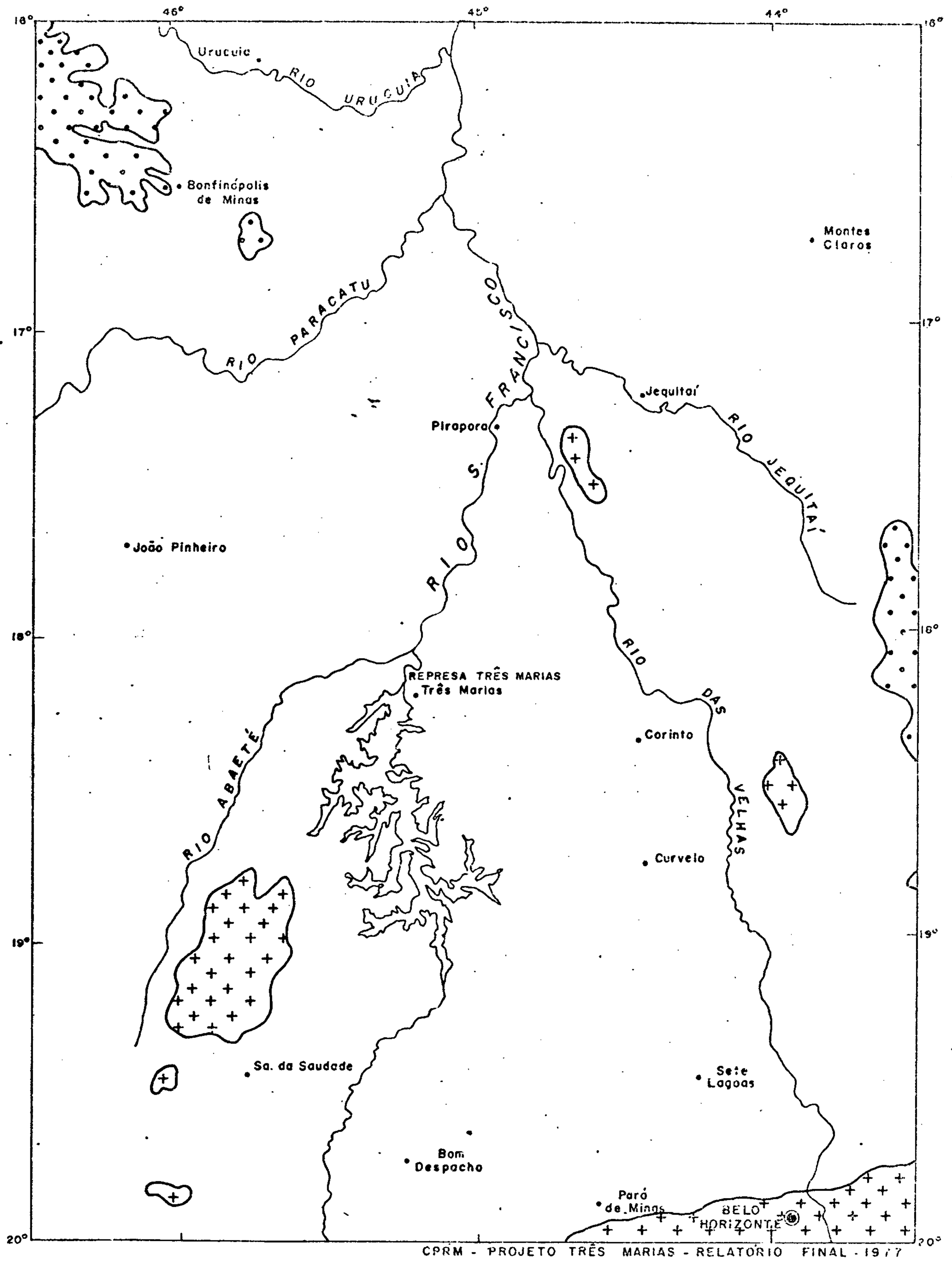
po climático é o dominante no vale do São Francisco, no baixo rio das Velhas, rios Urucuia, Paracatu e extremo nordeste da área.

No canto nordeste, nas cabeceiras meridionais do rio Verde Grande (Montes Claros e arredores) o clima é o mais seco da região, onde costumam ocorrer prolongadas estiagens e a natureza do solo (sobre calcários Bambuí) facilita a formação da drenagem subterrânea, o que agrava a carência hídrica. Por esse motivo é esta região incluída na área da SUDENE.

O clima Cwa, mesotérmico, de verões quentes e inverno seco, abrange uma estreita faixa a leste (serra do Espinhaço) e a porção sul da área que tem a conformação de um polígono, cujos vértices são as cidades de Belo Horizonte, Luz, Tiros e Curvelo. O clima Cwb, mesotérmico, de verões brandos e estação chuvosa no verão é observado nas nascentes dos rios São Francisco e Velhas e nos trechos mais elevados da serra do Espinhaço, abrangendo estreita faixa a leste-sudeste e pequeno trecho no extremo sudoeste.

4.2 Vegetação

Os tipos de vegetação encontrados na área estão diretamente condicionados ao clima reinante, ou seja, às variações de temperatura, de umidade, de chuvas e aos solos existentes. A fitofisionomia da região é expressa, mormente, pelos cerrados, e suas graduações locais para mata seca, cerradão, mata galeria e campo, sendo que o cerrado chega a predominar na região mais seca. (Fig. 5)



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

| MAPA DE VEGETAÇÃO | | |
|---|---|--------|
| LEGENDA | | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">+ + +</div> - Floresta de planalto </div> | | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">• • •</div> - Campo </div> | | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></div> - Cerrado </div> | | |
| Escola | Fonte | Figura |
| 1: 2.000.000 | IBGE - 1965 — Luiz Guimarães de Azevedo | 5 |

A floresta de planalto é condicionada a maior fertilidade dos solos e maior precipitação, tendo-se desenvolvido extremamente na serra da Mata da Corda, serra do Cipó até o morro do Pilar e Conceição do Mato Dentro. Hoje apenas alguns raros capões testemunham a existência dessas pretéritas florestas.

Nos chapadões e várzeas do alto Paranaíba, observa-se o domínio de pequenas capoeiras e bosques secundários. A vegetação transiciona para cerrado ou campo à medida em que o solo se torna mais arenoso.

O cerrado é o tipo de formação arbustiva predominante, cobrindo a maior área do projeto, com exceção das nascentes dos tributários do rio São Francisco, onde existem locais cobertos por matas de planalto. A porção ocidental do projeto é capeada pelo cerrado, representado por árvores de pequeno porte ou arbustos, com altura média de cinco metros e por gramíneas rasteiras, sendo comum a exposição do solo por entre a vegetação. As áreas drenadas pelos formadores dos rios Paraopeba e Velhas são cobertas, também, por esse tipo arbustivo. A fitofisionomia dos cerrados é substituída, gradativamente, pela das caatingas na área ao norte da cidade de São Francisco, fora, portanto, do âmbito do projeto.

A caatinga já desenvolve-se na chapada de Diamantina, estendendo-se até o vale do Jequitinhonha. A vegetação de campo ocupa os níveis mais elevados do relevo, onde ocorre sempre ilhada dentro de cerrados, abrangendo fisionomias diversas, variando desde campo limpo até campo sujo, este entremeado de arbustos e árvores, de difícil penetração. Nos topos das elevações mais altas, cam

pos extensos, semelhantes aos existentes nas serras e planaltos quartzíticos da serra do Espinhaço, ocorrem na área de Diamantina, sendo também observados no chapadão da serra Geral do Rio Preto, a noroeste da área.

Restritas ao longo de determinados rios e córregos, encontram-se as matas ciliares, exuberantes formações arbóreas, caracterizadas por árvores de porte médio, copadas, próximas umas das outras, condicionadas a uma maior umidade e a um solo mais fértil.

4.3 Hidrografia

A área do projeto é drenada por duas grandes bacias hidrográficas, sendo que a do São Francisco é a mais importante e de maior destaque, seguindo-se a do Jequitinhonha, que se estende por um pequeno trecho a E-NE na serra do Espinhaço.

As cabeceiras do rio São Francisco localizam-se na zona montanhosa do Estado de Minas Gerais, mais precisamente na serra da Canastra, dez quilômetros a oeste do município de São Roque de Minas; apresentando altitude aproximada de 1.400 metros. É um dos maiores rios da América do Sul, figurando entre os dezesseis mais extensos do mundo. Nos primeiros 1.920 metros de seu curso, apresenta um desnível de aproximadamente 355 metros e uma descarga aproximada de $0,5 \text{ m}^3/\text{seg}$. Percorre o Estado de Minas Gerais entre as latitudes sul de $20^{\circ}20'$ e $14^{\circ}40'$, sendo que um trecho de aproximadamente trinta quilômetros serve de divisa com o Estado da Bahia. Totaliza um percurso de aproximadamente 2.780 km, com uma bacia hidrográfica de

610.700 km², fazendo assim uma ligação entre o centro-oeste e o nordeste do país. A área do projeto é quase que totalmente drenada por sua bacia.

Os maiores afluentes do São Francisco, com suas respectivas bacias hidrográficas e nascentes, estão assim distribuídos:

Margem direita:

- rio Pará, nascendo próximo a Desterro de Entre Rios;
- rio Paraopeba, nasce próximo a Carandaí;
- rio das Velhas, nasce nas cercanias de Ouro Preto;
- rio Jequitaiá, nasce na serra do Espinhaço;
- rio Jacuí, nasce próximo a Montes Claros.

Margem esquerda:

- rio Indaiá, nasce nas proximidades de Campos Altos;
- rio Abaeté, nasce próximo a São Gotardo;
- rio Paracatu, nasce no chapadão entre Lagmar e Presidente Olegário;
- rio Urucuia, nasce no Estado de Goiás, a noroeste da cidade de Biritis.

O curso do rio São Francisco apresenta uma orientação geral de sul para norte, dividindo-se em superior, médio e inferior. O superior vai desde suas cabeceiras (fora da área do projeto) até a foz do rio das Velhas em Barão de Guaicuí, totalizando um percurso de 690 km e uma bacia hidrográfica de 61.980 km². O curso médio pros

segue para jusante com um trajeto de aproximadamente 140 km, num total de 44.000 km² da bacia hidrográfica, sendo que a grande parte desse curso e o inferior, estão fora da área do projeto.

Os principais municípios banhados por sua bacia são: Luz, Bom Despacho, Dolores do Indaiá, Martinho Campos, Abaeté, Pompéu, Curvelo, Corinto, Tiros, Pirapora, Coração de Jesus, Brasília de Minas e São Romão. Grande parte de seu curso é ou pode ser navegável, assim como muitos de seus principais afluentes.

O rio é fracamente navegável entre Pirapora e Juazeiros numa extensão de 1.304 km. Antigamente, os vapores de tamanho médio faziam baldeação durante a seca na Cachoeira do Sobradinho, e no período de médias águas e das chuvas, os vapores maiores seguiam até Juazeiro, cerca de 45 km a jusante dessa cachoeira. Esse problema foi solucionado com a construção da Barragem de Três Marias. A navegação do São Francisco é dificultada pela erosão das margens, processo que acarreta a formação de bancos de areia, devido a um constante assoreamento. Com isso, vai alargando e perdendo profundidade.

Situando-se como ponto estratégico e de vital importância para Minas Gerais, além de ser a grosso modo, o centro geográfico do projeto, a Barragem de Três Marias foi planejada visando os seguintes fatores inerentes ao rio:

- Era necessária a regularização do regime do rio, com um controle mais estável das enchentes, proporcionando desse modo, uma irrigação mais extensa e progressiva das áreas mais afastadas e reconhecidamente mais secas;

e a produção de energia elétrica para abastecer Minas Gerais e estados vizinhos; possibilidade de um melhor suprimento de água doméstica, e a redução da poluição resultante de um maior desenvolvimento dessa bacia, condições de primordial importância para a economia regional; a água proveniente da Barragem Três Marias acumulada durante a estação seca, aumentou substancialmente o nível para a navegação nos rápidos e baixios.

Foram exaustivas as pesquisas no sentido de se encontrar um local para a implantação de grande barragem, cujo reservatório assegurasse, pelo menos, o armazenamento do volume adicional de água desejado. O local escolhido preliminarmente, foi a cachoeira denominada de Três Marias, situada próximo à foz do rio Indaiá, cerca de 66 km a jusante da barra do Paraopeba. Em outubro de 1952 foi selecionado, por uma firma especializada, um local conveniente à construção da obra, nas proximidades da foz do Borrachudo, 22 km a jusante da cachoeira de Três Marias. Em junho de 1954 concluiu-se o relatório final dos trabalhos, no qual foi prevista a construção de uma barragem de terra, com o comprimento total de 2.700 m. Em vista das condições topográficas e geológicas do local, e levando-se em consideração o volume do reservatório desejado, a barragem foi projetada com uma profundidade máxima de 70 m.

O volume de água armazenado no reservatório de Três Marias é da ordem de 20 bilhões de m^3 , cuja parte utilizável de 16 bilhões de m^3 , proporciona durante todo o ano, condições favoráveis à navegação entre Pirapora e Juazeiro. Esse reservatório, ocupando área três vezes maior do que a baía de Guanabara e com volume sete ve-

zes maior, representa importante efeito moderador sobre as enchentes, reduzindo seus efeitos catastróficos. A área de inundação é de 1.400 km², sendo, que sua maior extensão atinge aproximadamente 140 km.

A energia elétrica gerada por Três Marias é produzida por oito geradores de 65.000 KW cada, acionados por oito turbinas de 90.000 Hp cada, sendo sua voltagem de transmissão da ordem de 275.000 volts. Fornece energia elétrica para os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

A bacia do rio Jequitinhonha abrange restrita área do projeto, banhando determinada faixa a leste na serra do Espinhaço. Nasce na região do Sêrro, fora da área do projeto.

Seus principais afluentes são:

Margem direita:

- ribeirão Caetemirim;
- ribeirão Inhacica Pequeno;
- ribeirão Inhacica;
- ribeirão Duas Barras;
- córrego Rocinha;
- ribeirão da Areia;
- rio Tabatinga;
- córrego da Onça.

Margem esquerda:

- córrego do Leitão e mais alguns tributários de pouca expressão. As águas de sua bacia drenam parte dos municípios de Diamantina e Bocaiúva.

4.4 Solo

O desenvolvimento de vegetação mais densa é favorável nas áreas com predomínio de calcários, ou mesmo naquelas em que se observa um aumento no teor de minerais calcíferos, onde também são encontrados cerrados mais densos.

Na região da Mata da Corda, em área de ocorrência de tufos vulcânicos, os solos são os mais ricos, propiciando um desenvolvimento vegetal bastante pronunciado; por isso são extensivamente utilizados, dando excelentes zonas agrícolas.

Esses solos são mais férteis nas encostas e várzeas, enquanto nas chapadas acham-se enriquecidos em alumina e sílica e empobrecidos em álcalis por efeito de lateritização. Hoje, entretanto, por calagem tornaram-se satisfatoriamente produtivos e a planura dos chapadões facilita a mecanização, o que veio a valorizá-los e serem extensivamente cultivados com soja, feijão e café.

Onde o solo é rico em cálcio, devido a intercalações de calcários e margas em siltitos do Grupo Bambuí, torna-se favorável o aparecimento de vegetação mais pujante. São solos avermelhados, geralmente argilosos, utilizados na cultura de vários cereais, principalmente feijão e milho.

Outro tipo de solo bom para a agricultura é o situado em regiões que apresentam lentes de material fosfático, como o encontrado nas localidades de Cedro do Abaeté, Quartel Geral, Serra da Saudade e outras.

O solo proveniente da alteração de rochas do Super Grupo Minas é, de maneira geral, ferruginoso e arenoso com acidez muito elevada, sendo praticamente inexistente o horizonte A (de material orgânico). Os solos decorrentes da decomposição dos gnaisses do embasamento são avermelhados, argilo-arenosos, observando-se neles um desenvolvimento acentuado dos cerrados. Solo argiloso, pobre, é o produto final da decomposição de "ardósias" do Grupo Bambuí, com vegetação rala, composta geralmente de gramíneas e arbustos esparsos, devido a sua pouca espessura.

Excetuando-se nos locais calcíferos, solos igualmente pobres, avermelhados, argilo-arenosos, são os produzidos pelas rochas das unidades Canastra e Ibiá.

Salvo as zonas onde são portadores de rochas fosfáticas ou calcíferas, os siltitos do Grupo Bambuí produzem solos pobres. Na região de Pirapora, os siltitos arcósiolos e arcósios subhorizontais fornecem ao solo maior abundância de elementos minerais nutrientes em comparação com os não feldspáticos, com bom desenvolvimento dos cerrados.

Na região de Diamantina os solos são extremamente arenosos, ácidos, de coloração clara, com consequente vegetação escassa, à exceção daqueles resultantes da decomposição de rochas intrusivas básicas, que são mais férteis. Fenômeno idêntico ocorre na região da serra do Cabral, onde predominam os quartzitos.

É muito comum, na região norte da área, a presença de solos arenosos residuais, resultantes dos a-

arenitos Urucuaia e Três Mariás, responsáveis pela existência de extensas coberturas e alguns morros testemunhos. Os chapadões derivados da peneplanização desses arenitos possuem capeamentos arenosos consideráveis; devido à presença, em locais determinados, de íons provenientes de feldspatos e/ou material calcífero, os cerrados que cobrem essas superfícies são por eles beneficiados, mostrando-se mais exuberantes.

De uma maneira geral, os solos aproveitáveis da área para agricultura são escassos, porque são carentes de elementos nutritivos.

5. GEOMORFOLOGIA

O Projeto Três Marias abrange a região ocupada pelo alto vale do rio São Francisco, enquadrada pela serra do Espinhaço no bordo oriental e pelos chapadões do oeste mineiro, no lado ocidental.

É uma região quase que inteiramente coberta por vegetação de campos cerrados, na qual predominam os processos morfogenéticos tropicais e mecânicos de ação moderada, característicos das áreas de savanas. Possui morfologia bastante complexa, variando dos importantes espigões rochosos da serra do Espinhaço, às superfícies do topo aplainado dos chapadões do oeste e aos diversos níveis de colinas encontrados na depressão São Franciscana. A área sofreu durante o quaternário intensas variações climáticas, tendo sido, entretanto, os climas secos com chuvas violentas e irregulares uma constante para a área.

Tanto nos quartzitos da serra do Espinhaço como nos arenitos dos chapadões do oeste ou nas ardósias, siltitos, calcários e arenitos do vale do São Francisco, a cobertura vegetal da região não oferece uma proteção eficaz contra a ação erosiva, o que traz como consequência, um intenso escoamento superficial que movimentava o material já fragmentado após o longo período de estação seca.

Nas áreas montanhosas de encostas íngremes o relevo evolui por coluvionamento, no qual predomina a ação mecânica. Já no relevo suave, a infiltração vai favorecer sobretudo a decomposição química. Como consequência, a área tende a desenvolver superfícies aplaina-

das, sendo o processo facilitado pela disposição estrutural tanto no Espinhaço, como na depressão São Francisco. Francis Ruellan (1953), já havia chamado a atenção para esses processos, relacionando-os com a regularidade das superfícies do Campo Cerrado. O escalonamento de várias superfícies de aplainamento, facilmente identificáveis no planalto mineiro, desde cedo chamou atenção dos geomorfólogos para o problema da sucessão dos níveis de erosão, que seriam responsáveis pelas evoluções do relevo do planalto brasileiro. Após as primeiras observações feitas por De Martone (1944), King (1956) resumiu o estudo no seu trabalho sobre a geomorfologia do Brasil Oriental, determinando uma série de superfícies cíclicas, a partir do planalto para o litoral. Vários outros autores retomaram o estudo dessas superfícies e finalmente Braun (1970) fez um resumo e correção desses trabalhos, mostrando que os vestígios dos ciclos anteriores ao Sul-Americano são de expressão muito reduzida e que foi a partir das superfícies deste ciclo que todo o relevo do Brasil foi esculpido. Na serra do Espinhaço os níveis mais vastos identificados, pertencentes ao ciclo Sul-Americano, apresentam vestígios de superfície Pós-Gondwana nos picos mais altos como na serra do Ouro Branco, nas imediações de Ouro Preto. Tanto no Espinhaço, como no planalto sul mineiro, as superfícies Sul-Americanas, apresentam-se em altitudes variadas dependendo das condições litológicas estruturais locais. Encontram-se níveis de 1.300 metros na Chapada da Onça, havendo entre estes, níveis escalonados. No dorso oeste da área do projeto, os chapadões também apresentam a mesma superfície variando dos 1.300 metros em Pratinha para

1.200 em São Gotardo, 800 no Chapadão dos Gerais, 1.060 no planalto de Montes Claros.

O ciclo Velhas, de atuação pleistocênica, foi responsável pelos níveis dentro da depressão do São Francisco, escalonando-a de sul para norte. Tem-se assim, a superfície de Belo Horizonte de 750 - 700 metros, um nível intermediário de 650 - 600 metros e o extenso nível de Pirapora de 450 - 400 metros. O ciclo Velhas rebaixou as rochas Bambuí cortando-as em pedimentos rochosos em direção à calha do São Francisco. Estes pedimentos foram depois recobertos por espessa camada de material detrítico, sobretudo nas baixadas dos rios das Velhas, do São Francisco, do Paracatu e do Urucuia.

Morfologicamente, a região do Projeto Três Marias apresenta três grandes unidades de relevo, que correspondem, grosso modo, às principais unidades estruturais da área:

- Os chapadões do Oeste-Mineiro
- A depressão do rio São Francisco
- A serra do Espinhaço

Dessas regiões a depressão São Franciscana ocupa a maior área e, em consequência da variada litologia que a compõe, possui dentro dela diversificações de relevo que constituem subunidades morfológicas como a superfície cristalina de Belo Horizonte ou os espigões rebaixados que margeiam os chapadões do oeste.

1. Os chapadões do Oeste Mineiro - correspondem ao

divisor de águas entre as bacias do São Francisco e do Paraná (rio Grande e Paranaíba) e representam a continuação topográfica da serra da Canastra. Estão nivelados no topo, por uma superfície de erosão que, cortando rochas eocambrianas e cretáceas, decresce de 1.400 metros (Tapira) no sul para atingir 800 metros no chapadão dos Gerais. As coberturas cretáceas são constituídas por rochas com predominância de arenitos, pertencentes às formações Urucuia, Mata da Corda e Areado. O cretáceo repousa sobre rochas pré-cambrianas do Grupo Canastra ou do Grupo Bambuí e foi depositado sobre uma topografia já bastante desgastada. Ocupa maior expressão espacial na parte sudoeste do projeto (Campos Altos - Tapira - São Gotardo). Após ultrapassar o São Francisco na localidade de Três Marias, desmantela-se para noroeste e nordeste formando platôs residuais na região de Montes Claros e no interflúvio dos rios Paracatu-Urucuia.

As coberturas das chapadas são descontínuas, formando-se tanto no Arenito Urucuia como nas outras formações cretáceas e de maneira geral apresentam-se lateritizadas em superfície. O processo de lateritização é uma constante em todas as altas superfícies da região e atinge não só as formações cretáceas como as pré-cambrianas. Em Pratinha, a superfície de aplainamento corta as rochas do Grupo Canastra e o material lateritizado da superfície é formado nos próprios metamorfitos do Canastra que se desmantelam no horizonte superior em pequenos fragmentos angulosos conhecidos como "gorgulho". O cretáceo quando aflora, nas vertentes e nos vales, possui quase sempre uma morfologia característica para cada formação. A Formação Mata da

Cordeira possui um horizonte lateritizado e forma interflúvios alongados com pouca hierarquização na drenagem. O Arenito Três Barras (Formação Areado) apresenta-se, às vezes, silicificado, constituindo vales apertados em canyons ou colinas tabuliformes. Quando aflora em vertentes, apresenta quase sempre uma ruptura de relevo no contato com as formações subjacentes.

A cobertura vegetal nas chapadas é composta por vegetação de campos com manchas de cerrado. A partir de Presidente Olegário, a vegetação cede lugar a uma mata rala e seca e depois a uma mata típica de cerrado.

A superfície cretácica dos chapadões oferece solos de grande fertilidade, sendo a região de Campos Altos, São Gotardo e Patos de Minas uma das mais ricas do estado com importante produção de milho, soja e feijão.

As coberturas cretácicas são uma constante em toda a área do Brasil Central. O Espinhaço parece ter sido antes do Cretáceo, já um importante divisor de águas, pois não é encontrada em sua superfície nenhuma cobertura desses arenitos.

2. A depressão do São Francisco - enquadrada pelos chapadões do oeste e pelas escarpas da serra do Espinhaço, apresenta-se em forma alongada de direção NE na parte sul e norte-nordeste a partir de Pirapora. Suas altitudes decrescem, gradativamente, desde Belo Horizonte, onde apresenta um nível geral de 750 - 700 metros, para 500 - 450 na área de Pirapora. É constituída principalmente, pelas rochas pré-cambrianas do Grupo Bambuí que se encontram depri-

midas em relação às formações mais antigas circunvizinhas, representadas pelos super grupos Espinhaço, Minas e Rio das Velhas e Associação Araxá.

O contato das formações Bambuí com as rochas proterozóicas do Espinhaço é feito, às vezes, por falhamentos, com grande desnível entre a depressão e o topo da serra. No bordo ocidental da depressão as rochas do Bambuí elevam-se em serras alinhadas para o norte, atingindo altitudes superiores a 700 metros. O relevo da depressão é bastante variado, como é variada a litologia das rochas que a constituem. No extremo sul onde afloram os terrenos do Super Grupo Minas o relevo é fortemente ondulado com espessamento de alteração nas vertentes. É um modelado típico de terrenos cristalinos. Nestes terrenos que formam a superfície cristalina de Belo Horizonte as altitudes variam de 750 - 700 metros. Alguns topos de colinas mostram acumulações detríticas contemporâneas da época da pediplanização, que formou esta superfície.

Nas rochas do Bambuí o relevo se diversifica de acordo com a litologia. Na facies síltico-argilosa o relevo é composto por colinas de baixa altitude com vales amplos. Já na facies síltico-arenosa o relevo é mais movimentado ostentando interflúvios alongados com esporões e mesmo algumas serras como a da Saudade, Selada, Vermelha, do Palmital e a do Gado Bravo. Esta área é inteiramente tectonizada, com rochas muito friáveis em superfície, sendo comum aparecerem profundas ravinas nas vertentes. Ao norte de Três Marias o relevo torna-se mais suave com sucessão de cuevas subhorizontais que mergulham para norte. O nível geral (nível de Pirapora) é de 500 - 450 metros. Quebrando a regularidade de nível de Pirapora elevam-se serras das quais

a do Cabral (1200 metros) e a do Repartimento (800 metros) são mais importantes. A serra do Cabral é formada por rochas mais resistentes que as do Grupo Bambuí e representa relevo diferencial dentro da depressão. Margeando a serra do Espinhaço, ao longo dos vales do Velhas e Jequitaiá, a facies argilo-carbonática apresenta diferentes padrões de relevo condicionados à predominância do material pelítico sobre o carbonático ou vice-versa. As áreas de predominância do primeiro encontram-se bastante arrasadas, formando ondulações suaves com uma drenagem dendrítica bastante aberta. As zonas mais calcíferas apresentam cristas monoclinais alinhadas, orientando nitidamente o relevo numa direção geral NNE/SSW, refletindo a estrutura, como no caso da serra dos Fonseca.

Onde se intercalam corpos calcários existem pequenas cristas de formas bizarras, lembrando torreões e pináculos. O padrão de drenagem é ainda dendrítico, controlado parcialmente pela estrutura, com densidade média a elevada de cursos d'água, podendo apresentar variações locais nas zonas cársticas. Onde há predominância de material carbonático, com morros de vertentes abruptas talhadas em rocha nua, lagoas, dolinas, sumidouros e grutas são frequentes.

Na região de Sete Lagoas-Cordisburgo tem-se um dos mais belos exemplos de carste subterrâneo do Brasil.

No extremo norte os terrenos Bambuí são recobertos por solos residuais, colúvios e sedimentos terciários que formam o planalto de Montes Claros (1.068 metros). Neste planalto a cobertura é bastante descontínua, constituindo uma série de pequenos platôs de bordos recorta

| | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---|--|---|
| QUATERNÁRIO HOLOCENO | | Aluviões | | Sedimentos recentes compostos de areias, cascalhos, argilas e matéria orgânica. | | |
| PLIOCENO PLEISTOCENO | | Coberturas Indiferenciadas (Qphi) | | Solo espesso com um relevo de evolução da rocha sotoposta, capeado por coluviões das diversas unidades litológicas. | | |
| TERCIÁRIO/QUATERNÁRIO | | Coberturas Indiferenciadas (TQ1) | | Cobertura areno-argilosa de coloração avermelhada com blocos de canga ferruginosa e concreções lateríticas. | | |
| CRETÁCEO | SUPERIOR TURONIANO-SENONIANO | Formação Urucua | Indiviso | Arenitos vermelhos localmente silicificados, arenitos ortoquartzíticos e conglomerados. | | |
| | | | Facies Arenítica | Arenitos argilosos vermelhos lateritizados parcialmente. | | |
| | | | Facies Capacete | Arenitos cineríticos e conglomerados vulcânicos. | | |
| | | | Facies Patos | Lavas de natureza alcalina-ultrabásicas, tufos, tufitos e conglomerados vulcânicos. | | |
| | | Formação Areado | Facies Três Barras | Arenitos feldspáticos, arenitos calcíferos, arenitos líticos e conglomerados. | | |
| | | | Facies Quiricó | Folhelhos, argilitos, siltitos e arenitos. | | |
| | | | Facies Conglomerado Abaeté | Conglomerados e arenitos líticos. | | |
| PRE-CAMBRIANO CAMBRIANO | Bambuí | Grupo | Formação Três Marias | Siltitos calcíferos, siltitos arcossianos, arcósios, arenitos e conglomerados. | | |
| | | | Formação Paraopeba | Ardósias calcíferas ou não, margas, calcarenitos, argilitos, siltitos e arenitos finos. | | |
| | | | Formação Paranoá | Arenitos ortoquartzíticos, arenitos conglomeráticos e siltitos. | | |
| PRE-CAMBRIANO | Super Grupo Espinhaço | | Indiviso | Metabasitos e xistos provavelmente de origem vulcânica (ácida a básica). Formação de diques e soleiras. | | |
| | | | Indiviso | Quartzitos, quartzitos conglomeráticos, ortoquartzíticos e brechas sedimentares. | | |
| | Super Grupo Minas | Grupo Piracaba | Indiviso | Quartzitos com intercalações de filitos dolomíticos e ortoquartzitos. | | |
| | | | Grupo Itabira | Indiviso | Itabiritos, dolomitos, itabiritos anfibolíticos e dolomíticos e filitos. | |
| | Super Grupo Rio das Velhas | Grupo Carajás | | Indiviso | Quartzitos, conglomerados, filitos e micaxistos associados. | |
| | | | Grupo Maquiné | Indiviso | Quartzitos conglomerados, filitos e micaxistos. | |
| | Associação Araxoense-Migmatítica | Grupo Nova Lima | | | Filitos, clorita-xistos, metavulcânicas, dolomitos, grauwacas, quartzitos, xistos, anfibolitos e ultrabasitos. | |
| | | | | Gnaisses, xistos, migmatitos e granitos. | | |
| | PRE-CAMBRIANO | ASSOCIAÇÃO ARAXOENSE | | | "Unidade" Ibiá | Micaxistos, calcaxistos, quartzitos e filitos. |
| | | | | | "Unidade" Canastra | Filitos, quartzitos, micaxistos carbonáticos e rochas carbonáticas. |

dos.

Na região noroeste do projeto a depressão do São Francisco abre-se em largos alvéolos, penetrando e fazendo recuar para oeste os chapadões. Estes alvéolos são ocupados pelas bacias do Urucuia e Paracatu, separadas entre si pelos chapadões da serra Geral e do rio Preto. As bacias do Urucuia e Paracatu devem corresponder a vales abertos durante o ciclo Velhas, no qual longos pedimentos se estendiam das áreas montanhosas até a calha dos rios. Estes pedimentos, provavelmente do tipo rochoso, foram cortados sobre rochas do Bambuí. A natureza do material circundante fornecia material abundante e de fácil transporte para preenchimento da baixada, pois, os arenitos do Bambuí encontram-se extremamente alterados em superfície, ostentando uma espessa capa eluvial de material arenoso. Este elúvio arenoso é constante tanto nas partes mais elevadas dos platôs como nas áreas arrasadas e postas ao nível das planícies atuais. Nas baixadas a passagem dos horizontes eluviais para os colúviais é feita sem quebra de relevo e em certos pontos é difícil a separação entre os mesmos, tanto na fotografia aérea como em trabalho de campo, pois, os cortes são raros nestas áreas muito aplainadas (foto nº 01).

Talvez o único critério para diferenciação seja a existência de lagoas rasas na superfície dos sedimentos de natureza aluvial.

3. A serra do Espinhaço - corresponde aos relevos antigos que, estendendo-se desde as cabeceiras do rio Doce, ao sul de Minas, até o norte da Bahia, servem de divisor de águas entre o São Francisco e os rios da fachada atlântica - leste. Estas cristas são esculpidas em rochas metassedimentares, notadamente quartzitos e filitos e apresentam estru

FOTO 01 - Parte sul da serra das Maravilhas, constituída por arcósius da Formação Três Marias. No fundo a extensa planície do "Alvéolo do Paracatu".

LOCAL - Serra das Maravilhas
Folha João Pinheiro

FOTO 02 - Escarpas quartzíticas com áreas em baixadas, peneplanizadas, onde afloram quartzitos friáveis, cobertos por solo arenoso. Super Grupo Espinhaço.

LOCAL - Estrada de Campo Sampaio a Vila de Macacos
GM-263 (516,003)
Folha de Pirapora



turas orientadas para norte contrastando com as direções SW/NE predominantes nas rochas cristalinas circunvizinhas. O Espinhaço possui morfologia extremamente complexa em consequência dos falhamentos e dobramentos que afetam as rochas que o constituem.

O Espinhaço está inteiramente dobrado e falhado, sendo as cristas elevadas esculpidas nas rochas mais duras como os quartzitos e seus vales, e cristas secundárias nos filitos. Além da estrutura e da tectônica, a erosão diferencial teve importância básica na evolução do relevo da serra do Espinhaço.

O relevo do Espinhaço serviu de base a King para o estudo da evolução das superfícies cíclicas do Brasil.

Na região de Diamantina, o Espinhaço apresenta uma superfície ondulada, mais ou menos, que alcança 1.370 metros e apresenta-se superficialmente lateritizada. Dessa superfície, sobressaem-se cristas com vertente em rochas nuas praticamente sem vegetação. O campo com arbustos esparsos predomina nas superfícies aplainadas; vales amplos e profundos dissecam o planalto. Dispostos caoticamente, no topo da superfície acumulam-se matacões de quartzitos dando ao todo um aspecto de um falso carste. Nas áreas onde afloram as rochas da Associação Gnáissica-Migmatítica, as cristas rochosas são mais raras e a região tem morfologia ondulada, ligeiramente em depressão nas regiões circunvizinhas. Vários níveis de aplainamento se escalonam no Espinhaço, mas levando-se em conta as diferenças litológicas que atuam na erosão diferencial é possível que o Espinhaço corresponda, nessa área, a uma única superfície de aplainamento: a do ci

clo Sul-Americano.

Ao norte do Espinhaço, o relevo vai pouco a pouco se acentuando e dá origem a um extenso pediplano, a chapada da Onça, constituída por uma cobertura terciário-quaternária detrítica lateritizada. Apresenta ao norte, altitude de 790 metros e eleva-se na parte meridional até 850 metros. Na região norte este pediplano apresenta depressões e lagoas intermitentes, demonstrando capeamento pouco espesso sobre rochas pelito-carbonática. Na região de Montes Claros, o Espinhaço volta a elevar-se até altitudes superiores a 1.000 metros. A paisagem mais típica do Espinhaço limita-se às áreas de ocorrência do Super Grupo Espinhaço. Sobre o grupo Macaúbas observam-se abruptas diferenças de níveis, principalmente na parte oriental onde as rochas desse grupo são menos resistentes ao intemperismo. Nessa região, esta unidade apresenta uma paisagem de colinas com vales geralmente encaixados em fraturas e desenvolvimento de gargantas e "canyons". É caracterizada pelas amplas aluviões do vale do Jequitinhonha e pelas chapadas que formam superfícies praticamente planas e profundamente intemperizadas, atingindo altitudes de 1.000 a 1.100 metros, e que correspondem ainda ao pediplano pliocênico. Nas áreas onde as rochas desse grupo são arenosas e conglomeráticas, a paisagem é de chapadas pediplanizadas com declives suaves, o padrão da drenagem é dendrítico e, às vezes, condicionado aos sistemas de fraturas.

6. ESTRATIGRAFIA

6.1 Comentários Gerais

As rochas pré-cambrianas que compõem a Associação Gnáissica-Migmatítica tiveram suas feições e estruturas primárias totalmente obliteradas e intensamente deformadas pelas sucessivas fases tectônicas a que foram submetidas, e pela granitização atuante, com acréscimo e substituições de elementos, o que levou o conjunto litológico a uma homogeneização geral. Por essas razões, uma boa parte dessas rochas metamórficas foi mantida como indivisa não permitindo o seu mapeamento em termos de critérios cronoestratigráfico.

A denominação de Super Grupo Rio das Velhas, em substituição à tradicional Série Rio das Velhas, é consequência do uso do Código Americano de Nomenclatura Estratigráfica, embora não se enquadre nas exigências dessa classificação como a própria Comissão Americana de Estratigrafia começa agora a considerar, propondo o termo "suite". Para esta unidade foi mantida a divisão "litoestratigráfica" proposta por Dorr II et alii (1957) para o conjunto de rochas metassedimentares e metavulcânicas, que compõem os Grupos Nova Lima e Maquiné. Pelas mesmas razões expostas, optou-se pela denominação de "Super Grupo Minas" para substituir o termo "Série Minas", sendo no entanto conservada a divisão proposta por Dorr no trabalho "Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero", quando dividiu a "Série Minas" em grupos Caraça, Itabira e Piracicaba.

Ferrari e Brandalise (1970) relataram a graduação dos "grupos" Canastra e Araxá verificada na região

sudoeste de Minas Gerais. Este relacionamento é confirmado por Braun e Baptista (1976), por observações de campo realizadas entre Guia Lopes e Araxá (MG).

Braun (sugestão verbal, 1977), propõe para os metamorfitos Araxá o "status" de Associação, englobando as "formações" Canastra e Ibiá. Embora estas duas unidades venham provavelmente a constituir um único Super-Grupo, optou-se por manter o Canastra e o Ibiá como unidades independentes com os "status" de formações. Durante os trabalhos de campo não se constataram as evidências necessárias para definição de um correlacionamento estratigráfico seguro entre as unidades Canastra e Ibiá. Foi mantida a divisão proposta pelos integrantes do Projeto Goiânia (PROSPEC) que constataram ser a continuidade da Formação Ibiá em direção a Goiás mais nova que os quartzitos mapeados como Canastra.

Na impossibilidade da determinação precisa de interrelacionamento das unidades pré-cambrianas e por falta de número suficiente de datações dos Super Grupos Rio das Velhas, Minas, Espinhaço e Associação Araxá, preferiu-se deixar em aberto este problema, sem definir a qual andar do pré-cambriano pertencem.

Para a seqüência de rochas metassedimentares e vulcânicas ocorrentes na serra do Espinhaço, optou-se pelas proposições aceitas na reunião técnica realizada em Salvador (1974), da qual participaram representantes do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e PROSPEC, para interligação de dados colhidos durante o mapeamento básico nos Estados da Bahia, Minas Gerais e Goiás. Manteve-

-se portanto, a denominação de Super Grupo Espinhaço para aquela seqüência de rochas ocorrentes na região da serra homônima. Esta unidade é correlacionada à Série Itacolomi de Guimarães, até agora considerada como sobrejacente em discordância angular ao Super Grupo Minas na região de Ouro Preto.

Por suas similaridades em termos de arranjo estrutural litológico foi englobada nesta unidade a seqüência de quartzitos, quartzitos conglomeráticos e conglomerados associados às metavulcânicas básicas xistificadas que constituem a faixa que se inicia a noroeste de Mateus Leme, abrangendo parcialmente, os municípios de Pará de Minas, Papagaios, Pitangui, Serra do Rio do Peixe e adjacências.

Durante os trabalhos de campo ficou evidenciado que o Espinhaço apresenta uma diversificação litológica que permite sua subdivisão em unidades menores, porém tal comprovação só poderá ser feita com um estudo regional em toda sua área de ocorrência. Por essas razões procurou-se seguir a orientação dada pelos participantes da Mesa Redonda do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, que para evitar a proliferação indiscriminada de novos nomes, sugeriram: "É extremamente importante precisar a situação espacial e as intercalações das litologias identificadas, o que só poderá ser efetuado mediante mapeamento e secções sistemáticas, sem os quais, qualquer caracterização taxonômica torna-se débil e, portanto, sujeita a futuras modificações".

O Grupo Bambuí manteve a divisão proposta por Braun (1968) em formações Paranoá, Paraopeba e Três

Marias, tendo-se incluído por sugestão daquele autor, a Formação Macaúbas. Embora em toda área de ocorrência, a Formação Paraopeba apresente-se com contribuição de sedimentos químicos, bioquímicos, clásticos finos e grosseiros, tentou-se uma subdivisão faciológica agrupando tipos litológicos afins, de acordo com a área de predominância, numa tentativa preliminar de apresentar uma clara divisão da distribuição espacial das seqüências de rochas pelíticas e carbonáticas, o que infelizmente, não logrou êxito em face das limitações da escala. As formações Três Marias e Paranoá permaneceram indivisas, embora no trabalho de detalhe possa ser estabelecida uma divisão faciológica, principalmente para a seqüência Três Marias.

Para o Mesozóico foi mantido o esquema proposto pelos participantes do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, sobre o Cretáceo em Minas Gerais, sendo conservado o "status" de formação para a Sucessão Areado e para os vulcanoclastos da Mata da Corda. A Formação Urucuia foi considerada a unidade cretácica mais nova e correspondendo cronoestratigraficamente à parte superior da Formação Mata da Corda.

6.2 Associação Gnáissica-Migmatítica

6.2.1 Histórico

O primeiro trabalho geológico que relata rochas aqui englobadas na Associação Gnáissica-Migmatítica, se deve a Eschwege, em 1832 que descreve a ocorrência de granito na localidade de Gouveia.

Derby, 1882, estudou as rochas das proximidades de Gouveia, descrevendo alguns perfis esquemáticos, quando chegou à conclusão de que os granitos ali existentes apresentam-se intrusos em rochas filíticas, que, posteriormente, em 1906, classificou-as como pertencentes à Série Minas.

B.V. Freyberg, em 1932, fez um esboço geológico das proximidades de Gouveia, abrangendo as partes leste e nordeste da região, confirmando os xistos e o granito de Gouveia como também pertencentes à Série Minas.

L. J. de Moraes, em 1937, estudou nas proximidades de Gouveia algumas jazidas de ouro, sem contudo, entrar em maiores detalhes sobre os problemas geológicos e de datação da região.

O. Barbosa, em 1937, após estudar algumas jazidas de ouro existentes na região de Gouveia observou que esse granito apresentava-se intruso em rochas quartzíticas.

Em 1965, Pflug, introduziu a denominação Série Pré-Minas, para as rochas filíticas do topo dessa sequência, incluindo nelas o granito de Gouveia, possivelmente correlacionável à Série Rio das Velhas (Dorr et alii, 1957) do Quadrilátero Ferrífero.

Walter Eberle e Mário Rieper, em 1968, mapearam a Folha de Diamantina na escala 1:100.000 e chegaram à conclusão de que os quartzitos, quartzo-sericita xistos, sericita xistos, hematita-sericita xistos e rochas graníticas das proximidades de Gouveia pertenciam a uma sequência mais antiga, denominando-as de Série Pré-Minas.

Friedrick Renger, em 1968, mapeou a Folha de Costa Sena na escala 1:100.000, mantendo a denominação Pré-Minas para as rochas micáceas, micaxistos hematíticos, itabiritos, micaxistos feldspáticos variando até rochas gnáissicas, granitóides e pegmatóides e o granito Gouveia.

No mapeamento efetuado pelo Convênio Geofísica Brasil/Alemanha, Relatório de Reconhecimento Geológico Geoquímico das regiões de Pitangui, Papagaios, Pequi, na escala 1:100.000, realizado por P. Richter e outros (1972/73) denominaram os gnaisses dessas regiões de Grupo Pré-Minas e dividiram-no em Complexo Gnáissico Maravilhas e Complexo Gnáissico Carioca.

6.2.2 Comentários Gerais

A utilização da denominação "Associação Gnáissica-Migmatítica" neste relatório engloba duas áreas distintas, a saber:

- a porção meridional da Folha de Belo Horizonte
- a porção central da serra do Espinhaço, nas folhas Curvelo e parte norte da Folha de Belo Horizonte.

Para a segunda área optou-se por aquela denominação em substituição do termo Série Pré-Minas, proposto por Pflug em 1965, que sugeriu sua correlação com a Série Rio das Velhas (Dorr et alii, 1957) do Quadrilátero Ferrífero.

A insustentabilidade do termo Pré-Minas jaz no fato de ter sido nele englobado uma enorme diversi-

dade de tipos litológicos para os quais não tecem quaisquer comentários de natureza petrológica. Assim, foram englobados quartzitos, quartzo-sericita xistos, sericita xistos, hematita-sericita xistos, micaxistos hematíticos, itabiritos, micaxistos feldspáticos variando até rochas gnáissicas, granitóides e pegmatóides e o granito de Gouveia (Pflug, 1965) (Eberle, W. et alii, 1968) Renger, F. (1968).

Quanto aos quartzitos representados na Folha Diamantina, Walter Eberle e Mário Rieper (1968) acentuaram:

"Os quartzitos da Série Pré-Minas só podem ser diferenciados dos da Série Minas pela sua localização estratigráfica. Caracteres para a sua distinção macroscópica não são conhecidos".

Depreende-se então que um quartzito ocorrendo na ambiência gnáissica-migmatítica é forçosamente Pré-Minas, embora não se tenham elementos para diferenciá-los das outras unidades.

Entretanto, deve-se considerar que algumas rochas quartzíticas, filíticas e micaxistos aparentemente intercaladas concordantemente nas rochas gnáissicas, tanto podem representar milonitos dos próprios gnaisses como rochas de caráter vulcânico totalmente transformadas, como são aquelas encontradas associadas nas partes basais do Super Grupo Espinhaço.

Acresce-se a esta observação, que principalmente filitos e xistos prasiníticos (tido como Pré-Minas ou Pré-Espinhaço), cortam tanto as litologias da Associação Gnáissica-Migmatítica como as do Super Grupo Espinhaço.

Acentua-se que na porção meridional da área de ocorrência da Associação Gnáissica-Migmatítica na Folha Curvelo (SE.23-Z-A), optou-se pela predominância das rochas metabasíticas sobre as gnáissicas-migmatíticas e que ao longo da área de distribuição desta associação podem ser reconhecidos, localmente, corpos graníticos intrusivos não representativos em mapa devido a inadequabilidade da escala.

Na porção meridional de ocorrência da Associação Gnáissica-Migmatítica, na Folha Belo Horizonte, foi executado, pelos integrantes do Convênio Geofísica-Brasil/Alemanha (1972-1973), o mapeamento geológico na escala 1:100.000, abrangendo as localidades de Pequi, Papagaios, Maravilhas, Pará de Minas e Conceição do Pará. Deste mapeamento resultou a divisão dos gnaisses dessa região em dois complexos: Complexo Gnáissico de Maravilhas e Complexo Gnáissico de Carioca.

O Complexo Gnáissico de Maravilhas, constituído de gnaisses cinza claro, de composição granítica, granulação grosseira, exibindo uma lineação fracamente desenvolvida, ocupa as regiões de Maravilhas, Pequi e São José da Varginha.

O Complexo Gnáissico de Carioca, constituído de gnaisses cataclásticos é o resultado de uma grande falha de distensão que corta as rochas gnáissicas dessa região. Encaixados nesses gnaisses estriados e leucocráticos, encontram-se faixas de gnaisses facoidais fortemente migmatitizados, com porfiroblastos arredondados de feldspatos potássicos e de quartzo. Este complexo abrange as regiões de Carioca, Conceição do Pará e a parte oeste de Pará de Minas.

Uma observação a ser feita é que no mapa geológico de Richter e outros, não foi definido o contato entre esses dois complexos mas sim, de áreas aflorantes separadamente, com outras unidades.

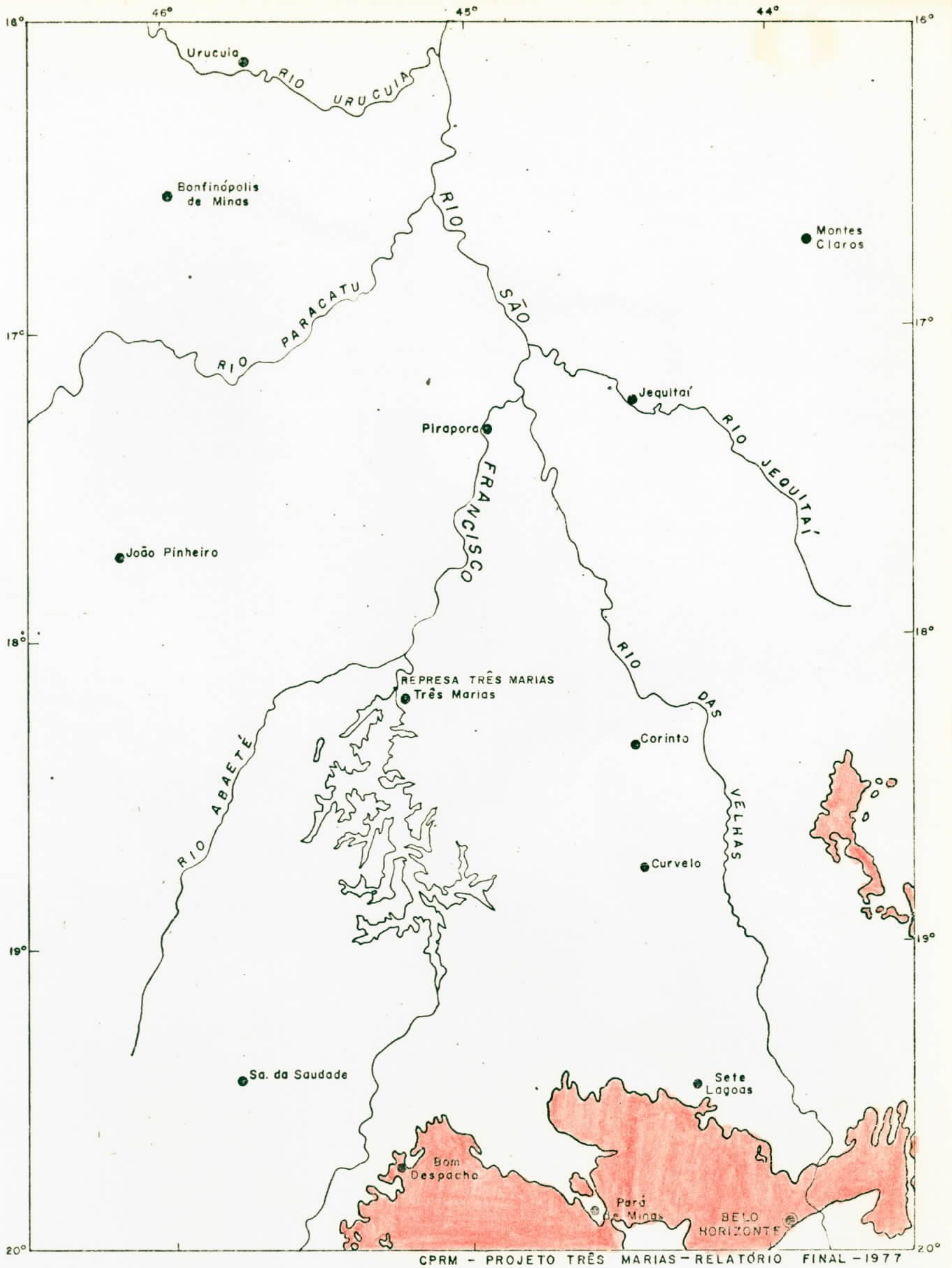
Durante o desenvolvimento do Projeto Três Marias ficou evidenciado que a divisão proposta para o arqueano torna-se impraticável em termos de mapeamento em escala regional porque os estudos petrográficos e as observações de campo demonstram que há uma identidade mineralógica na composição desses dois tipos de gnaisses. Ambos se apresentam constituídos de quartzo-microclina-plagioclásio-biotita (clorita). Fica portanto, evidenciado que o gnaisse de "Carioca" é o mesmo gnaisse de "Maravilhas" com textura cataclástica, e sua existência está confinada nas áreas de esforços.

A existência quase generalizada de um solo desenvolvido sobre os gnaisses impede que se tenha um bom controle de campo e que se definam as áreas de predominância de um ou outro tipo litológico.

6.2.3 Distribuição Geográfica

As rochas desta seqüência foram observadas no bordo meridional e, em pequena parte, no bordo oriental da área do projeto, estando representadas nas folhas Belo Horizonte, Serra da Saudade e Curvelo. (Figura 6)

Na região meridional forma extensa faixa contínua, que se estende desde o rio das Velhas (região das cidades de José de Melo e Antonio dos Santos) até o oeste de ribeirão Capivari (região das cidades de Moema e Bom Des



- ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA ASSOCIAÇÃO GNAISSICA MIGMATITICA.

pacho).

Na região ocidental, ocorre na parte central da serra de Minas, constituindo uma pequena faixa de direção NS, que vai desde o distrito de Itacolomi até as proximidades da estação ferroviária de Barão do Guaicuí.

6.2.4 Expressão Topográfica

No bordo meridional da área do projeto, apresenta-se morfologicamente muito arrasada, sobressaindo-se apenas cristas alinhadas segundo as direções preferenciais dos esforços. Predominam vales abertos, reflexos dos intensos efeitos erosivos a que esteve submetida a região.

O relevo apresenta-se com uma topografia colinosa, com altitudes variando de 600 a 800 metros, sendo que nas regiões onde foi afetado por um tectonismo mais intenso torna-se bastante acidentado com desníveis abruptos, muitas vezes escarpados, onde atingem no máximo altitudes em torno de 1.100 metros como nas regiões de Pará de Minas e Maravilhas.

A drenagem dominante é do tipo dendrítico e localmente dendrítico retangular onde se apresenta condicionada à estruturação tectônica.

Seu solo é de natureza ácida, condicionando à região o desenvolvimento de uma cobertura vegetal, do tipo cerrado ralo.

No bordo oriental apresenta-se morfologicamente bastante arrasada devido ao forte intemperismo que sofreu a região mostrando, na sua maioria, rochas totalmen-

te decompostas, facilitando aos agentes erosivos a formação de verdadeiros vales profundos.

Seu relevo apresenta-se, de modo geral, formando extensa planície variando de 800 a 1.100 metros de altitude, onde se pode notar a formação de pequenos morros arredondados.

A drenagem dominante é do tipo dendrítica, apresentando-se bastante densa.

O solo predominante apresenta uma coloração rósea-avermelhada, sendo utilizado para atividade agro-pastoril.

A vegetação outrora exuberante encontra-se representada somente com matas ciliares ao longo de alguns rios.

6.2.5 Litologia

As rochas que compõem a Associação Gnáissica-Migmatítica são constituídas essencialmente por gnaisses bandados e graníticos, apresentando com menor frequência granitos e micaxistos. Localmente, devido ao condicionamento raptural ocorrem pequenas faixas de gnaisses filonitizados e a intromissão quartzo-feldspática originou faixas intensamente migmatitizadas.

Os gnaisses bandados quando não intemperizados, apresentam-se com coloração cinza clara, granulção variando entre média a grosseira e uma orientação definida ou, às vezes, incipiente, dada pelos seus minerais. Essas orientações são evidenciadas pela alternância de bandas

claras e escuras com espessuras variáveis. As bandas escuras são constituídas essencialmente por biotita em forma de palhetas de tamanho variável, dispostas de maneira planar, sendo a principal responsável pela foliação desses gnaisses. As bandas claras são constituídas de quartzo e feldspato de cores esbranquiçadas. Os feldspatos algumas vezes apresentam cores levemente rosadas, e a presença de plagioclásio é notada com menor frequência.

Ao microscópio apresentam texturas granoblástica, granolepidoblástica, cataclástica e milonítica. São constituídos por quartzo, microclina e plagioclásio; biotita e clorita são os varietais e os acessórios que podem aparecer são: opaco, zirconita, apatita, titanita e epidoto.

Das várias rochas analisadas microscopicamente podem ser evidenciados os seguintes aspectos:

- a biotita é da variedade rica em ferro e titânio, isto é, com pleocroísmo X = amarelo claro e Y = Z = castanho avermelhado e 2V igual ou próximo a 0°. Encontra-se, frequentemente transformada diaftoreticamente em clorita e mineral do grupo do epidoto;

- o plagioclásio é de composição oligoclásio. Em geral, se apresenta sericitizado e/ou saussuritizado. Devido ao condicionamento ríptural exhibe zoneamento, recurvamento e perda parcial das lamelas de geminação polissintética;

- a microclina exhibe vários estágios da substituição do plagioclásio. Por ter-se formado às custas do plagioclásio, é comum serem encontrados relictos de plagioclásio sericitizado e/ou saussuritizado em seu interior. Pode

ser micropertítico, e no contato com o plagioclásio ocasionou o intercrescimento mirmequítico;

- o quartzo é tipicamente de neoformação, por invadir, envolver e corroer todos os demais constituintes da rocha;

- os acessórios epidoto, titanita e clorita são produtos de transformação de minerais pré-existentes.

Conclui-se, então, que anterior à microclina, a rocha foi cataclasada e retrometamorfoseada com a alteração do plagioclásio (sericitizado e saussuritizado), e o aparecimento da clorita em lugar da biotita. Isto é, corroborado por serem encontrados relictos tanto de plagioclásio, como de biotita alterados no interior dos cristais de microclina. Esta, em geral, é límpida, isto é, não exhibe retrometamorfose. Somente ao longo das zonas de cisalhamento, que sugerem falhamentos rejuvenescidos, os feldspatos (plagioclásio e microclina) encontram-se totalmente substituídos por sericita dando origem a rochas filoníticas.

Os gnaisses graníticos em geral têm granulção grosseira, coloração cinza clara, aspecto maciço, embora localmente possam apresentar uma incipiente orientação de minerais micáceos, notadamente a biotita.

Na sua composição mineralógica, predominam o quartzo e o feldspato, sendo a biotita o mineral acessório principal. O total de minerais máficos, de um modo geral, não atinge a 5% da rocha, porém pode ultrapassar em muito este valor. Nesse caso, desenvolvem-se em zonas esparsas de concentração aleatoriamente orientada.

Quando fraturado, os fraturamentos exis-

tentes propiciam o desenvolvimento de veios de composição ácida, constituídos essencialmente de quartzo e/ou quartzo-feldspato; geralmente são pouco espessos, não atingindo mais que 10 cm, pouco salientes.

Há raras zonas em que a granulação torna-se mais grosseira, adquirindo aspecto pegmatítico.

Apresenta pirita disseminada, como mineral acessório, desenvolvida nas zonas de fraturas.

Microscopicamente, apresentam as mesmas características dos gnaisses bandados.

Os gnaisses cataclásticos e miloníticos desenvolvem-se nas regiões que foram mais afetadas por eventos tectônicos, principalmente por intensos falhamentos. Sua composição é semelhante aos anteriores, sendo que seus minerais encontram-se cisalhados, estirados e bastante triturados, principalmente os grãos de quartzo e feldspato que dão assim, origem à foliação cataclástica.

As ocorrências de granito estão concentradas na região de Gouveia, estendendo-se para o sul até as proximidades de Pedro Pereira e Costa Sena. Sua composição mineralógica insere quartzo, feldspato, plagioclásio, biotita e moscovita, apresentando granulação variando de média a grosseira; são acinzentados e possuem estrutura cataclástica.

Em direção ao sul, essas rochas passam a apresentar um aspecto gnáissico, o que é bem evidenciado nas proximidades de Congonhas do Norte. Localmente, nessa região, a rocha tem coloração cinza clara, em parte com granulação grosseira, apresentando feldspato de aproximadamen-

te 2 cm de diâmetro.

Nas proximidades de Ouro Fino, essas rochas tornam-se tipicamente gnáissicas.

Os micaxistos são rochas que ocorrem com menos frequência e merecem citação as ocorrências das vizinhanças de Ibirité e de Ravena na Folha Belo Horizonte.

São rochas de tonalidades cinzenta-esverdeadas, de granulação grosseira, com salientes porfiroblastos de granada e/ou estauroлита posicionados no fechamento das microdobras.

Ao microscópio exibem textura granolepidoblástica, sendo constituídos por: quartzo-plagioclásio-biotita-clorita-moscovita-estauroлита-granada-epidoto-opacos - zirconita e localmente microclina.

Da análise microscópica podem ser evidenciados os seguintes aspectos:

- ambas, a clorita e a moscovita originaram-se da biotita que era da variedade rica em ferro e titânio com $2V$, igual ou próximo a 0° e pleocroísmo $X =$ amarelo claro e $Y = Z =$ castanho avermelhado;

- a granada ocorre em porfiroblastos peciloblásticos. As inclusões encontram-se linearmente dispostas concordantemente à orientação do material micáceo da matriz.

- estauroлита é fracamente pleocróica, em porfiroblastos milimétricos. É peciloblástica. A linearidade das inclusões (quartzo e opaco), concordam com a do material micáceo da matriz. Encontra-se com os bordos sericitizados;

- o quartzo é tipicamente de neoformação por inva-

dir, envolver e corroer os demais constituintes.

Localmente (região de Ravena), estes micaxistos encontram-se feldspatizados com o aparecimento de microclina tanto em cristais irregulares que penetrou pelos espaços intergranulares como em finos cristais com tendência idioblástica. Em geral são límpidos, isto é, isentos de alteração diafóretica, enquanto que o material da matriz encontra-se totalmente retrometamorfosoado. Nestes locais está evidente que a feldspatização potássica constitui a mais nova fase de geração mineral.

A origem destes micaxistos permanece ainda desconhecida e somente com um trabalho petrográfico detalhado nas rochas gnáissicas associadas poder-se-á alcançar resultados mais positivos.

6.2.6 Características Estruturais

No bordo meridional da área do projeto aparece uma falha de distensão, com aproximadamente 30 km de extensão nas imediações de Pará de Minas, com direção NW. Como resultado desse grande falhamento, os gnaisses estão intensamente cataclados, com seus minerais quartzo e feldspato bastante estirados e a rocha fortemente cisalhada. Suas medidas de foliação cataclástica acompanham a direção da falha que se orienta geralmente para NW, com mergulhos variando entre 40° a 50° NE. Encaixados nesses gnaisses, encontram-se faixas de gnaisses facoidais fortemente migmatitizados, com porfiroblastos arredondados de feldspato e quartzo.

Outra grande falha ocorre a leste de Belo Horizonte, com direção NE, estendendo-se ao norte de Mes

tre Caetano, onde os gnaisses cataclásticos com direção NE mergulham 35° a 40° SE.

Ao norte de Sabará e Mestre Caetano, oeste de Roças Novas e a leste de Santa Luzia, ocorre uma série de falhas menores com direção aproximada NS, identificada pela ocorrência de filonitos.

Os alinhamentos estruturais apresentam direções preferenciais NW, às vezes também NE, o mesmo acontecendo com os diques de rochas básicas, de textura variando entre diabásica e gabróide, às vezes anfibolíticas, que cortam as rochas dessa associação.

Na parte ocidental, a feição estrutural marcante é a xistosidade normalmente bem evidenciada, orientando-se segundo NNW, com mergulhos acentuados para NE.

Não foram observados dobramentos de expressão, apenas pequenas dobras visíveis em escala de afloramento. Os corpos gnáissicos apresentam-se com estrutura cataclástica coincidente com a foliação dos micaxistos.

6.2.7 Idade

Até a presente data não foram ainda executadas datações isotópicas em densidade suficiente a um tratamento estatístico que permitam com alguma segurança estabelecer a zona cronológica dos gnaisses desta associação. Entretanto, uma amostra bem representativa dos gnaisses que ocorrem nas proximidades de Bom Despacho e coletada durante a execução do projeto, foi submetida a datação no Instituto de Geocronologia da U.S.P. fornecendo uma idade Rb/Sr de

2.800, mais ou menos 50 m.a.

Essas rochas gnáissicas estendem-se meridionalmente fora da área do projeto até alcançar a serra da Mantiqueira, onde diversas datações feitas por U. Cordani forneceram duas isócronas de 2.780 m.a., mais ou menos 166 m.a. e 1.975, mais ou menos 96 m.a.

Ainda U.G. Cordani, conclui que além daqueles dois eventos, um último relacionado ao ciclo brasileiro teria idade média de 650 m.a., corroborando as observações de Guimarães (1966), que foi mais além, afirmando que este evento foi de natureza diafóretica.

Todas as rochas migmatíticas desse conjunto mostram-se reestruturadas, pelo menos, por três eventos tectônicos, dois dos quais certamente atingiram as rochas do Espinhaço e do Quadrilátero Ferrífero. Se a estes eventos está relacionada a formação de rochas de duas ou três gerações, hoje posicionadas lado a lado, não é razoável considerar todo o conjunto como Pré-Minas ou Pré-Espinhaço nem posicioná-lo no Arqueano, somente pelo fato de conter ele testemunhos de rochas antigas. Se o fizéssemos, teríamos que adotar a mesma solução para as camadas sedimentares que contém ou são quase totalmente formadas por fragmentos de rochas mais antigas.

6.3 Pré-Cambriano - Associação Araxá

6.3.1 Comentários Gerais

Como foi acentuado no capítulo "Estratigrafia", os metamorfitos denominados Canastra e Araxá são

transicionais (Ferrari e Brandalise, 1970; Braun e Baptista, 1976).

Quanto à "Formação Ibiá", devido a sua limitada área de ocorrência neste projeto, optou-se pela sua individualização em mapa, conforme proposição dos integrantes do Projeto Goiânia (PROSPEC). Entretanto, na descrição das litologias dos metamorfitos Canastra e Ibiá, observa-se que ambas encontram-se intimamente misturadas e que em mapa plotou-se a área de predominância do tipo litológico maior. Também, pode ser observado que os micaxistos carbonáticos Ibiá e as camadas de micaxistos carbonáticos encontrados intercalados nos filitos e quartzitos, denominados Canastra, apresentam idênticas associações minerais.

Neste trabalho utilizou-se da sugestão verbal proposta por Braun (1977), de se agrupar os metamorfitos Canastra e Ibiá na "Associação Araxá", caracterizando-os como "Unidades".

6.3.2 Unidade Canastra

6.3.2.1 Histórico

Em 1955, O. Barbosa, designou Grupo Canastra o conjunto litológico que forma a serra da Canastra nos arredores de Araxá (MG). Este conjunto de metamorfitos de baixo grau é constituído basicamente por duas unidades interrelacionadas: filitos com intercalações de quartzitos subordinados e vice-versa. Nessa mesma época, Barbosa tentou, embora infrutiferamente, estabelecer uma estratigrafia

para o Grupo na serra de Pirapetinga.

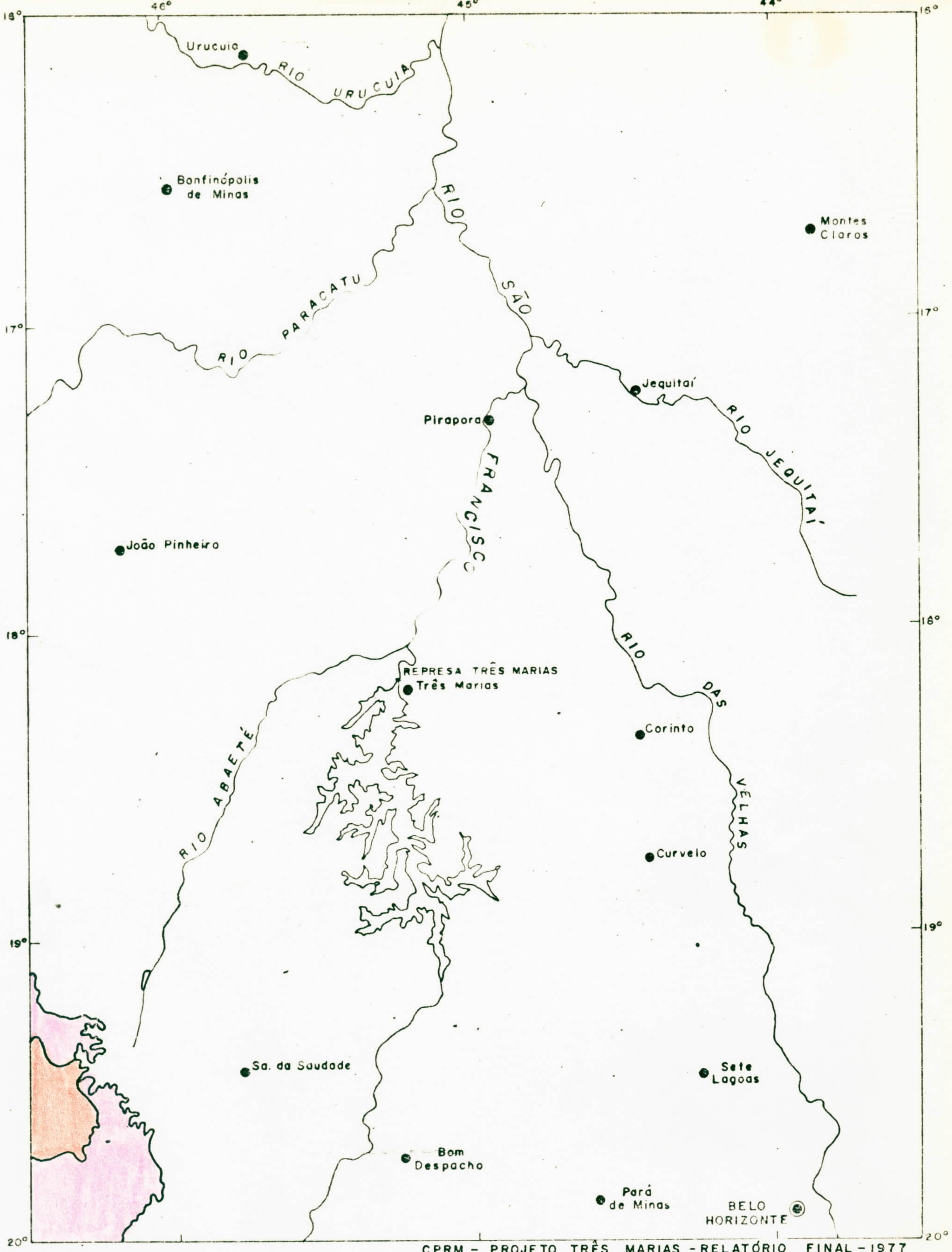
6.3.2.2 Distribuição Geográfica

Este grupo somente foi observado na folha Serra da Saudade. Ocorre no bordo ocidental, formando um arco que se adelgaça de sul para norte, sendo encoberto nos arredores de Alto Quilombo pelo cretáceo. Engloba as seguintes localidades: Medeiros, Altolândia, Monte Vídio, Pratinha, São Gerônimo dos Poções e Capelinha de São João. Constatou-se também sua existência em uma fina faixa isolada no rio Abaeté à jusante da usina hidrelétrica, nordeste de São Gotardo. (Figura 7)

6.3.2.3 Expressão Topográfica

Apresenta morfologicamente um relevo subaplainado composto de colinas típicas e alguns morros isolados. Ao sul de Campos Altos ocorrem pequenas serras elevadas ligadas a movimentos tectônicos. Observam-se cristas estreitas, alinhadas, sustentadas pelos quartzitos que são bem ressaltados em fotografias aéreas, principalmente na região de Pratinha e ao sul de Capelinha de São João.

A drenagem mostra em geral o padrão dendrítico, variando localmente para dentrítica retangular e em treliça. Esta última ocorre no ribeirão da Espadilha, a sudeste de Pratinha. A densidade de drenagem varia de média a alta. Os vales apresentam encostas de pendor médio a escarpado, geralmente em forma de U. O solo é de espessura e comportamento variado, sendo pobres quartzitos e relati



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

- ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA ASSOCIAÇÃO ARAXÁ
 UNIDADE CANASTRA
 UNIDADE IBIÁ

Escala : 1 : 2.000.000
 Figura : 7

vamente rico onde os filitos são calcíferos.

A vegetação predominante é a do tipo "cobertura rasteira", com arbustos esparsos; seguem-se o cerrado ralo e algumas matas nos vales onde as zonas de solo são mais ricas.

6.3.2.4 Relações de Contato

Na área do projeto os metamorfitos da "Unidade" Canastra não afloram em contato direto com rochas mais antigas.

6.3.2.5 Litologia e Metamorfismo

Na área do projeto o Grupo Canastra é representado por variedades de filitos, micaxistos, quartzitos e rochas carbonáticas.

Os quartzitos puros, sericíticos e moscovíticos constituem intercalações pouco espessas nas rochas filíticas e nos micaxistos.

Ambos os filitos e os micaxistos têm tonalidades cinzento-esverdeadas. Quando decompostos têm cores amareladas, avermelhadas e alaranjadas. Apresentam-se com notável laminação tectônica que imprimiu um perfeito bandamento à rocha. Esta clivagem ou xistosidade se fez segundo o plano axial das microdobras exibidas pelos relíctos, preservados entre aqueles planos. Ainda, deve-se considerar que tanto a clivagem como a xistosidade apresentam-se dobradas. Desse modo, os metamorfitos Canastra sofreram, no mínimo, duas fases tectônicas.

Os filitos são compostos por quartzo, sericita e clorita. São frequentes as intercalações rítmicas das delgadas lâminas de quartzito com sericita e clorita associadas. São comuns as infiltrações de quartzo de veio, segundo os planos de clivagem com desenvolvimento de largas palhetas de clorita nos contatos.

Os micaxistos são compostos de quartzo, clorita, moscovita (biotita em relíctos) e carbonato. Apresentam-se já com maior granulometria formando agregados de largas palhetas. Estas placas micáceas associadas com quartzo de veio preservam-se no elúvio de decomposição destas rochas. Na ambiência dos micaxistos observa-se na matriz desenvolvimento de quartzo de veio posicionado tanto segundo como transversal aos planos de xistosidade.

As rochas carbonáticas ocorrem tanto como finos corpos lenticulares associados aos micaxistos carbonáticos como formando megalentes intercaladas nas rochas filíticas com quartzo associado.

As rochas carbonáticas (dolomitos) apresentam-se com cores esverdeadas, avermelhadas e amarronzadas, com notável ritmia dos leitos de diferentes colorações. Tal laminação é de origem tectônica. Encontram-se bastante tectonizados e percolados por quartzo de origem hidrotermal. O condicionamento tectônico acompanhado de neorecristalização da calcita e dolomita com a intromissão do quartzo hidrotermal deu às rochas um caráter marmóreo.

As análises microscópicas revelaram as seguintes associações minerais:

- nos filitos:

quartzo-sericita/moscovita-clorita
quartzo-sericita/moscovita-hematita
sericita/moscovita-clorita

- nos quartzitos:

quartzo-sericita
quartzo-sericita/moscovita-clorita
quartzo-hematita
quartzo-sericita-hematita

- nos micaxistos:

quartzo-clorita-moscovita
quartzo-clorita-moscovita-biotita
quartzo-clorita-moscovita-biotita-carbonato
quartzo-clorita-moscovita-biotita-carbonato-pla-
gioclásio
quartzo-clorita-moscovita-carbonato

- nas rochas carbonáticas:

calcita-dolomita
calcita-clorita-moscovita
calcita-dolomita-clorita-moscovita

Proceder-se-á uma análise das principais fases minerais com o fim de se caracterizar sua história metaamórfica.

Nos micaxistos foram anotadas as seguintes observações:

- o plagioclásio é de composição oligoclásica ($An > 15\%$). Exibe frequentemente características devidas à cataclase, ou seja: formas arredondadas (oceolares), recurvamento e perda parcial das lamelas de geminação polissintética. A ocorrência límpida do plagioclásio, possivelmente,

foi devida ao fato de que a cataclase foi proporcionada pelo deslizamento (slip) dos estratos durante as fases de dobramento sem, contudo, ter criado fraturas para a penetração dos fluidos hidrotermais responsáveis pelas transformações diaforéticas;

- a biotita é de pouca frequência e ocorre como relictos nos interiores das palhetas de moscovita e clorita. É da variedade rica em ferro e titânio. Com pleocroísmo de X = amarelo claro e Y = Z = castanho avermelhado. É comum a ocorrência de microcristais de zirconita em seu interior dando halo pleocróico;

- ambas, a clorita e a moscovita, originaram-se, em parte, às expensas da biotita. Elas exibem relictos da biotita em seus interiores, como esta também exibe os bordos tanto cloritizados como moscovitizados;

- as cloritas formadas são das variedades Peninita e Ripidolita. Apresentam pleocroísmo de incolor a verde-pálido. É com frequência que exibem cores anômalas de interferência (Berlin Blue).

Associados aos leitos cloríticos e moscovíticos ocorrem hematita lamelar e agregados microscópicos de titanita. Acentua-se o posicionamento preferencial da hematita lamelar disposta linearmente conforme o material micáceo, segundo a direção de laminação da rocha. Os dois minerais formados originaram-se da liberação do ferro e do titânio da biotita, quando da alteração metamórfica desta em clorita. Também, provavelmente, a moscovitização da biotita se processou durante a evolução do processo diaforético.

- ocorrem pelo menos, duas gerações de quartzo. O de neoformação se apresenta em grandes indivíduos com formas irregulares que tanto corrói como envolve os outros constituintes da rocha, inclusive palhetas de clorita e moscovita com relictos de biotita em seus interiores. Observa-se, também, seu posicionamento preferencial no fechamento das microdobras.

O outro tipo é de granulação fina e com formas arredondadas. Ocorre formando leitos puramente quartzíticos que se alternam com os leitos micáceos. Este tipo não corrói e não envolve os outros constituintes da rocha.

Como se pode observar, a rocha enriqueceu-se em quartzo e, pelo menos, uma parte da sílica originou-se durante a fase diafóretica que promoveu a cloritização da biotita. A geração do quartzo de neoformação se processou concomitantemente a uma fase de dobramento, haja vista seu posicionamento preferencial no fechamento das microdobras.

Baseado na composição do plagioclásio ($AN \geq 15\%$), e na variedade de biotita (X = amarelo-claro e Y = Z castanho-avermelhado, 2V igual ou próximo a zero grau) rica em ferro e em titânio, pode-se considerar que o estágio metamórfico alcançado pelo Grupo Canastra situa-se na transição do baixo para o médio (Winkler, 1973). Tal condicionamento metamórfico foi propício à formação da biotita às custas de material argiloso original e posteriormente, o conjunto foi afetado por uma fase de metamorfismo retrógrado que promoveu o aparecimento da clorita às custas da biotita e a moscovitização desta durante a fase de evolução

do processo.

Quanto à natureza das rochas originais que compõem o Grupo Canastra na área do projeto, coloca-se enorme reserva quanto a filiação totalmente sedimentária do pacote. As rochas, ali representadas, foram totalmente transformadas, mascarando suas características originais.

Conclui-se, então, que este conjunto foi afetado por uma fase de metamorfismo regional posicionado na transição do baixo para o médio grau metamórfico e com posterior incidência de uma fase metamórfica diafóretica.

6.3.3 Unidade Ibiá

6.3.3.1 Histórico

O nome Formação Ibiá foi proposto por Barbosa (1955), para uma faixa de ocorrência de calcaxistos nos arredores de Araxá (MG). Nessa época não foi possível posioná-la estratigraficamente em relação ao Grupo Canastra.

Com a execução do Projeto Goiânia, Roberto Dyer verificou sua continuidade para noroeste até as proximidades da Chapada das Covas (Folha de Anápolis) em Goiás. Definiu-se como mais nova que o Grupo Canastra, o que é confirmado pela presença do conglomerado basal com seixos provenientes do Grupo Canastra. 1.???

6.3.3.2 Distribuição Geográfica

Ocorre sob a forma de "meia lua" no bordo centro-ocidental da Folha Serra da Saudade. Situa-se ao

norte de Pratinha, oeste de Campos Altos e de São Gerônimo das Poções e ao sul de Capelinha de São João.

6.3.3.3 Expressão Topográfica

Apresenta um relevo bem modelado, subaplainado, com morrotes alongados de encostas suaves.

O padrão geral da drenagem é paralelo a subparalelo (ribeirão do Paraíso, córrego Chumbado e Misericórdia). Na região de Tobati, onde a formação se apresenta calcífera, a drenagem evolui para um modelo dendrítico bastante denso. Os vales apresentam-se com encostas suaves a semi-escarpadas. As aluviões são pouco desenvolvidas, não sendo representadas na escala adotada.

O solo desenvolve-se bem nas regiões mais aplainadas, sendo mais fértil nas zonas calcíferas e nos vales. A vegetação predominante corresponde às coberturas rasteiras com arbustos esparsos. Matas ciliares desenvolvem-se notadamente segundo os cursos de maior destaque. Algumas matas (capões), ocorrem distribuídas espaçadamente.

Em fotografia aérea apresenta-se com tonalidade cinza clara, variando para média nas regiões de vegetação mais densa ou de grau de umidade mais elevado.

6.3.3.4 Litologia e Metamorfismo

Na área do projeto a "Unidade" Ibiá é representada predominantemente por micaxistos carbonáticos. Localmente, intercalam-se finos leitões de quartzitos sericíticos/moscovíticos e de filitos.

Os micaxistos carbonáticos apresentam tonalidades cinzenta e cinzento-esverdeados. São constituídos por clorita, biotita (em relictos), sericita, moscovita e quartzo. Devido a abundante intromissão de quartzo de veio, segundo os planos de xistosidade, a rocha assume um aspecto bandado.

Microscopicamente, pode-se observar que a atual xistosidade desenvolveu-se segundo os planos axiais das microdobras antigas, preservadas entre aqueles planos. Como a atual xistosidade encontra-se dobrada pode-se afirmar que a referida formação foi atingida por, no mínimo, duas fases tectônicas.

Localmente são encontrados finos leitões de quartzito e de filito intercalados nos micaxistos carbonáticos da Unidade Ibiá. Tais filitos e quartzitos são similares aos da Unidade Canastra, como também, este contém intercalações de micaxistos carbonáticos similares aos da Unidade Ibiá.

Nas vizinhanças das áreas de predominância dos micaxistos carbonáticos Ibiá e das rochas filíticas-quartzíticas Canastra observou-se que aqueles vão se enriquecendo de leitões filíticos e quartzíticos até se constituir na unidade predominante. Aí os leitões de micaxistos são subordinados.

Esta íntima associação litológica evidencia que ambas as unidades Canastra e Ibiá fazem parte de um único conjunto geológico, cuja separação, no mapa, indica somente as áreas de predominância litológica.

Os micaxistos exibem ao microscópio a tex

tura granolepidoblástica em que as lâminas alternantes encontram-se microdobradas. Seus constituintes são: quartzo-clorita-moscovita-biotita-plagioclásio-carbonato. Os acessórios que podem ser encontrados são: turmalina-zirconita-titanita-epidoto-sericita-apatita e hematita.

As associações minerais encontradas na área do presente trabalho foram:

quartzo-clorita-moscovita-biotita

quartzo-clorita-moscovita-biotita-carbonato

quartzo-clorita-moscovita-plagioclásio-carbonato -
biotita

quartzo-clorita-moscovita-plagioclásio

quartzo-moscovita.

As análises microscópicas evidenciaram algumas características importantes desta unidade, ou seja:

- ambas, a clorita e a moscovita originaram-se da biotita;

- a biotita era da variedade rica em ferro e titânio;

- o plagioclásio é de composição Oligoclásio ($An \geq 15\%$). Ocorre tanto límpido como incipientemente sericitizado e saussuritizado;

- a hematita lamelar e a titanita formaram-se na fase de cloritização da biotita;

- a zirconita e a turmalina formaram-se na fase de moscovitização da biotita;

- o quartzo de neoformação sediou-se, preferencialmente, no fechamento das microdobras;

- o recurvamento e a perda parcial das lamelas de geminação polissintética do plagioclásio bem como sua forma frequentemente arredondada (oceolar), foram originadas pelo deslizamento (slip) diferencial entre os leitos de diferentes composições e por conseguinte de diferentes competências.

Depreende-se da análise microscópica que a rocha original, cuja natureza permanece ainda desconhecida, foi afetada por uma fase de metamorfismo regional, cuja intensidade situa-se na zona de transição do baixo para o médio grau de metamorfismo. Tal inferência baseou-se na composição do plagioclásio ($An > 15\%$) (Winkler, 1973). Subseqüentemente, o conjunto foi afetado por uma fase metamórfica diaforética que promoveu a transformação da biotita em clorita e com menor intensidade a sericitização e a saussuritização do plagioclásio.

A cloritização da biotita é processada por fluidos hidrotermais de baixa temperatura. Neste processo uma parte da sílica, do titânio e do ferro da biotita é liberada e recristaliza-se respectivamente, em quartzo, titanita e hematita lamelar. Desse modo, a rocha enriqueceu-se em quartzo e este tende a se posicionar no fechamento das microdobras, evidenciando concomitância com a fase de dobramento.

É extremamente importante observar-se a intensidade do processo diaforético em relação ao plagioclásio. Nas rochas analisadas, observou-se incipiente sericitização e saussuritização em alguns plagioclásios ao lado de outros completamente límpidos. Verificou-se que a in-

tensidade do processo foi mais acentuada nos leitos com diminuição dos componentes micáceos. Esta observação confirma que a cataclase evidenciada pelo plagioclásio foi devida ao deslizamento (slip) dos estratos na fase de dobramento, o qual não promoveu o necessário fraturamento dos mesmos para que desse passagem aos fluidos hidrotermais, promotores das alterações diaforéticas. Desse modo, é justificável que tais alterações metamórficas sejam de pequena monta.

Já a transformação da biotita em moscovita, pode provavelmente ter sido realizada durante a evolução do processo diaforético, principalmente, por ter características similares ao da cloritização da biotita. Assim, soluções hidrotermais mineralizantes promoveram a remoção do ferro e do magnésio da biotita com conseqüentes entradas de potássio. Essas soluções, possivelmente, carregaram os elementos necessários à formação da abundante zirconita e turmalina, encontradas inclusas somente nas palhetas de moscovita.

As transformações enunciadas baseiam-se no fato de que ambas, a clorita e a moscovita, exibem relictos de biotita em seus interiores como também são observadas palhetas de biotita com os bordos tanto cloritizados como moscovitizados.

Assim sendo, conclui-se para as rochas da Formação Ibiá o seguinte esquema genético:

- rocha original (desconhecida)
- primeira fase de dobramento e metamorfismo regional (transição do baixo grau para o médio grau metamórfico), com formação de um quartzo-biotita-plagioclásio-carbonato -

xisto;

- segunda fase de dobramento e metamorfismo retrógrado com a transformação da biotita em clorita, moscovitização da biotita, sericitização e saussuritização incipientes do plagioclásio e neorecristalização de quartzo, oriundo da sílica liberada naqueles processos e da percolação hidrotermal, ocasionando a formação de novos tipos petrográficos com as associações clorita e moscovita em lugar da biotita.

6.4 "Super Grupo". Rio das Velhas

6.4.1 Comentários Gerais

Neste trabalho foi feita uma compilação da parte descritiva da litologia das "séries" Rio das Velhas e Minas, do trabalho original realizado por John Dorr II e George C. Simmons, intitulado "Esboço do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil".

A principal razão para esta opção fundamentou-se no fato de os autores mapearem com detalhes, na escala 1:25.000 todo o Quadrilátero Ferrífero, enquanto o Projeto Três Marias propunha um trabalho de caráter regional, na escala 1:250.000. Além disto, a área abrangida por este projeto engloba apenas uma pequena parte aflorante dessas duas unidades, o que decerto não traduz a idéia regional da geologia de uma região tão complexa como esta.

6.4.2 Histórico

Rynearson et alii (1954), descrevem a

existência de uma discordância angular no Quadrilátero Ferrífero e uma discordância erosiva, não angular, em outras rochas metamórficas mais antigas. No mesmo ano, Barbosa propõe a denominação de Série Barbacena para uma unidade que considerou mais antiga que a Série Minas.

Oliveira et alii (1956), rejeitam a Série Barbacena proposta por Barbosa (1954), como mais antiga que a Série Minas, mas reconhecem a existência de uma "Série Pré-Minas", separada por uma discordância da Série Minas.

Posteriormente, num trabalho de Dorr et alii (1959), esta série é "definida" e recebe o nome de Série Rio das Velhas, sendo considerada por seus designadores como constituída de duas unidades: Grupo Maquiné, mais novo, e Grupo Nova Lima, separados por uma discordância.

Simmons & Maxwell (1961), reconhecem um grupo de rochas na serra dos Cambotas e serra do Caraça, entre a parte basal da Série Minas e a Série Rio das Velhas. Denominam-no Grupo Tamanduá e o atribuem à Série Rio das Velhas, dividindo-o em quatro formações. Mais tarde, Simmons (1968), combina as três formações superiores numa única formação. Posteriormente, Dorr (1969), propõe a inclusão do Grupo Tamanduá, na Série Minas em oposição às séries Itacolomi e Rio das Velhas como haviam proposto respectivamente Guimarães e Simmons-Maxwell.

Simmons et alii (1968), como resultado de um mapeamento no extremo oeste do Quadrilátero Ferrífero, distinguem duas facies dentro do Grupo Nova Lima, de acordo com a presença ou ausência de formação ferrífera ou filito fer

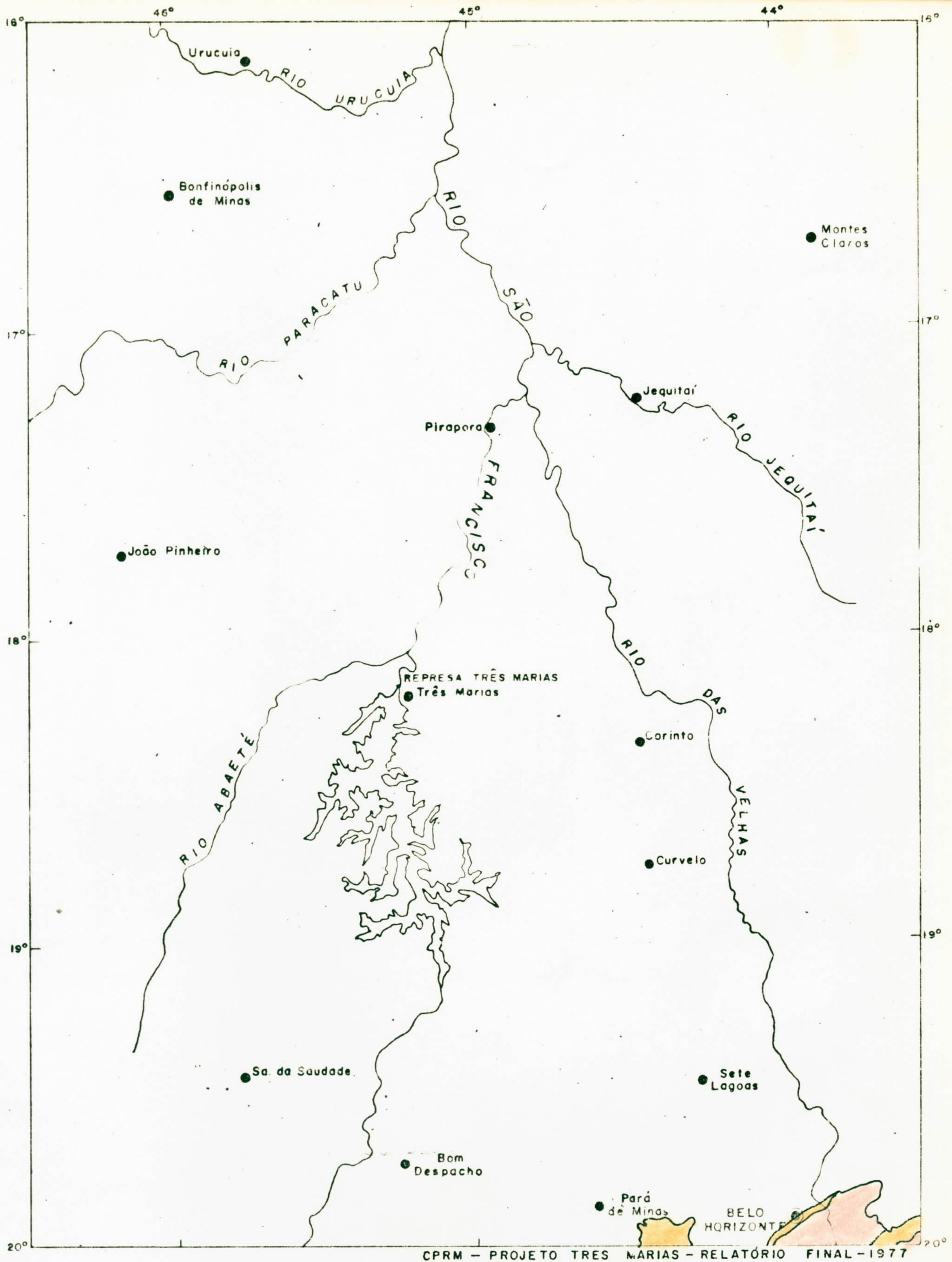
ruginoso nessas rochas. As rochas ferruginosas foram consideradas mais novas que os filitos ferruginosos. Outros estudiosos também propõem a divisão do Grupo Nova Lima em formações. No entanto, Dorr (1969), enfatiza que este grupo só poderá ser dividido em formações quando um mapeamento mais acurado puder fornecer maiores informações estruturais. No mesmo trabalho Dorr constata que a divisão do Grupo Maquiné em Formação Palmital (O. Rourke, 1958), e Formação Casa Forte (Gair, 1962), só pode ser seguida por uma extensão de mais ou menos 20 km na sinclinal de Vargem do Lima, no vale do rio das Velhas.

6.4.3 Distribuição Geográfica

Ocorre no extremo meridional da área do projeto, na Folha de Belo Horizonte, ao sul das serras do Curral e da Piedade, em ambas as margens do rio das Velhas, onde engloba parte dos municípios de Nova Lima, Sabará, Morro Velho até as proximidades de Caeté. (Figura 8)

6.4.4 Expressão Topográfica

As rochas do Super Grupo Rio das Velhas estão profundamente intemperizadas e dissecadas, topograficamente arrasadas, com vales apertados. De modo geral, as altitudes variam de 600 a 800 metros. A drenagem está condicionada aos diferentes tipos litológicos e estruturação regional, predominando os padrões dendrítico, retangular e paralelo. A vegetação em toda a sua ocorrência é escassa, refletindo a pobreza do solo e o condicionamento topográfico.



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO

- SUPER GRUPO MINAS
- SUPER GRUPO RIO DAS VELHAS

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 8

6.4.5 Relações de Contato

As rochas do Super Grupo Rio das Velhas são consideradas como repousantes sobre a Associação Gnáissico-Migmatítica, tendo sido descrita uma discordância angular do tipo não conformidade. Entretanto, na área do presente trabalho só constatou-se discordância de caráter tectônico.

6.4.6 Litologia

6.4.6.1 "Grupo" Nova Lima

Este "grupo" é constituído de filito cinza-esverdeado a cinza-prateado, quando intemperizado adquire coloração amarelada a marrom-avermelhada; filitos grafitosos, com lentes e zonas de formação ferrífera, metamorfisados; clorita-xistos cinza esverdeados, aspecto sedoso, quando intemperizados mostram-se amarronzados, avermelhados ou rosados, xistosidade muito acentuada; metavulcânica cinza azulada, granulometria fina; dolomito róseo, por vezes muito puro, granulometria fina, com dolomita bem recristalizada, contendo sulfetos; grauvaca intemperizada, cor esbranquiçada, com grãos de quartzo e feldspato arredondados, granulação fina, discretamente xistosa; quartzito rosa-acinzentado, constituído essencialmente de quartzo de granulação fina a média e mica branca; quartzito-carbonato-hematita-xistoso (formação ferrífera), sendo que estas formações ferríferas são de facies carbonatada com alternância de chert, siderita e hematita; anfibolito cinza-azulado e cinza-preto, com xistosidade definida, de granulação fina a grosseira;

e rochas ultrabásicas, constituídas por serpentinitos cinza-esverdeados.

6.4.6.2 "Grupo" Maquiné

Predominam intercalações de quartzito, finamente listrado, de coloração cinza-clara, com cristas maiores de quartzo envolvidas por quartzo branco, de finíssima granulação, aspecto sedoso; conglomerados lenticulares, geralmente marron escuros, consistindo de seixos alongados de quartzo de veio, filitos e quartzitos; filitos e mica-xistos de coloração marron, cinza e esverdeada.

6.4.7 Características Estruturais

Os lineamentos estruturais apresentam direção preferencial NW-SE. O principal sistema de falhas que afeta as rochas do Grupo Nova Lima está localizado a leste da cidade de Sabará, apresentando direção NE-SW. Essas rochas apresentam clivagens com direções NE e mergulhos variando em torno de 40° - 50° para SE.

As rochas do Grupo Maquiné, a leste de Nova Lima, apresentam camadas invertidas com direções NE e mergulhos fortes para SE.

Em geral as rochas do Super Grupo Rio das Velhas apresentam estilo de dobramento complicado, com antifomes e sinformes apertados e revirados, com eixo no sentido NE-SW e E-W.

6.4.8 Idade

Este capítulo abrange considerações conjuntas sobre as idades dos "Super Grupos" Minas e Rio das Velhas, uma vez que na elaboração do capítulo referente à litologia dessas unidades, tomou-se como base o trabalho realizado pelos geólogos do Departamento Nacional da Produção Mineral (D.N.P.M.) e do U.S. Geological Survey, que mapearam o Quadrilátero Ferrífero em detalhe no período de 1946 a 1962. Na parte referente à idade, aqueles autores analisaram o problema, não em partes isoladas, mas sim considerando como um todo a evolução do Quadrilátero Ferrífero.

Fundamentando-se na determinação de valores absolutos de idade, associados aos dados de campo, Herz (1970), propõe a seguinte cronologia para as unidades pré-Cambrianas do Quadrilátero Ferrífero.

1. Deposição do Super Grupo Rio das Velhas com idade superior a 2.700 m.a..
2. Intrusão de rochas ígneas máficas e ultramáficas.
3. Intrusão do granodiorito do Complexo de Bação e a oeste da serra da Moeda com aproximadamente 2.700 m.a. Formação dos gnaisses bandados. Intrusão dos granitos da serra da Moeda e a noroeste de Sete Lagoas com cerca de 1.930 m.a..
4. Deposição do Super Grupo Minas.
5. Deposição da Série Itacolomi, que pode ser coincidente com a época da renovação das atividades nos complexos da Moeda e do Bação e de um granito com grandes xenólitos.

tos ao norte da Serra do Curral e um granito pós-metamórfico a este, com cerca de 1.350 m.a..

6. Um evento há 1.000 m.a. nos complexos de Bação e da Moeda que pode ter produzido um magma anatótico. Intrusão de diques máficos.

7. Um evento termal há 500 m.a. ou mesmo dois, há 550 e 450 m.a., resultando da perda do argônio, especialmente das micas. Intrusão pegmatítica nas partes leste e nordeste da área.

8. Intrusões de sills diabásicos e pequenos "stoks" gabróides com cerca de 120 m.a., provavelmente relacionados aos de São Paulo.

6.5 Pré-Cambriano - "Super Grupo" Minas

o Histórico ???

6.5.1 Distribuição Geográfica

As rochas do "Super Grupo" Minas distribuem-se no extremo sudeste da área do Projeto, a este e sul de Belo Horizonte, formando as serras do Curral e da Piedade e aparecem novamente a sudeste de Caeté, onde fazem parte da região do "Quadrilátero Ferrífero".

6.5.2 Expressão Topográfica

Esta unidade profundamente dissecada com altitudes que variam em torno de 700 a 800 metros, encontra-se topograficamente bastante arrasada.

Nas regiões em que essas rochas são mais

resistentes, como é o caso das serras do Curral e Piedade, apresentam um relevo destacado com cotas atingindo entre 1.100 a 1.200 metros de altura. As cristas dessas serras são bastante escarpadas.

A drenagem é densa, predominando o tipo dendrítico retangular e paralelo, condicionada aos padrões litológicos. A vegetação predominante é o cerrado fechado acompanhando as encostas das serras.

6.5.3 Relações de Contato

Durante os trabalhos de campo não se constatou nenhum afloramento que evidenciasse claramente o interrelacionamento dos super grupos Minas e Rio das Velhas. No entanto J. Van N. Dorr II e Simmons (1959), assinalam que "Os conglomerados da Formação Moeda são compostos de seixos e matações provenientes de veios de quartzo, com algum quartzito; o conglomerado basal, possui seixos de xistos, filitos e outras rochas subjacentes da Série Rio das Velhas".

Grossi Sad (1969), afirma estar a "Série" Minas em discordância sobre a "Série" Rio das Velhas, apesar de não ter sido encontrado em nenhum local o conglomerado tipicamente basal. O principal suporte para a afirmativa da existência da discordância foi a constatação da ocorrência do Grupo Caraça, ora sobre rochas do Super Grupo Rio das Velhas, ora sobre rochas da Associação Gnáissica-Migmática.

6.5.4 Litologia

6.5.4.1 Grupo Caraça

Este grupo é constituído de quartzito normalmente branco ou acinzentado, maciço, formado de quartzo, com granulação fina a média e subordinadamente mica branca, bem laminado com planos de aleitamento definidos; filitos cinza-escuros a prateados, levemente grafitoso; e conglomerado de seixos de quartzo, com algum quartzito.

6.5.4.2 Grupo Itabira

Constituído de Itabirito cinza-prateado a cinza-escuro, formado de bandas com alternâncias nítidas de quartzo e hematita; dolomito de cores variadas dependendo da quantidade e da natureza das impurezas, assim como branco, cinzento, avermelhado e esverdeado; filito marrom-acinzentado.

6.5.4.3 Grupo Piracicaba

Constituído de filito cinzento-prateado, cinzento e castanho; quartzito ferruginoso com grãos de quartzo bem arredondados e de minerais ferruginosos; dolomito acinzentado, essencialmente argiloso; quartzito cinza-claro de granulação fina a média, grãos de quartzo bem arredondados, com estrutura laminada; e conglomerado basal, constituído de seixos de fragmentos erodidos de itabiritos, dolomitos e filitos.

6.5.5 Aspectos Estruturais

Tectonicamente muito afetada, as rochas do Super Grupo Minas apresentam estilos de dobramentos complicados, com eixos na direção NE-SW e E-W na parte sudeste da folha e direção NE-SW e N-S, na parte sudoeste.

Na região sudeste evidenciam-se duas falhas de empurrão com direções NE-SW e E-W. A primeira coloca em contato direto o Grupo Itabira sobre o Caraça e o Grupo Nova Lima com o Caraça, além de promover o deslocamento para o sul dos grupos Caraça e Itabira. A falha com direção E-W coloca em contato direto as rochas do Super Grupo Espinhaço com o Grupo Canastra.

A Serra do Curral é considerada como constituída por estratos invertidos com mergulhos fortes (Dorr II, 1963), e está seccionada em diversos locais por pequenas falhas de rasgamento. A direção destes estratos é NE-SW, com mergulhos variando de 50° - 60° para SE.

6.5.6 Origem e Ambiente de Sedimentação

Segundo Dorr II e George Simmons, os três "grupos" do "Super Grupo" Minas estariam representados da seguinte maneira:

- O "Grupo" Caraça é definido por sedimentos clásticos de granulação fina e grosseira, depositados durante uma transgressão marinha. Representados pelos quartzitos da Formação Moeda apresentam aleitamento de corrente e fração argilosa muito baixa, sugerindo que o continente que forneceu o material fora muito bem peneplanado, antes da se

dimentação. As rochas dessa seqüência teriam sido depositadas durante a fase pré-orogênica das bacias geossinclinais. A Formação Batatal consta em geral de um filito, que muitas vezes é grafitoso, e que não representa um ambiente extremamente redutor.

- No Grupo Itabira haveria predominância de sedimentos químicos que se acreditam depositados em ambiente de mar raso. Neste, as formações ferríferas, principalmente os itabiritos, foram depositados em ambiente de oxidação em mar bastante raso. O conglomerado intraformacional da Formação Gandarela, descrita por P. Guild (1957), indica apenas que o meio era de elevada turbulência, portanto, a sedimentação se processava em águas não muito profundas.

- No Grupo Piracicaba predominariam os sedimentos clásticos depositados localmente em um ambiente de transgressão e, localmente, em geossinclinal. Estes autores (1963), descrevem o conglomerado basal da Formação Cercadinho correspondendo a um acréscimo de seixos mal rolados do sedimento que vinha se depositando no topo do Gandarela, indicando provavelmente uma fase precoce da orogênese, fase esta que abortou antes do final da formação, dando origem à nova fase de sedimentação de tipo pré-orogênico. A Formação Sabará (Gair 1963), seria proveniente de um sedimento pelítico, com laminação rítmica fina. A rocha original era provavelmente um siltito argiloso de seqüência grauvaquiana. A xistosidade da rocha é bem pronunciada e oblíqua em relação aos planos de sedimentação, mas não apagam mesmo certos detalhes estruturais do sedimento primitivo, podendo-se observar em certas amostras um esboço do aleitamento gradual.

6.6 Pré-Cambriano - "Super Grupo" Espinhaço

6.6.1 Histórico

Os quartzitos, quartzitos conglomeráticos, conglomerados, filitos e formações ferríferas que ocorrem na serra do Espinhaço não tiveram seu posicionamento estratigráfico aceito sem contestação, desde o trabalho pioneiro de Derby (1906), no qual ele designa todo o conjunto de "Série de Minas", em que pesem as inúmeras contribuições dos diversos autores que os têm estudado.

Harder e Chamberlin (1915), criaram o termo "quartzito Itacolomi" para a série superior representada pelo quartzito do pico do Itacolomi, nas proximidades de Ouro Preto, sobrejacente ao que se reconhecia como série inferior (Série de Minas), segundo já demonstrara Derby em 1879. Deve-se a Guimarães (1931) a designação formal "Série Itacolomi", que se valeu do termo de Harder e Chamberlain.

Freyberg (1932), usou a designação "Formação Espinhaço" para as rochas que Moraes (1937) enquadrou na Série Itacolomi. A inexistência de um conceito definido para essa cordilheira, que se estende para o norte a partir do nordeste de Belo Horizonte, levou Freyberg a criar aquela expressão.

Em 1937, Moraes estendeu a denominação Série Itacolomi às unidades rochosas do norte de Minas, englobando grande parte da serra do Espinhaço, no trecho Diamantina-Grão Mogol até a fronteira com a Bahia, excluindo dela as formações Sopa e Macaúbas, que acreditava pertencerem

a sua Série Lavras.

Guimarães (1931) e Moraes (1937) correlacionaram os quartzitos da serra do Espinhaço à Série Itacolomi e os filitos subjacentes à Série Minas. Uma outra classificação foi sugerida por Barbosa (1954), que situa os quartzitos na base da Série Minas, baseando-se em idéias de Harder e Chamberlin (1915).

Na reunião em que estiveram presentes técnicos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, PROSPEC e Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM-, realizada em dezembro de 1974 em Salvador, com a finalidade de integrar dados de vários projetos regionais em andamento nos Estados da Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, ficou estabelecida a denominação "Super Grupo Espinhaço" para o conjunto de rochas metassedimentares e vulcânicas ácidas, que ocorrem na extensa região que corresponde à serra do Espinhaço. Estabeleceu-se, também, que a parte basal consiste, invariavelmente, de um dos seguintes tipos litológicos ou sua associação: quartzitos, rochas vulcânicas ácidas e conglomerados polimíticos.

Estratigraficamente, o limite superior discordante faz-se com as rochas do Grupo Bambuí, no craton do São Francisco e no platô do alto rio Pardo, e com as rochas do "Grupo Una" (Bambuí), na chapada Diamantina.

6.6.2 Distribuição Geográfica

Morfologicamente, a seqüência de rochas que corresponde ao Super Grupo Espinhaço pertence ao conjunto orográfico da serra do Espinhaço, ou serra Geral, que é

o que resta de um altiplano com altitude média de 1.200 metros e cuja dissecação se deu segundo um alinhamento norte-sul, devido ao controle estrutural sobre a drenagem. Ocorre na área do projeto o bordo ocidental da referida serra, ocupando quase toda a porção leste, distribuindo-se desde o extremo SE da folha Belo Horizonte até o centro-leste da Folha de Pirapora. (Figura 9)

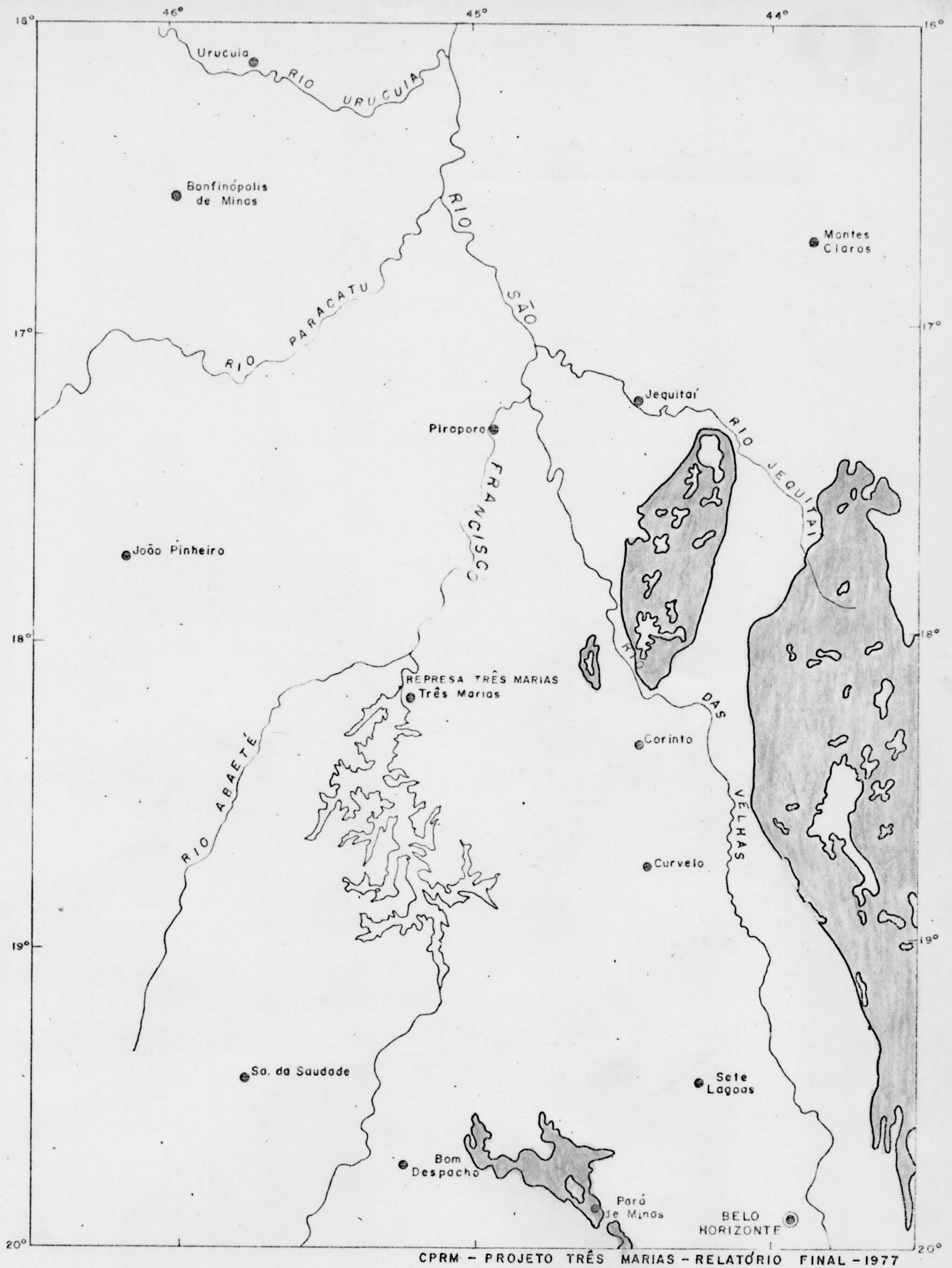
Alinhando-se no sentido norte-sul, recebe localmente diversos nomes como serra do Cipó, Mutuca e Cambotas, na Folha Belo Horizonte. Na Folha de Curvelo recebe a denominação de serra de Minas e na Folha de Pirapora, serra Mineira.

Na porção centro-leste da área do projeto, destacam-se do Espinhaço as serras do Cabral e Bicudo, localizadas nas folhas de Pirapora e Curvelo.

Uma ocorrência restrita situa-se a leste de Jequitaiá entre as serras das Porteiras e Água Fria, situadas na Folha de Pirapora.

Ainda fez-se uma correlação do Super Grupo Espinhaço Indiviso com a seqüência ocorrente na serra do Rio do Peixe, nas imediações das localidades de Pitangui e Pequi na Folha Belo Horizonte.

Tal correlação fundamentou-se na similaridade petrográfica (quartzitos sericíticos e hematíticos, conglomerados polimíticos e filitos de origem, provavelmente, vulcânica), e na disposição das rochas metabasíticas xistificadas que permeiam a seqüência com idêntico comportamento ao que se observa na serra do Espinhaço.



- ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DO SUPER GRUPO ESPINHAÇO

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 9

6.6.3 Expressão Topográfica

Esta unidade é caracterizada por aspectos topográficos diretamente subordinados aos quartzitos e sua estrutura. Os planaltos montanhosos representam a feição morfológica dominante, destacando-se o relevo regional. Nas margens da serra, esses planaltos são limitados por escarpas com desníveis de centenas de metros. A paisagem de planalto desenvolveu-se segundo duas superfícies, uma com 1.200 e outra com 1.400 metros, exibindo ondulação condicionada às principais estruturas, suportando morros e cristas altamente resistentes à erosão. Os quartzitos desse grupo, dobrados e intensamente diaclasados, formam as maiores elevações, que atingem na parte central da serra a altitude de 1.600 metros. As áreas aplainadas ocorrem principalmente em regiões de rochas filíticas, como ao norte de Conselheiro Mota (foto nº 02).

Associados às fraturas desenvolvem-se vales apertados e escarpados.

O padrão de drenagem predominante é paralelo nas zonas de falhas e diaclase. Nos chapadões desenvolveu-se microdrenagem dendrítica.

6.6.4 Relações de Contato

As rochas do Super Grupo Espinhaço parecem assentar-se discordantemente sobre as rochas mais antigas da Associação Gnáissica-Migmatítica.

A direção geral da clivagem das rochas quartzíticas é norte-sul, com mergulhos geralmente abaixo de

30°. Na unidade subjacente o elemento estrutural observado é a foliação bem desenvolvida, que se orienta NNW na região de Gouveia, tomando direções NNE, mais ao sul, região de Congonhas do Norte e Costa Sena. O mergulho da foliação é mormente para leste, sempre com valores entre 30° e 60°, com freqüentes variações locais.

Os diferentes graus de metamorfismo entre as unidades em questão e as variações na direção da foliação das rochas subjacentes têm sido os elementos estruturais usados para caracterizar sua provável discordância.

As regiões a leste de Gouveia e a sudeste de Costa Sena constituem as áreas onde melhor se apresentam as relações de contato entre as unidades.

No restante da área, quando existe acesso, essas relações são obliteradas pelo elevado estágio intempérico das rochas do embasamento.

Com as rochas do Super Grupo Minas, o contato se faz por uma falha inversa, aproximadamente E-W, que posiciona aquelas rochas sobre estas.

6.6.5 Litologia

As rochas seguramente metassedimentares dessa unidade são representadas por quartzitos e metaconglomerados extremamente deformados, o que causa a quase total obliteração do acamamento. Associados a esses ocorrem xistos e filitos que aparecem ora no contato com rochas migmatíticas, ora intercalados em diferentes níveis. Em muitos locais esses xistos associam-se, ou mostram gradações para rochas metavulcânicas que variam de básicas a ácidas. Pe-

As fotografias aéreas vê-se claramente que essas rochas cortam as demais em diversos sentidos (aerofoto nº 1), ressaltando-se raros casos em que se apresentam concordantes. Essa situação já havia sido observada em campo por L.J. Moraes, O. Barbosa e outros, quando estudaram as lavras diamantinas, tendo os mesmos constatado petrograficamente que alguns filitos e xistos representavam antigas rochas ígneas retrometamorfosadas e posicionadas em forma de diques e soleiras posteriormente deformados.

Nos locais onde as rochas quartzíticas se mostram intactas, dificilmente são encontrados leitões pelíticos, o que nos leva a crer que, na área em questão, seriam eles realmente muito raros. Assim sendo, é lícito supor que a maioria desses xistos provem da diaforesse sobre vulcânicas diversas.

Como já diversos autores sugeriram, parece-nos, também, que a seqüência Espinhaço apresenta três situações de invasões vulcânicas: uma parcialmente anterior aos quartzitos e predominantemente ácida à intermediária; uma segunda francamente intrusiva, porém anterior à principal deformação e predominantemente básica (até ultrabásica) e talvez uma derradeira, também básica, formando apenas raros diques e conseqüente à principal deformação. As duas primeiras encontrar-se-iam metamorfosadas, quase totalmente xistificadas e apresentando, em muitos locais, adiantada diferenciação metamórfica que segregou óxidos e silicatos em finas bandas. (foto nº 03).

Em mapa, esses xistos foram representados como unidades litológicas e em posição cronoestratigráfica superior aos quartzitos.

Inúmeras falhas inversas, com vergência ocidental, espessam o conjunto e provocam frequentes repetições de xistos e quartzitos, todavia a espessura real do pacote parece não ultrapassar muito uns trezentos metros.

Essas repetições e a quase completa destruição dos planos estratigráficos não permitem o estudo de perfis litológicos, porém percebe-se regionalmente uma certa variação das características sedimentares de leste para oeste, na altura de Datas e Vale Fundo, sugerindo um espessamento e maior seleção sedimentar. Na seqüência litológica assim observada, podem-se distinguir dois conjuntos estratigráficos mais ou menos característicos: quartzitos finos, com níveis conglomeráticos e xistos metavulcânicos associados a xistos quartzosos (metarcósios e metagrauvacas); conglomerados oligomíticos e raramente polimíticos passando a ortoquartzitos e quartzitos sericíticos com raras intercalações de filitos. Ambos os conjuntos são cortados por metabasitos que variam de filito a anfibolitos diabasóides.

6.6.6 Origem e Ambiente de Sedimentação

Na área do Projeto Três Marias foram identificadas três unidades faciologicamente distintas, porém não individualizadas em mapa, constituindo o conjunto litológico do Super Grupo Espinhaço. A distribuição e variação faciológica dessas unidades associadas à geometria do sítio deposicional, delimitada pelo contorno da cordilheira, a natureza do material, incluindo, principalmente, partículas clásticas, variando de seixos a argila, e a energia, principalmente mecânica, representadas pelos conglomerados costeiros e sedimentos retrabalhados constituem elementos que ca-

racterizam um ambiente de plataforma continental de águas rasas (foto nº 08).

A distribuição da facies revela uma evolução de sedimentos marinhos de águas rasas a sedimentos tipicamente transicionais sob condições litorâneas. As estruturas sedimentares são indicativas de um complexo ambiental misto, com interação de condições de submergência e exposição subaéreas, incluindo depósitos de canais, sedimentos de planície de inundação costeira e cordões litorâneos (foto 05).

A unidade basal, constituída por conglomerados polimíticos, sugere ter sido carregada para o sítio deposicional em regime torrencial, como indicam o "fabric" e a frequente repetição na seqüência quartzítica inferior de níveis e bolsões deste tipo conglomerático, com seixos dispendo-se segundo estratificações cruzadas pluridirecionais.

As rochas xistosas que ocorrem intercaladas nesse conglomerado, como já se salientou linhas atrás, sugerem a possibilidade de representarem uma seqüência de rochas vulcanoclásticas, vulcânicas, variando de ácidas a básicas, parcialmente contemporânea ao início da sedimentação do Super Grupo Espinhaço.

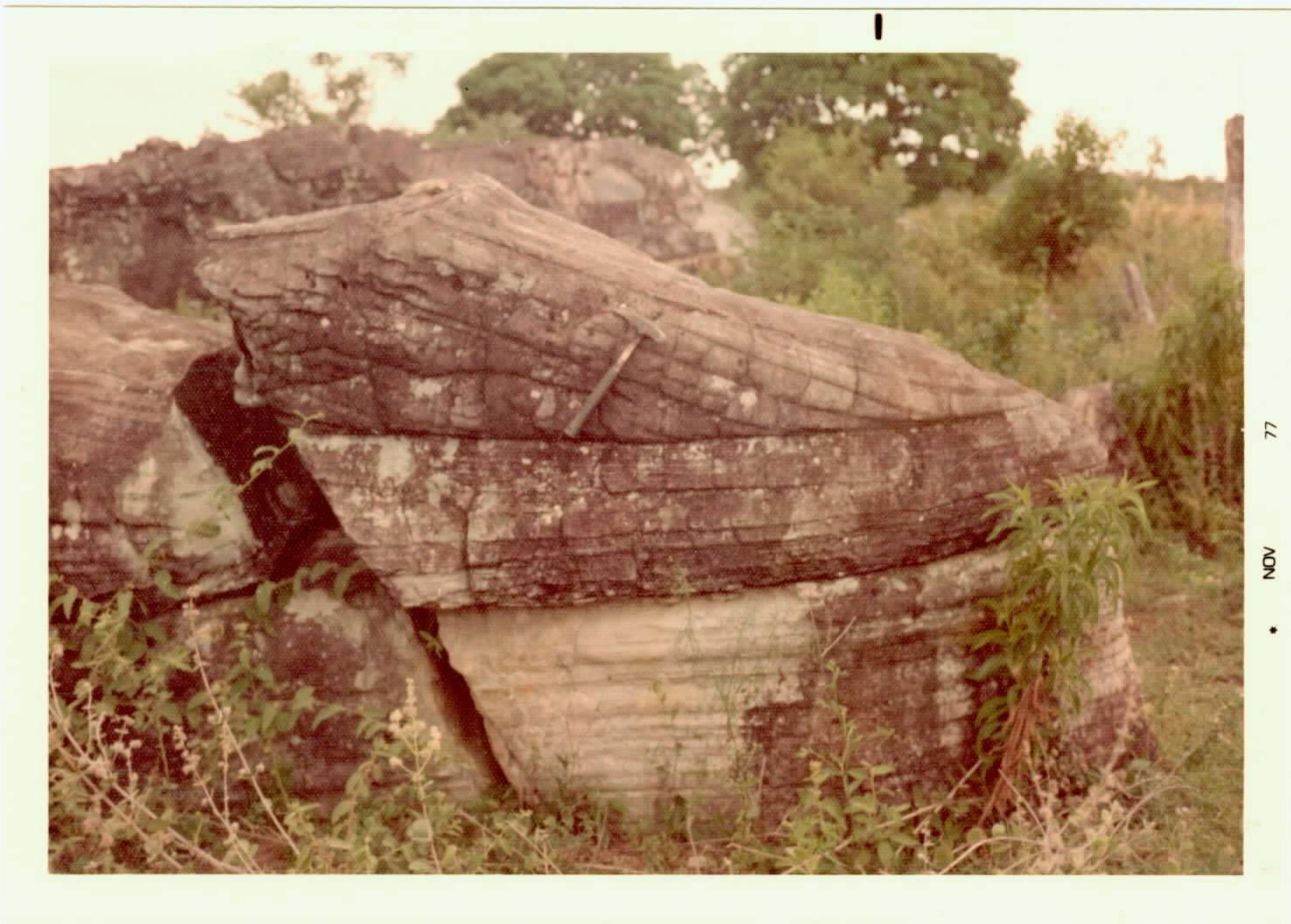
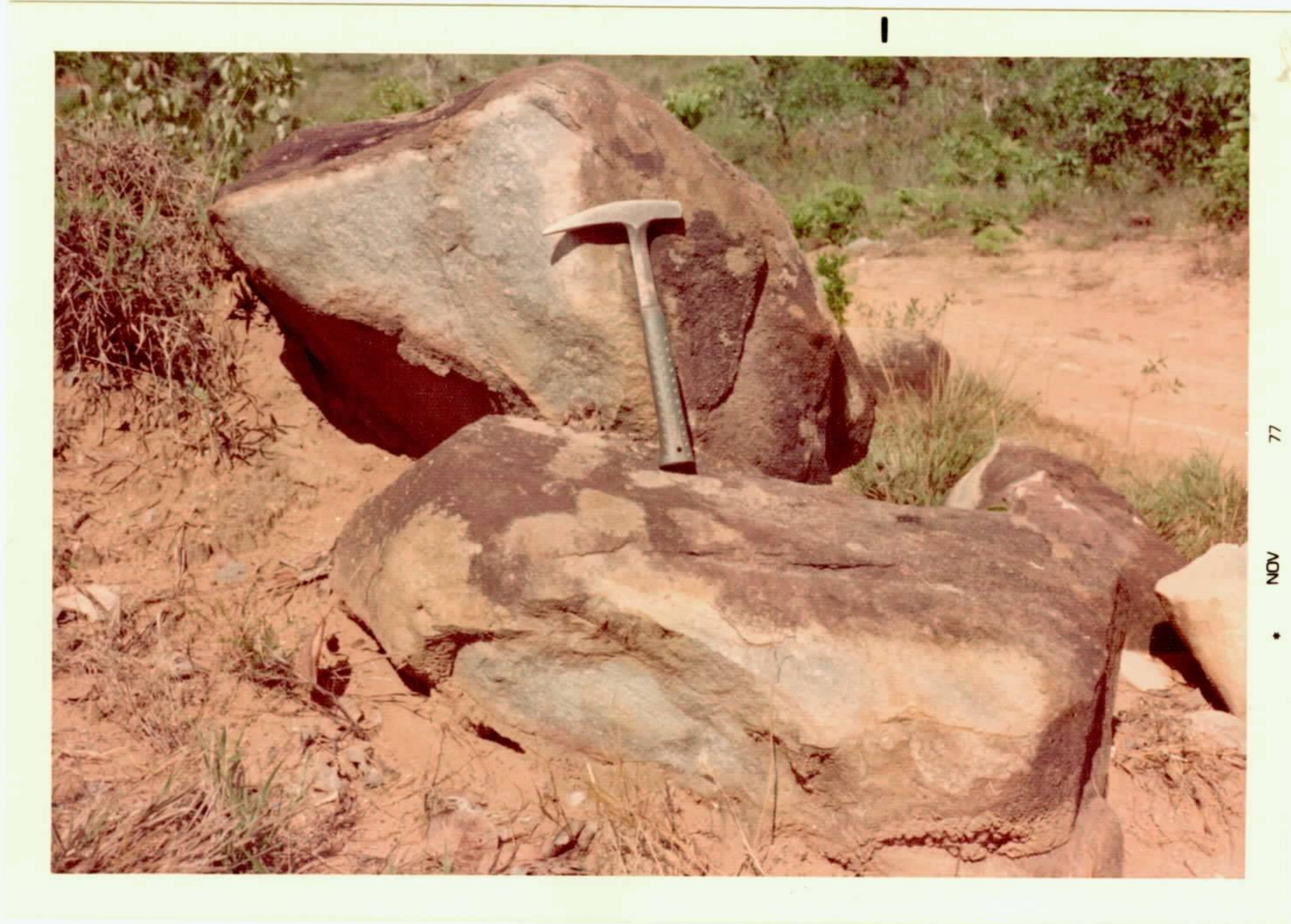
A espessa seqüência de quartzitos micáceos, com vários níveis de conglomerados, ortoquartzitos e filitos, corresponde a depósitos tipicamente costeiros, do tipo "plataforma instável". Sua parte basal é constituída por areias impuras, feldspáticas e com seixos pingados, passando gradativamente, no topo, para areias quartzosas, com quantidades variáveis de matriz (quartzitos sericíticos), granulação desde fina a grosseira, com várias intercalações

FOTO 03 - Quartzitos de coloração azulada pertencente ao conjunto litológico do Super Grupo Espinhaço.

LOCAL - Córrego do Leitão, região de Lavrinha
GM-274 (625,110)
Folha de Pirapora

FOTO 04 - Estratificação cruzada do tipo "em calha" em quartzitos do Super Grupo Espinhaço.

LOCAL - Lavra da Comexa (serra do Cabral)
GM-350 (330,165)
Folha de Pirapora



de sedimentos argilo-arenosos (filitos). As variedades quartzosas (ortoquartzitos) são produtos de "reclassificação" em áreas de grande turbulência, tais como canais de rios que possivelmente adentram a bacia. Já a espessa sequência de ortoquartzitos e filitos, representaria depósitos de linha de costa, tipo cordões litorâneos e barreiras de areias. (foto nº 04).

A repetição cíclica do acamamento constitui outra característica muito comum dos depósitos de "plataforma instável".

Também a forma de ocorrência, o "fabric" interno e a grande extensão regional dos bancos de conglomerados indicam deposição em ambiente de águas rasas (foto 06).

6.6.7 Aspectos Estruturais

O conjunto de rochas que constitui o Super Grupo Espinhaço é caracterizado por um estilo de dobramento, em geral, não muito complexo. No leste da área, a serra do Espinhaço representa uma grande estrutura semi-anticlinória, denominada Anticlinorium de Gouveia, por Fflug, 1965, que se estende no sentido norte-sul. Na porção central, a oeste da serra do Espinhaço, as antiformes da serra do Cabral, serra do Bicudo, estendem-se também no sentido norte-sul. Nas regiões intermediárias, orientadas no mesmo sentido, localizam-se as sinformes de Buenópolis e da Água Fria, constituídas por rochas do Grupo Bambuí. Na serra da Água Fria, rochas do Super Grupo Espinhaço afloram apenas no núcleo erodido, a leste de Jequitaiá.

A estrutura do Espinhaço nessa região, po

FOTO 05 - Vista parcial da Lavra do Jobô.

LOCAL - Serra Mineira
GM-264 (524,004)
Folha de Pirapora

FOTO 06 - Marcas de ondas assimétricas em quartzitos do
Super Grupo Espinhaço na serra do Cabral

LOCAL - Lavra dos Porcos (serra do Cabral)
GM-387 (305,175)
Folha de Pirapora



rém, não é simplesmente um anticlinório. A serra do Cabral constitui-se de dois braqui-antiformes geminados por uma estreita zona de falha meridiana, que se estende de Augusto de Lima a Covancas, tendo como apêndice um estreito bloco falhado que se prolonga na direção norte para formar as serras de Água Fria e das Porteiras. O Espinhaço propriamente dito, chamado localmente de serra Mineira ou serra de Minas, forma uma grande antiforme a leste de Montes Claros, da qual apenas estreita parte do flanco ocidental aparece no âmbito do presente projeto. Essa antiforme é limitada a oeste e sudoeste por duas extensas falhas inversas paralelas, com deslocamento oblíquo, contra uma segunda antiforme com o flanco ocidental ondulado e a parte sul esmagada de encontro a uma extensa zona rígida de direção noroeste. O flanco oriental dessa dobra apresenta-se intensamente cortado por inúmeras falhas inversas de pequeno rejeito e direção norte, que vão progressivamente destruindo o arranjo estratigráfico no sentido leste.

As camadas quartzíticas, que ao norte do rio Paraúna apresentam-se onduladas e cortadas por pequenas falhas e fraturas, tornam-se extremamente deformadas para o sul por sucessivas superfícies de cisalhamento, com direção norte-noroeste que obliteram completamente o acamamento. Um grande número de fraturas, frequentemente preenchidas por diques básicos, emerge das zonas de falha inversa dirigindo-se para noroeste, oeste e sudoeste ou formando arcos concêntricos a partir de Inhaí. Essas fraturas mostram-se quase sempre entortadas ou deslocadas. Um verdadeiro mosaico de quartzitos é formado por essa rede de fraturas e diques.

FOTO 07 - Brecha diamantífera da unidade intermediária
do Super Grupo Espinhaço.

LOCAL - Lavra do Jobô (serra Mineira)
GM-264 (524,004)
Folha de Pirapora

FOTO 08 - Gretas de contração em quartzitos do Super
Grupo Espinhaço.

LOCAL - Serra do Cabral
GM-353 (332,058)
Folha de Pirapora



Uma compressão, de leste para oeste, facilmente perceptível nas imagens aéreas, deformou essa rede fazendo com que os inúmeros blocos quartzíticos deslocassem entre si, cavalgando-se pelas fraturas meridianas e deslizando-se pelas transversais. Essa movimentação foi facilitada pelos diques que se deformaram, xistificando suas rochas e permitindo que em muitos blocos ficassem preservadas as estruturas sedimentares dos quartzitos.

Todas essas grandes deformações são anteriores à Formação Macaúbas, cujas camadas transgridem-nas, sofrendo apenas pequenos deslocamentos por reativação de alguns planos. A maioria dessas reativações é penecontemporânea e os deslocamentos são normais, com exceção das falhas a leste de Bocaiúva que são de cavalgamento, porém de pequeno rejeito. Essa falha denota uma recrudescência da compressão que exagerou os mergulhos das camadas Macaúbas, chegando a verticalizá-los ou mesmo invertê-los em algumas localidades, ao mesmo tempo que ondulou as camadas Paraopeba e exagerou a curvatura das dobras dos quartzitos Espinhaço.

As estruturas de dobramento regional estão sobrepostas as dobras concêntricas de diversas amplitudes, cujos flancos possuem mergulhos variando entre 5° e 50° , sendo que os flancos do leste apresentam sempre os menores valores, caracterizando uma vergência para oeste. Em toda parte norte da serra do Espinhaço, principalmente na serra Mineira, essa vergência é observada nitidamente, resultando numa predominância de mergulhos para leste, já que esses flancos são mais extensos que os de oeste. Enquanto o mergulho regional das camadas, provavelmente, não ultrapassa 30° , as medidas mais frequentemente obtidas são em torno de

45°, apesar de apresentarem mergulhos mais acentuados devidos às amplas estratificações cruzadas.

Na porção central da serra, nas proximidades do embasamento, as camadas apresentam-se dobradas mais apertadamente, deslocadas por sucessivas falhas inversas, tendendo ao estilo similar, com flancos invertidos ocasionando num perfil EW o posicionamento aparente do embasamento por cima da seqüência quartzítica (fig. nº 10).

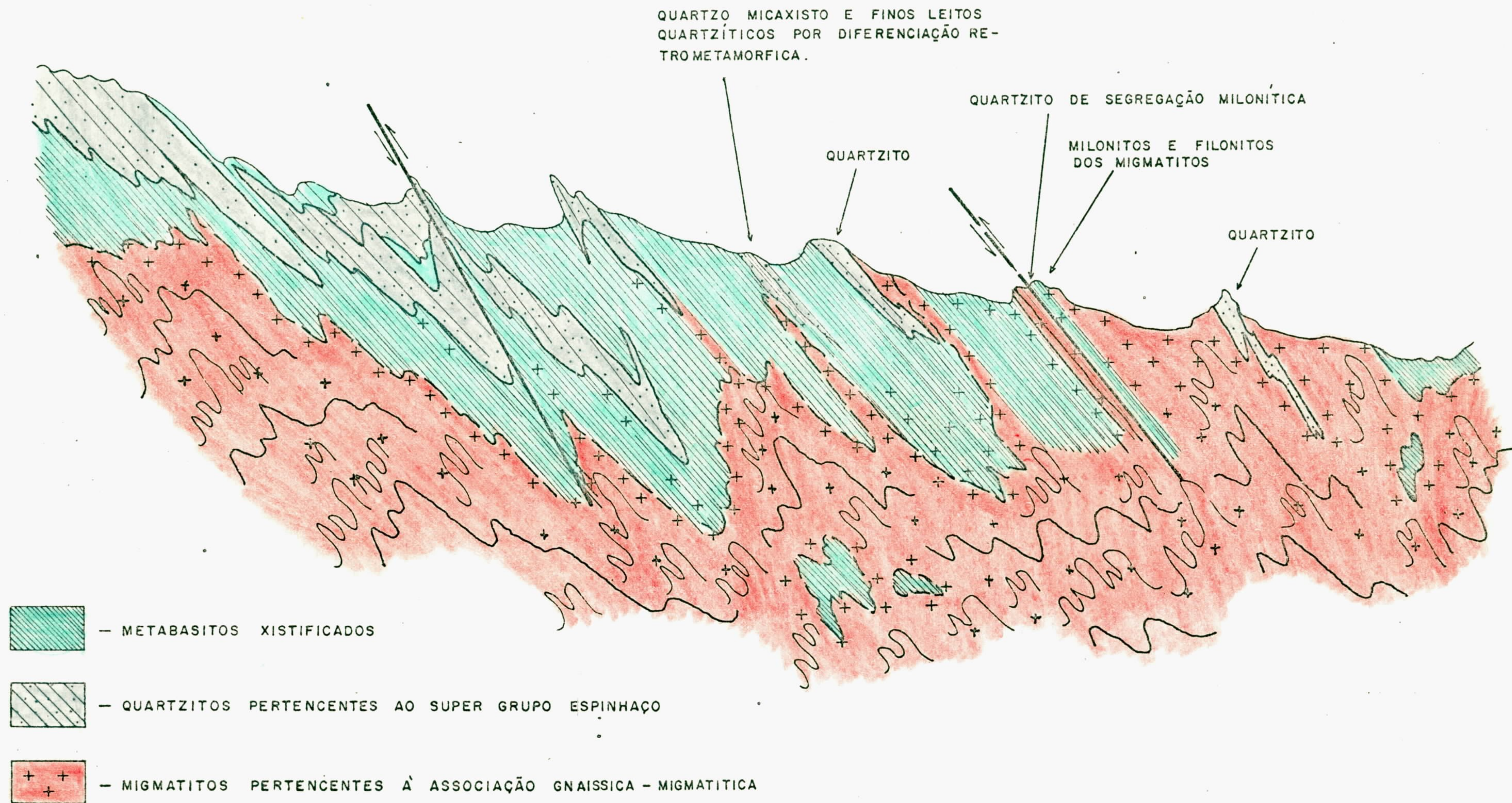
Ao sul do rio Paraúna, os dobramentos regionais já não são percebidos, predominando intenso embricamento das camadas para leste.

Os eixos de dobramento nem sempre acompanham a direção geral norte-sul, mudando para SSE-NNW na parte sul da serra (próximo a Costa Sena e Curc Fino), porém, retornando à direção geral na sua parte norte, alcançando, às vezes, a direção SSW-NNE. A direção das camadas também muda de norte-sul, na parte norte, para 150° - 160° na região central, retomando a direção aproximadamente norte-sul no extremo sul da serra. Nas regiões axiais das dobras regionais o acamamento toma direção E-W.

É importante citar que no limite sul, as camadas quartzíticas da serra das Cambotas, pertencentes ao sistema Espinhaço, estão truncadas pelas sinclinais do Quadrilátero Ferrífero. Nessa região, as rochas do Super Grupo Espinhaço Indiviso, com direção geral norte-sul, limitam-se com a estruturação aproximadamente E-W das rochas do Super Grupo Minas.

As ocorrências do oeste, serras do Cabral e Bicudo, constituem antifomes regionais, com dobra-

PERFIL GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO
DA SERRA DO ESPINHAÇO
REGIÃO SUL DE GOUVEIA



mentos menores de diversas amplitudes. Os flancos mergulham com valores de 10° a 30° nos bordos de leste e valores de 20° a 45° nos de oeste, caracterizando uma vergência para oeste menos pronunciada que na serra do Espinhaço. A estruturação obedece, em linhas gerais, à tectônica do Espinhaço.

Na sequência filítica, ou mesmo nos quartzitos micáceos, os dobramentos podem-se apresentar mais pronunciados. Quando se intercalam camadas filíticas nos quartzitos, desenvolvem-se dobras de arrasto. Devido à composição micácea, essas rochas exibem uma clivagem pronunciada, com valores semelhantes aos do mergulho dos planos axiais, formando um elemento planar tão característico que, às vezes, é confundido com o acamamento. Por outro lado, a vergência dos planos axiais para oeste, ocasiona nos flancos de leste o paralelismo entre a clivagem e os planos de acamamento. Nas regiões de charneira das dobras, a clivagem apresenta-se bastante pronunciada e com valores mais altos.

Lineações são encontradas nas zonas de charneira, fornecendo os eixos de dobras, sendo mais frequentes nas rochas filíticas. O alongamento e a orientação dos seixos também proporcionam às rochas conglomeráticas estrutura linear.

As direções de falhamentos são predominantemente transversais e diagonais ao eixo estrutural principal. São falhas transversais e diagonais ao eixo estrutural principal, normais oblíquas, com componentes horizontais e verticais. Para esses falhamentos, as direções predominantes nas serras Mineira, do Cabral e do Bicudo são $N60^{\circ}W$ e $N40^{\circ}E$. Para o sul, a direção dessas falhas apresen

ta uma variação de cerca de 20° em torno da direção E-W. Outros falhamentos importantes são aqueles aproximadamente paralelos ao eixo estrutural principal, que na região setentrional alinham-se norte-sul. Essas direções apresentam valores em torno de $N30^{\circ} - 40^{\circ}W$ e $N10^{\circ} - 20^{\circ}E$. Dentre estas, destaca-se a falha inversa que corta a serra Mineira (bordo leste), no sentido SSE/NNW, possuindo centenas de quilômetros e estendendo-se pela área adjacente de leste. Na região meridional, a direção do eixo estrutural sofre uma inflexão para NNW e, seguindo essa mesma direção encontram-se falhamentos inversos que limitam, a oeste, o Super Grupo Espinhaço, colocando-o sobre rochas do Grupo Bambuí. Existe ainda mais para leste, na serra do Cipó, outra falha inversa dentro dos quartzitos do Super Grupo Espinhaço Indiviso, também com direção NNW. No prolongamento sul da serra do Espinhaço predominam as falhas transcorrentes, com direção aproximadamente EW, culminando num falhamento inverso na região de contato com as rochas do Super Grupo Minas.

As falhas inversas com direção paralela ao eixo estrutural principal foram, certamente, provocadas pelas rupturas e deslizamentos, segundo a região axial dos dobramentos isoclinais com vergência para oeste, citados anteriormente.

Diagonalmente ao eixo de dobramento principal, desenvolve-se um intenso diaclasamento, formando um mosaico triangular cujas principais direções são $N70^{\circ}W$, $N20^{\circ}W$ e $N60^{\circ}E$. Diques básicos preenchem diversas dessas fraturas acentuadas pela rede de drenagem, que é controlada estruturalmente.

6.6.8 Idade e Correlações

Os quartzitos que ocorrem na serra das Cambotas, extremo meridional da serra do Espinhaço, são descritos ao sul, como massas montanhosas isoladas nas serras de Ouro Branco e do Caraça e, a leste, constituindo o lado norte da serra do Tamanduá.

O posicionamento estratigráfico desses quartzitos tem sido objeto de controvérsia entre os geólogos que os estudaram, inclusive os da equipe DNPM-USGS (Dorr et alii).

Harder e Chamberlin (1915), Guimarães (1951) e O. Barbosa (1954), já os consideravam na serra do Ouro Branco, como posteriores à Série de Minas e assim os correlacionaram com o Itacolomi. Na serra das Cambotas, Harder e Chamberlin (1915) descreveram esses quartzitos como situados na base da Série Minas, enquanto Sheibe e Muller (1933), os consideram pós-Minas, também correlacionando-os com o Itacolomi.

Posteriormente, por ocasião do mapeamento realizado pela equipe DNPM-USGS (1957) na região do Quadrilátero Ferrífero, esses mesmos quartzitos foram situados na base da Série de Minas sob a denominação de Grupo Tamanduá, com localidade tipo na serra do mesmo nome situada na quadrícula de Cocais (Quadrilátero Ferrífero).

Simmons e Maxwell (1961) incluem o Grupo Tamanduá na Série Rio das Velhas, deixando claro, porém, que trabalhos futuros poderiam colocá-lo na condição de uma nova série.

A maior parte da serra do Caraça parece ser constituída pelos mesmos quartzitos da serra das Cambotas (Grupo Caraça), como supunham Harder e Chamberlin(1915). Na parte oeste da referida serra, são descritos como "discordantes" sobre o Grupo Maquiné do Super Grupo Rio das Velhas, enquanto na serra do Tamanduá, apesar de aparentemente concordantes, são tidos como truncados a leste e oeste pelo Super Grupo Minas, sendo por esta razão considerados em discordância regional de pequeno aspecto angular (Simmons e Maxwell, 1961). Ainda nesta última serra apresenta contato discordante com rochas do Grupo Nova Lima.

Guimarães (1931), baseado nas diferenças litológicas entre esses quartzitos e os da base do Super Grupo Minas, sustentou por muito tempo que tais seqüências não se correspondiam estratigraficamente. Por outro lado, devido às semelhanças litológicas, ele e diversos outros autores os correlacionaram com a "Série Itacolomi" (que por sua vez é idêntica aos quartzitos do Caraça que emprestou seu nome ao "grupo" que contém o quartzito Moeda), apesar da falta de continuidade dessa "série" e de sua localidade tipo para as outras áreas, e da falta de observações mais precisas entre as relações estruturais desses quartzitos com as demais unidades.

O reconhecimento dos quartzitos da serra das Cambotas, como parte integrante da seqüência litológica do Super Grupo Espinhaço Indiviso, inclusive com a identificação do conglomerado basal, paraleliza os quartzitos do então denominado Grupo Tamanduá à seqüência basal do Super Grupo Espinhaço Indiviso e sugere, dessa forma, uma idade pós-Minas, equiparando-os com a seqüência Itacolomi, ressaltan

do-se que constituem blocos de diferentes idades na evolução da faixa móvel que engloba o Quadrilátero Central e a serra do Espinhaço. (Aerofoto nº 2)

Entretanto, a insistência em se separar os quartzitos do Espinhaço dos da "Série" Minas não encontra base em fortes e decisivos argumentos que ponham termo à velha polêmica. Não se pode mesmo vislumbrar que mal traria ao conhecimento geológico a identidade das duas unidades, para ser tão radicalmente rejeitada por alguns geólogos. Analise-se, pois, desapassionadamente os seguintes fatos:

1. Todas as rochas filíticas e xistos do conjunto denominado "Série de Minas", e atualmente qualificado como "Super Grupo", não mais apresentam suas estruturas primárias o que, aliás, D. Guimarães já observara em 1935 e continuamente vinha demonstrando (1940, 1946, 1959, 1970 e 1972). ("O estudo petrográfico deixa em evidência o processo de filonitização a que foram submetidas tais rochas e, portanto, a causa predominante de sua textura xistosa. Não é seguro atribuir o caráter xistoso de tais rochas da "Série de Minas", como também de outras, à conservação dos leitos de sedimentação original" - 1935).

2. As rochas gnáissicas (migmatitos e gnaisses-milonitos) associadas ou subjacentes aos xistos, têm seu bandamento sempre concordante com a foliação desses. Quando isto não ocorre, o limite é invariavelmente por falha.

3. Quando o contato entre quartzitos e xistos não se dá por falha, a foliação destes é penetrativa naqueles sob a forma de lâminas de cisalhamento ou clivagem, reapare

cendo sempre que camadas menos competentes (metapelitos, metavulcanitos, etc.) intercalam os psamitos. Magnífico exemplo pode ser visto na localidade de Feixo do Funil (Ouro Preto-MG.), no corte à cabeceira do viaduto R.F.F.S.A.

4. As rochas quartzíticas da serra do Caraça e da serra da Moeda (quartzitos Moeda e Tamandua) em quase nada diferem das rochas de mesma natureza que se estendem pelo Espinhaço até à serra das Cambotas, mantendo, além das mesmas características sedimentares, a mesma estruturação e as mesmas intercalações e intrusões de metavulcânicas xistificadas.

5. Os contatos de direções estruturais observados entre esses quartzitos nas proximidades de Barão de Cocais, ocorrem freqüentes vezes tanto no Espinhaço (nas proximidades de Costa Sena e Ouro Fino), como no Quadrilátero Ferrífero (nas proximidades da serra das Gaivotas, Casa de Pedra, Ouro Preto, etc.) e são o resultado de deslocamentos de blocos cavalgantes entre falhas direcionais.

6. As características da rocha denominada itabirito não são tão precisamente específicas que permitam identificar em fragmentos dispersos (seixos de conglomerados) se esses pertencem a unidade Minas, Rio das Velhas, Espinhaço ou outras.

7. Por outro lado, as rochas quartzíticas da serra das Cambotas estão muito deformadas por arrasto, e entre os seixos de seu conglomerado aparecem lascas de itabirito arrancadas de leitos subjacentes, por brechação tectônica ou turbulência sedimentar, mostrando não haver grande hiato entre os níveis ferríferos e os quartzitos superiores do Espinhaço. (Figura 11)

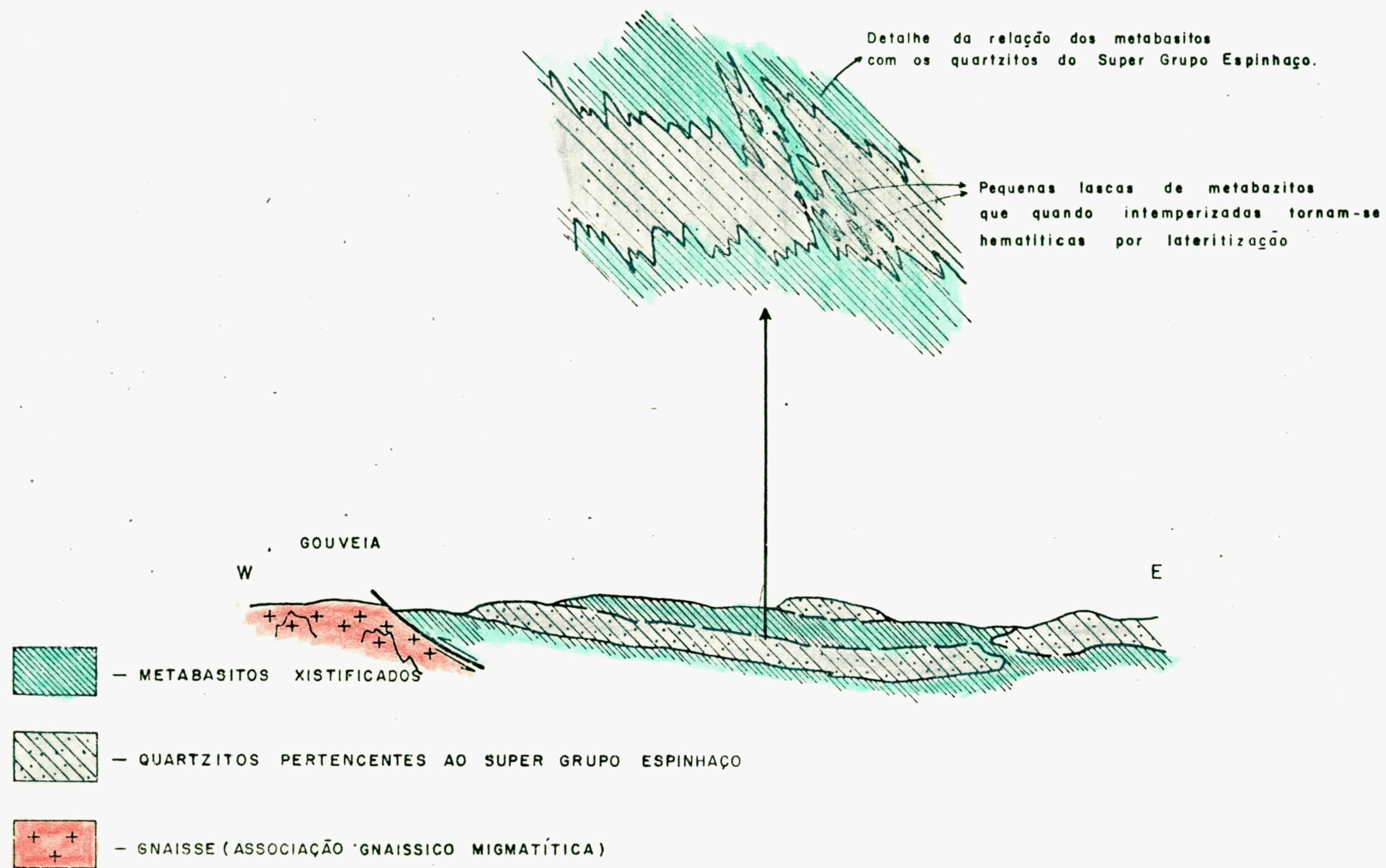


FIG. 11

8. Outros seixos como de gnaisses, granitos, quartzito, filitos, xistos, etc., não permitem a identificação precisa da sua fonte em vasta área onde essas rochas são as mais comuns.

9. Enfim, certo é que no Quadrilátero Ferrífero, como no Espinhaço, quartzitos intercalam-se e encimam seqüências vulcânicas, hoje quase completamente xistificadas, cujos processos tectônicos sucessivos os misturaram o suficiente para tornar difícilima, na maior parte, a recuperação do seu empilhamento original. Para conseguí-lo seria necessário primeiramente que se abandonassem certas idéias pré-concebidas que levaram a criar uma seqüência estratigráfica simplesmente fantasiosa para essas rochas, como a premissa de que todos os itabiritos constituem um único nível-chave estratigráfico e que a foliação desses e dos demais xistos e calcários constituem o acamamento preservado.

A partir dos trabalhos de R.C.Dyer(1970), as rochas do Espinhaço podem ser correlacionadas com as do Grupo Araí, que ocorrem no Estado de Goiás na bacia hidrográfica dos rios Paranã e Maranhão (formadores do rio Tocantins). Realmente, há entre essas rochas muitos caracteres semelhantes. A unidade basal, denominada Formação Arraias, é constituída predominantemente de quartzitos, cujos níveis inferiores apresentam extensa ocorrência de conglomerados oligomíticos intraformacionais e intercalações basais de vulcânicas ácidas. Algumas intrusões, mormente básicas, cortam a seqüência inferior e ocorrem na interfaces com o embasamento ou em alguns níveis da formação superior denominada Traíras. Os quartzitos inferiores apresentam transições para arcósios, ocorrendo em algumas localidades conglo

merados polimíticos de matriz arcossiana ou grauváquicas, em geral xistificadas. Esse grupo repousa sobre um substrato predominantemente granodiorítico gnaissificado, onde algumas amostras fornecem idades superiores a 2.000 m.a..

Os mapas aeromagnetométricos de Minas Gerais (Convênio Geofísica Brasil-Alemanha, 1973), na área oeste da serra da Jaíba e norte do rio Urucuia, mostram claramente um padrão magnético complexo e muito semelhante ao do Espinhaço, onde se sucedem longos corpos magnéticos de direção nordeste, intensamente falhados (quicá dobrados) e cortados por prováveis diques de direção noroeste. Provêm essas anomalias magnéticas do embasamento do Bambuí que ali se encontra pouco profundo. Em alguns raros pontos são conhecidos afloramentos desse substrato, porém é muito provável que as camadas crétáceas e seus derrames coluviais escondam áreas mais amplas não cobertas pelo Bambuí. Na base da Formação Três Marias ocorre extenso nível de conglomerados que se distribui de Arinos a Coração de Jesus, em ampla zona noroeste, entre São Francisco e Bonfinópolis. Esses conglomerados apresentam grãos, seixos e blocos de xistos, filitos, itabiritos, metabasitos, etc..

Todos esses fatos sugerem uma extensão das rochas do Espinhaço para noroeste até ligarem-se, talvez, com o Grupo Araí.

Os estudos de U. Cordani (1973) na região da Mantiqueira demonstram que o último evento orogénico no Escudo Brasileiro deve ter terminado por volta de 600 m.a., coincidente com o término da tectônica que deformou o Grupo Bambuí.

Como foi relatado linhas atrás, as rochas

do Espinhaço foram profundamente deformadas antes da sedimentação Macaúbas, tendo já cessado também todos os eventos vulcânicos associados àquela deformação. Por esse motivo e pela extensão da sedimentação Bambuí, tudo leva a crer que ela se processou num amplo lapso de tempo, fazendo-se acreditar não haver iniciado muito aquém de pelo menos 1.000 m. a., idéia esta já sugerida por muitos geólogos.

No trabalho de Cordani (op.cit.) é assinalado o evento orogenético precedente ao Brasileiro como tendo ocorrido há mais ou menos 2.000 m.a. (transamazônico). Como as localidades por ele estudadas ficam muito ao sul da presente área, pode estar representado lá um evento intermediário qualquer que corresponda à fase de deformação do Espinhaço, o qual é considerado por muitos autores como relativo à deformação do Grupo Araxá ou ao denominado ciclo Uruaçuano (Almeida, 1970). Contudo, uma amostra média dos granodioritos gnaissóides do município de Ibiá, que se associam aos xistos e metabasitos Araxá na localidade tipo desta unidade, foi datada (Rb/Sr) em 1780, mais ou menos 100 m.a..

Como D. Guimarães observou em diversos dos seus trabalhos, e pôde-se constatar na área em questão, o evento tectônico que atingiu o Espinhaço foi essencialmente diaforético, fazendo com que as rochas vulcânicas fossem progressivamente destruídas, o que talvez não haja permitido uma homogeneização isotópica geral antes dos eventos termo-metamórficos do ciclo Brasileiro. Nesse caso, qualquer rocha ígnea que tenha permanecido intacta dará a idade de sua origem primitiva, ou uma idade qualquer, influenciada em variados graus por sucessivos eventos termais

ou dinâmicos locais. Daí, talvez, uma explicação para a verdadeira miscelânea de resultados geocronológicos obtidos até agora na área do Quadrilátero Ferrífero.

Se for comparar essa área do Espinhaço à área norte da Amazônia, onde a ausência de deformações mais recentes permite um melhor estudo, veremos que, embora as separe uma imensa distância, a seqüência litológica e estrutural guarda-lhes grande semelhança. Lá parece que, sobre um substrato tipicamente plutônico, processou-se inicialmente um extenso evento vulcânico, mormente ácido, ao qual se sucedeu uma espessa sedimentação psamítica, perturbada por ligeira recrudescência do vulcanismo ácido (a intermediário) e seguindo-se, ao fim da sedimentação, um vulcanismo eminentemente básico (a ultrabásico). Após a formação de espesso pacote vulcânico-sedimentar, processou-se um evento dinâmico que causou a deformação parcial daquelas rochas. Nas rochas vulcânicas obtêm-se idades que variam de 1.950 m.a. (ácidos) a 1.450 m.a. (básicos) e nas zonas deformadas (também diaforéticas) obtêm-se idades entre 1.200 e 900 m.a..

Da mesma forma é possível que no Espinhaço, o principal evento magmático situe-se entre 2.000 e 1.600 m.a., a deformação que preparou a bacia Bambuí situe-se entre 1.200 e 900 m.a. e a última deformação que teve a participação de eventos térmicos regionais apenas nos grandes cinturões móveis ("Faixa rúptil do Paraíba do Sul" ou "Cinturão Orogênico Atlântico") situe-se entre 600 e 450 m.a. (sendo inexistente no Craton Amazônico).

6.7 Rochas Intrusivas Básicas e Ultrabásicas

Vários corpos e diques intrusivos são encontrados na área cortando rochas de todas as unidades, à exceção do Grupo Bambuí e das unidades que se superpõem a este. Essas estruturas estão, preferencialmente, ligadas às zonas de falhamentos e fraturamentos.

Até o presente estágio não se têm datações radiométricas desses corpos básicos e ultrabásicos e, apesar de serem anteriores ao Grupo Bambuí, não se exclui a possibilidade de representarem rochas similares de diferentes idades que sofreram transformações e reorganizações pelos ainda incontáveis números de fases tectônicas e metamórficas anteriores à deposição do Grupo Bambuí; por este motivo não se justifica alcunhar-se essas rochas "Pré-Bambuí".

Na região de Maravilhas (Folha de Belo Horizonte), ocorrem inúmeros diques, bastante destacáveis em fotos aéreas por se sobressaírem topograficamente do relevo da Associação Gnáissica-Migmatítica. Posicionam-se segundo lineamentos estruturais de direção NW-SE. São rochas de coloração cinza-esverdeada a preta, de granulação fina até grosseira e de estrutura maciça. São diabásios.

Ainda, na ambiência da Associação Gnáissica-Migmatítica ocorrente na Folha Belo Horizonte, distribuem-se corpos metabásicos isolados, nas vizinhanças de Caeté, José de Melo e Taquaraçu de Minas. São rochas de tonalidades cinza-esverdeadas, de granulometria média a grosseira. Encontram-se corpos que exibem estruturas maciças e orientadas. Salienta-se que, muitas vezes, tais corpos podem apresentar ambas estruturas ao longo de um único afloramento.

ramento. Essas rochas podem ser classificadas de gabros saussuritizados e anfibolitos. No primeiro tipo, ainda se conserva a textura hipautomórfica-granular original, constituído por piroxênio, plagioclásio, leucóxênio, magneto-ilmenita, epidoto, clorita, quartzo e titanita. Ao microscópio, o plagioclásio encontra-se totalmente saussuritizado e o piroxênio (diopsídio) também exibe quase total uralitização e argilitização. A magneto-ilmenita encontra-se alterada marginalmente em titanita. Algum quartzo ocorrente é produto da recristalização da sílica liberada durante as transformações diafóricas do plagioclásio e do piroxênio.

Nas rochas em que a estrutura linear varia de incipiente a total, observa-se ao microscópio composição mineral idêntica à dos tipos maciços. Naqueles tipos, o anfibólio (hornblenda) originou-se do piroxênio (diopsídio) e assumiu uma disposição linearmente orientada. O plagioclásio, também aqui, encontra-se totalmente saussuritizado e é o responsável pela larga frequência de epidoto na rocha. Assim sendo, essas rochas, originalmente, eram de composição gabróide e foram anfibolitizadas.

É extremamente importante para futuras pesquisas, salientar que esses corpos metabásicos exibem as mesmas transformações minerais e composição mineralógica similar ao corpo gabróide ocorrente na região de Monte Carmelo-MG., cuja datação K/Ar em hornblendas acusou 781 m.a. (Harre, Wetalli, 1976).

Nas ambiências do Super Grupo Espinhaço e nas da Associação Gnáissica-Migmatítica ocorrentes na porção central da serra do Espinhaço (Folha Curvelo, extremo nordeste da Folha Belo Horizonte) e na porção meridio-

nal da Folha Belo Horizonte, no triângulo formado pelas cidades de Pará de Minas, Pitangui e Pequi, são as que apresentam a maior incidência de rochas metabasíticas. Os tipos petrográficos que foram coletados durante o desenvolvimento do projeto são anfibolitos, anfibólio-clorita-xisto, talco-anfibólio-clorita-xisto, serpentinito e anfibolito diabasóide. As rochas básicas filonitizadas (filitos) coletadas não se prestaram ao estudo microscópico devido a seu elevado estágio intempérico. Esses filitos tanto cortam como se encontram paralelizados aos níveis de quartzito da serra do Espinhaço.

Os anfibolitos exibem textura nematoblástica de granulação fina a média. Em geral são constituídos por anfibólio (Hornblenda, tremolita-actinolita), plagioclásio, quartzo, talco, epidoto, clorita, opaco e titanita.

As análises microscópicas evidenciaram para os anfibolitos que ocorrem na área do projeto as seguintes características:

- o anfibólio, em parte, originou-se da transformação diafóretica do piroxênio (diopsídio);
- o plagioclásio (Andesina) exhibe saussuritização variável, de parcial a total;
- a magneto-ilmenita encontra-se alterada marginalmente em titanita;
- o anfibólio (original) transformou-se diafóreticamente em clorita, biotita e epidoto;
- o quartzo (pouco frequente) é produto da recristalização da sílica liberada na fase das transformações

diaftoréticas, dos minerais originais (Diopsídio, Anfibólio e Plagioclásio);

- a larga frequência de mineral do grupo do epidoto é resultante das transformações diaftoréticas que incidiram sobre o plagioclásio e o anfibólio da rocha original.

Depreende-se então que os anfibolitos eram rochas de composição gabróide, que sofreram reorganização textural e se adaptaram mineralogicamente às condições de um metamorfismo diaftorético. São, desse modo, iguais aos ocorrentes dentro da Associação Gnáissica-Migmatítica, citados inicialmente.

Quanto às rochas denominadas anfibolitos-diabasóides, pode-se afirmar que representam partes, muitas vezes centrais, de um corpo anfibolítico. Assim, encontram-se núcleos que ainda preservam relictos da textura original (hipautomórfica-granular) dentro do corpo totalmente orientado tectonicamente. Sua composição mineral e suas transformações diaftoréticas são iguais, quer na rocha com aspecto maciço, quer na nitidamente orientada.

Nas rochas de natureza ultrabásica (serpentinito) que se encontram associadas, ainda se podem identificar formas cristalinas preenchidas totalmente por serpentina, que eram antigos cristais de olivina. Em geral, encontram-se nessas rochas, relictos de anfibólio (tremolita) no seio de uma massa constituída por talco, clorita e serpentina.

Os metabasitos xistificados apresentam as seguintes associações minerais:

- talco-clorita

- anfibólio-clorita
- anfibólio-talco-clorita
- anfibólio-talco-plagioclásio.

Em algumas das rochas em que o anfibólio se faz presente, pode-se verificar que este, em parte, originou-se da alteração diaforética de um piroxênio. Também, nas associações em que o talco e a clorita estão presentes, identificam-se no interior das massas talcificadas e clorizadas, relictos de anfibólio (tremolita).

Como se pode observar, essas raras evidências não bastam para precisar a composição original dessas rochas que, mineralogicamente, foram totalmente transformadas e texturalmente reorganizadas.

6.8 Pré-Cambriano/Cambriano - Grupo Bambuí

6.8.1 Histórico

A primeira referência à seqüência de rochas pelíticas e carbonáticas que ocorrem em grande extensão na bacia do rio São Francisco, data de 1879, quando Orville Derby designou-a Série São Francisco. O nome Série Bambuí foi usado pela primeira vez por Rimann (1917), para caracterizar a mesma seqüência e, indevidamente, perpetrou-se na literatura geológica, sendo-lhe atualmente atribuído o sentido de grupo (Braun, 1968).

No que diz respeito à evolução dos estudos estratigráficos, já em 1906, Derby sugere sua divisão em duas unidades tectônicas e cronologicamente diferentes. Posteriormente, Freyberg (1932) impressionado pela diversi-

dade tectônica do Bambuí, propõe sua divisão em duas facies, que denominou Camadas Gerais e Camadas Indaiá. Entretanto, essas duas seqüências correspondem-se, pertencendo a um mesmo nível estratigráfico.

Após esses trabalhos pioneiros segue-se um longo período de ausência de trabalhos de alcance regional. Barbosa e Oppenheim (1932), que já apresentavam dúvidas quanto à divisão de Freyberg, elaboram um trabalho de cunho litológico, descrevendo minuciosamente os calcários oolíticos da região de Montes Claros e os arcósios de Pirapora. Em 1952, João Miranda, acrescenta um novo elemento, o Conglomerado Samburá, situando-o na parte superior da coluna.

Luciano Jacques de Moraes, em 1937, dividiu a Série Lavras, ao norte de Minas Gerais, em duas formações com características bastante diferentes. A Formação Macaúbas, que se constitui de filitos, micaxistos, filitos conglomeráticos, arenitos e raras camadas de calcários, e a Formação Sopa, composta de conglomerados diamantíferos.

A designação Série Lavras, utilizada por Moraes e extraída de Derby (1905), não abrangia as mesmas unidades litológicas, tendo em vista que este a definiu na região de Lavras Diamantinas no Estado da Bahia, embora, correlacionasse a identidade litológica desta área com as dos arredores de Diamantina no Estado de Minas Gerais que aqui constituem a Série Espinhaço. O Conglomerado Sopa, de signação de Moraes, para Derby era uma seqüência integrante da Serra do Espinhaço, com quartzitos e filitos associados.

Pflug (1963), posicionou a Formação Sopa

no conjunto litológico constituinte da Série do Espinhaço (Série de Minas, para o referido autor), mantendo a opinião original de Derby, e caracterizou a Formação Macaúbas como uma facies da Série São Francisco. Esta última afirmação contraria totalmente as observações de Moraes sobre a discordância angular entre a Formação Macaúbas e a "Série" Bambuí. Assim, como Pflug verificou deposição alternada de sedimentos típicos do Bambuí e do Macaúbas na região de Francisco Sá (MG), também Schmidt, 1969, observou idêntico comportamento 2 km a noroeste do povoado de Sítio, a sudeste da cidade de Bocaiúva (MG). Ambos, dividiram a Série São Francisco em duas facies: Macaúbas e Bambuí.

Schöll e Souza (1970) elevaram a facies Macaúbas à categoria de Grupo e mantiveram a designação de Grupo Bambuí na divisão da Série São Francisco.

Os conglomerados de Macaúbas e de Jequi-taí mostram em diversas localidades uma passagem gradativa para os arenitos, siltitos e pelitos carbonáticos do Grupo Bambuí (Formação Paraopeba - Braun 1968) (aerofoto nº 3).

Por outro lado, a espessura máxima do conjunto pefítico (incluindo lentes areníticas e os "ritmitos"), dificilmente ultrapassa duzentos metros.

Se for dado a essa unidade o caráter de grupo, ter-se-á com muito mais razão, de elevar também para grupo a categoria das demais formações do Bambuí (Paranoá, Paraopeba e Três Marias), que são mais espessas e complexas.

Assim sendo, nesse mapeamento, a Formação Macaúbas (L.J. de Moraes, 1936) ficará incluída no Grupo Bambuí.

A primeira tentativa de uma divisão racional surge em 1960, durante o XIV Congresso Brasileiro de Geologia.. Nessa ocasião, Costa e Branco apresentaram um relato baseado em observações da geologia às margens da rodovia Belo Horizonte - Brasília, e propuseram a seguinte estratigrafia para o Bambuí: Formação Sete Lagoas e Formação Rio Paraopeba, esta última dividida em quatro membros: Serra Santa Helena, Lagoa Jacaré, Três Marias e Serra da Saudade.

Posteriormente, por ocasião do XIX Congresso Brasileiro de Geologia, O. Barbosa (1965) fez algumas modificações, introduzindo na coluna estratigráfica as formações Samburá e Paranoá, esta última denominada por Andrade Ramos (1956), que a considerou, inicialmente, como pertencente ao Grupo Canastra. Entretanto, no estabelecimento dessas formações não foi levada em consideração a grande extensão da bacia, assim como sua complexidade tectônica. Dessa maneira, o membro denominado Serra da Saudade foi colocado estratigraficamente acima do membro Três Marias, sendo que, na realidade, o que ocorre são camadas inferiores da Formação Rio Paraopeba, elevadas por uma falha inversa. O que foi denominado Formação Sete Lagoas é um conjunto de calcários francamente descontínuos e que tanto podem aparecer abaixo dos argilitos e margas, como em Sete Lagoas, ou podem estar intercalados ou acima deles, como no vale da Palma em Goiás. Outro problema envolveu o Conglomerado Carrancas (Samburá, para Barbosa), que devido a sua espessura insignificante e falta de expressão areal, não poderia ser classificado como formação.

Baseado nessas evidências que tornaram impossível o uso das colunas acima citadas, em seus traba-

lhos de mapeamento na região centro-leste de Goiás e oeste de Minas, Braun (1966) conclui definitivamente que, pela descontinuidade dos calcários, margas, siltitos e argilitos, esses elementos litológicos devem representar facies. Em relatório entregue ao Departamento Nacional da Produção Mineral (1967) propõe uma divisão em quatro facies: Três Marias, Indaiá, Sete Lagoas e Paranoá. No ano seguinte, 1968, após completar o mapeamento de toda área de ocorrência do Bambuí, a oeste do meridiano 46° WGr e a norte do paralelo 20° sul, totalizando uma área de aproximadamente 100.000 km^2 , Braun elaborou uma coluna estratigráfica válida para toda a região considerada, cujas unidades fossem perfeitamente definidas e mapeáveis.

Deu a "Série Bambuí" a categoria de Grupo, dividido nas formações: inferior - Formação Paranoá, média - Formação Paraopeba e superior - Formação Três Marias.

Como se pode observar, todas essas divisões restringiram-se aos bordos meridional e ocidental da bacia do Grupo Bambuí.

Com relação ao bordo oriental, a sequência inferior do Grupo Bambuí denominada de Formação Macaúbas, pode, provavelmente, representar a Formação Paranoá do bordo ocidental.

Desse modo, para que a estratigrafia do Super Grupo São Francisco alcance um caráter mais definitivo, é necessário proceder a estudos comparativos dos aspectos sedimentares da sequência inferior ocorrente nos diferentes bordos que, sem dúvida, foi controlada pelos diferentes graus de estabilidade dos mesmos, durante a evolução da bacia.

6.8.2 Formação Macaúbas

6.8.2.1 Distribuição Geográfica

Esta unidade distribui-se no extremo SE da Folha de Belo Horizonte em pequenas ocorrências isoladas, respectivamente ao norte de Cardeal Mota e a este de Santana do Riacho, bordejando a serra do Cipó. Na região da serra de Minas apenas pôde ser individualizado um afloramento situado no trecho entre Santana do Riacho e vila da Lapi-nha, e um outro, mais ao sul, a nordeste da vila de Santa Bárbara.

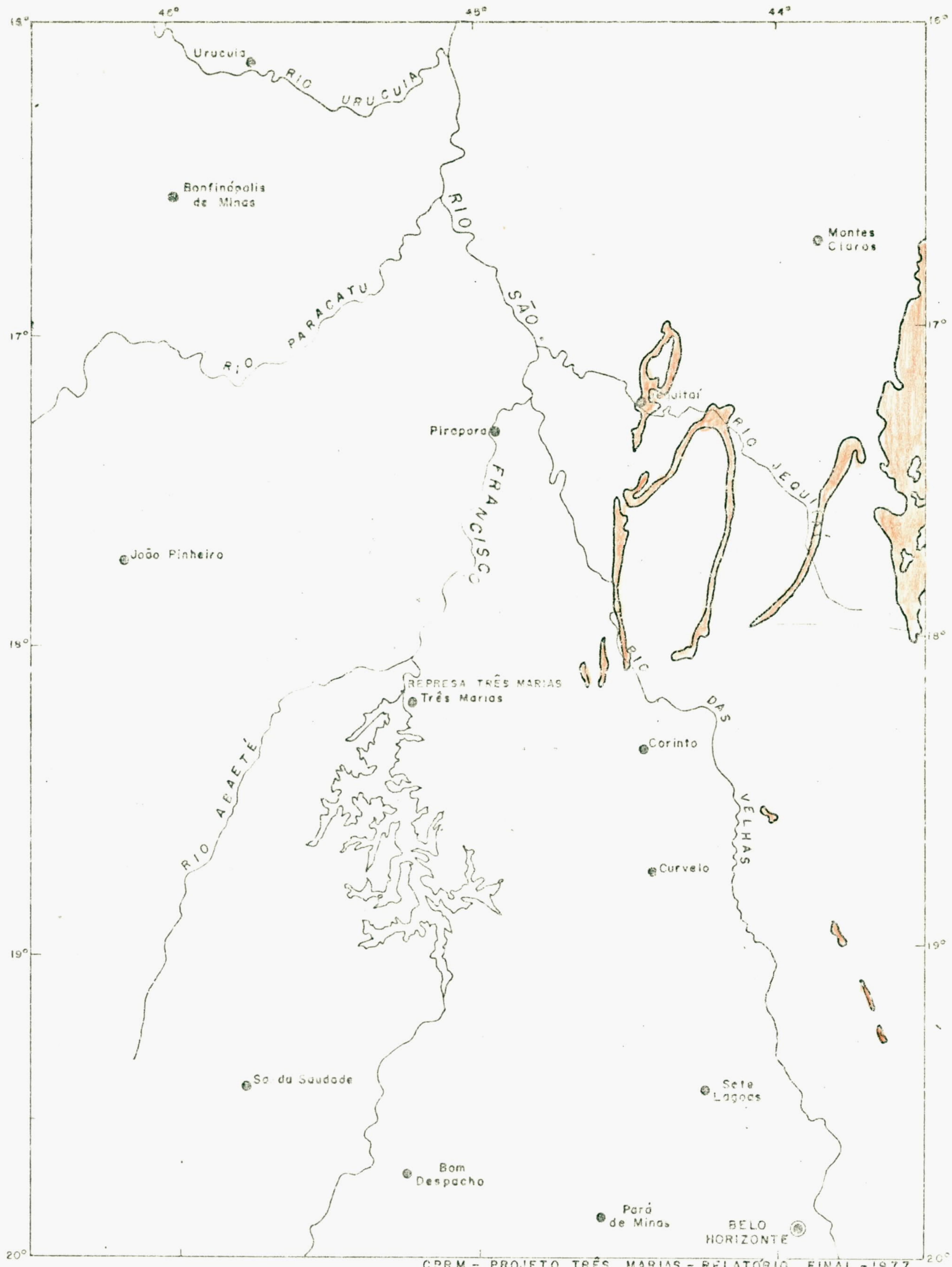
Para nordeste, a partir de Sítio, aumenta consideravelmente sua área de ocorrência, adquirindo grande expressão no extremo leste da Folha de Pirapora, distribuindo-se desde o norte de Mendanha (Folha de Curvelo) até o extremo SE da Folha de Montes Claros.

A oeste da serra do Espinhaço, distribui-se bordejando, quase que continuamente, a serra do Cabral, em estreita faixa que adquire maior expressão areal para o norte, constituindo as serras da Água Fria e das Porteiras, encerrando sua ocorrência na área do Projeto no extremo norte da Folha de Pirapora.

Ocorre ainda como parte integrante da serra do Bicudo, situada a SW da serra do Cabral, na Folha de Curvelo. (Figura 13)

6.8.2.2 Expressão Topográfica

As áreas de ocorrência da Formação Macaú



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORM. MACAÚBAS

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 13

bas limitam-se com a paisagem do planalto, onde são observadas abruptas diferenças de níveis, principalmente na parte leste, local em que as rochas dessa formação são menos resistentes ao intemperismo. Nessa região, esta unidade apresenta um relevo colinoso, pouco escarpado, com vales geralmente encaixados em fraturas e desenvolvimento de gargantas e "canyons". Nas áreas onde as rochas dessa formação são arenosas e conglomeráticas desenvolvem-se chapadas planas e profundamente intemperizadas, com erosão retrocedente nas margens, atingindo altitudes de 1.000 a 1.100 metros. A leste da serra Mineira, encaixada neste tipo de relevo, encontra-se a planície do rio Jequitinhonha com suas amplas aluviões, situada numa altitude média de 680 metros.

Nas ocorrências que bordejam as rochas do Super Grupo Espinhaço, desenvolve-se um relevo escarpado, com abruptas diferenças de níveis, controlado estruturalmente. Já nas serras do Cabral e Bicudo apresenta-se um relevo típico de "hog back" (foto nº 09).

O padrão de drenagem é dendrítico, às vezes condicionado aos sistemas de fraturas.

6.8.2.3 Relação de Contato

Devido ao obliteramento do acamamento original da parte basal da Formação Macaúbas pela foliação secundária, não é possível, na maior parte dos contatos existentes, uma relação precisa entre esta formação e as rochas quartzíticas do Super Grupo Espinhaço. Entretanto, no bordo leste da serra Mineira, no perfil entre a vila de Olho d'Água e o ponto GM-245, a existência da discordância angu-

lar torna-se sugestiva pelas atitudes dos quartzitos do Super Grupo Espinhaço em relação aos conglomerados da Formação Macaúbas. As medidas nos quartzitos foram realizadas ao longo de um plano contendo marcas de ondas, enquanto que nos conglomerados as medidas carecem de confiabilidade, uma vez que a foliação é muito pronunciada, o que leva a mascarar em parte o acamamento original.

É evidente mesmo a existência de uma discordância angular pronunciada com superfície erosiva, já que a ocorrência da parte basal desta formação mostra-se, principalmente nas serras Mineira e do Cabral, subordinada à configuração do paleorelevo. (aerofoto nº 4)

6.8.2.4 Litologia

O conjunto litológico que compõe a Formação Macaúbas é constituído por rochas de natureza clástica e caracterizado por inúmeras variações faciológicas, podendo-se entretanto distinguir, com base em critérios litológicos, três unidades da lapa para a capa, conforme segue:

a) constituindo a unidade basal desta formação observa-se toda uma variação faciológica vertical e lateral, com passagem gradual, sem quebra, desde conglomerados com matriz quartzítica a rochas conglomeráticas;

b) como unidade intermediária ocorre uma sequência petrograficamente caracterizada como diamictitos;

c) no topo, uma sequência de clásticos finos alternando-se com material pelítico, caracterizada como ritmitos.

Segue-se a descrição e distribuição dessas seqüências sedimentares, identificadas no conjunto litológico da Formação Macaúbas. Em mapa, apenas a seqüência do topo do conjunto (P₆bm), foi individualizada, tendo utilizado a representação P₆bmrt para identificá-la.

6.8.2.4.1 Rochas Conglomeráticas

Com base em critérios petrográficos pode-se fazer distinção entre dois tipos de rochas conglomeráticas que, por sua vez, apresentam diferentes distribuição espacial.

O primeiro tipo é caracterizado principalmente pela predominância de megaclastos sobre a matriz. Sua distribuição espacial encontra-se subordinada à configuração do paleorelevo, ocorrendo sempre bordejando as rochas do Super Grupo Espinhaço nas serras do Cabral, do Bicudo, serra Mineira e ocorrências no bordo ocidental da serra do Espinhaço, além de constituírem as serras das Porteiras e Água Fria.

São conglomerados polimíticos, mal classificados, cujos clastos, predominantemente angulosos, variam muito quanto ao tamanho, formato e litologia. Encontram-se caoticamente dispostos na matriz seixos que variam de grânulos a matações de 1 metro ou mais de eixo maior.

Nos conglomerados de Jequitaiá predominam os seixos e blocos de gnaiss, enquanto nas ocorrências da serra do Espinhaço seixos, blocos e matações de quartzito predominam largamente.

Subordinadamente são encontrados seixos

FOTO 09 - Morfologia típica das rochas da Form. Macaúbas no bordo leste da serra do Cabral (relevo de "hogback").

LOCAL - Estrada de Buenópolis à torre de retransmissão.

GM-337 (334,050)

Folha de Pirapora

FOTO 10 - Blocos e matações de quartzitos "Espinhaço", ocorrendo como megaclastos do Conglomerado Macaúbas.

LOCAL - Região de Curimataí, no bordo oeste da serra Mineira.

GM-293 (441,048)

Folha de Pirapora



de granitos, calcários, calcários dolomíticos, siltitos, argilitos, filitos, chert, rochas básicas (no bordo leste da serra do Cabral), xistos conglomeráticos e quartzo de veio, além de concreções manganosíferas.

Os seixos menores são geralmente subarredondados, enquanto os blocos e matacões são angulosos, estando, porém, misturados indistintamente e em quantidades variáveis.

É importante frisar que nas ocorrências da serra Mineira os matacões são sempre de quartzitos, identificados como provenientes do Super Grupo Espinhaço.

A matriz é predominantemente um arenito-feldspático (grauvaca), de granulação fina a média, com contribuição argilo-micácea, localmente. A estruturação conglomerática é encontrada até mesmo na matriz onde seixos de alguns centímetros e grânulos angulosos constituem parte integrante dessa fração mais fina da rocha. A coloração original é cinza-esverdeada, adquirindo tonalidades avermelhadas ou rosa-amareladas, quando no estado intempérico. Frequentemente encontram-se cavidades vazias ou preenchidas por material argiloso residual, que testemunha a pré-existência de seixos de material carbonático destruídos pelo intemperismo e conseqüente lixiviação dos mesmos.

Os conglomerados da região de Jequitaiá (Folha de Pirapora) apresentam seixos facetados de formato triangular (flat iron type), ocorrendo com outros de formatos variáveis e misturados. Na matriz arenítica calcífera, localmente piritosa, ocorrem abundantes grânulos de quartzo azul e castanho, bem arredondados, contrastando com fragmen

tos de rocha subangulares a subarredondados.

Nas ocorrências da serra do Cabral as melhores exposições são encontradas nas cabeceiras do córrego Riachão, localizadas ao sul do povoado das Covancas (sinforme da Água Fria), na fazenda Brejo do Rio Preto a NW de Joaquim Felício e na fazenda Buritizinho, a SW de Buenópolis (todas ocorrências na Folha de Pirapora).

Na serra Mineira (Folha de Pirapora) os conglomerados bordejam a aba norte e se distribuem para o sul nos bordos ocidental e oriental, apenas com exposições locais restritas.

Dessas ocorrências, as melhores exposições são encontradas nos córregos da Areia e da Rocinha, na estrada de Olhos d'Água a fazenda Duas Barras, na chapada sobre a serra Mineira a oeste de Olhos d'Água e no afloramento a leste do povoado de Sítio, onde encontra-se rocha fresca com seixos de calcários estratificados típicos do Grupo Bambuí. Ainda nessa última ocorrem horizontes, onde os seixos se encontram estratificados, formando o acamamento da rocha. Ao sul ocorrem na parte inferior da seqüência conglomerática do bordo ocidental da serra do Espinhaço e nas imediações da barragem do rio Paraúna (Folha de Curvejo), ao norte de Cardeal Mota, sopé da serra da Contagem (Folha de Belo Horizonte), onde esses conglomerados ocorrem com estrutura maciça. Distinguem-se dos demais conglomerados da área pela sua tonalidade cinzento-esverdeada, semelhante ao de Sítio e muito similar ao conglomerado ocorrente no rio Samburá, SW da localidade de Bambuí e ao da região de Piúí (fora da área do projeto). São ainda simila-

res aos conglomerados do rio do Peixe a SE da localidade de Papagaios.

Ocorrem ainda na região a leste da serra Mineira, no leito do ribeirão Inhaí e na serra da Lagoa do Pedro, situada na margem direita do rio Jequitinhonha.

O segundo tipo conglomerático, ao contrário do primeiro, possui distribuição areal bem mais ampla, constituindo a litologia predominante da Formação Macaúbas. Ocorre como parte integrante do bordo oeste da serra do Espinhaço e na região a leste da Serra Mineira (foto nº 10).

É caracterizado pela grande predominância dos seixos sobre a matriz. Gradativamente vai em direção ao topo, enriquecendo-se de matriz até constituir arenitos com seixos pingados e, em seguida, arenitos puros. A contribuição argilo-micácea aumenta enquanto a frequência e o tamanho dos seixos diminuem consideravelmente, atingindo estes no máximo 10 centímetros.

Nesses últimos são encontrados seixos de quartzitos e quartzo de veio predominante, além de gnaisse, filitos, siltitos e argilitos. Seixos frescos de rocha granítica não foram encontrados, já que raramente encontram-se afloramentos inalterados. Os seixos caulinizados são, provavelmente, gnaisses decompostos. Os megaclastos são agora mais arredondados e alongados, sendo que dos elementos carbonáticos lixiviados só restam cavidades alongadas, frequentemente preenchidas por material limonítico intempérico. No manto de decomposição enriquecem-se os seixos de quartzito e quartzo de veio, dando origem a uma contínua cobertura detrítica, característica desta unidade.

A matriz varia desde puramente arenosa até areno-feldspática, de granulometria fina e com frequentes grânulos de quartzo azulado. Possui coloração cinza-esbranquiçada a cinza-azulada, adquirindo tonalidades avermelhadas e amareladas quando alterada.

Intercaladas nestes conglomerados são encontradas camadas lenticulares de quartzitos micáceos de granulação fina a média, estratificação cruzada em "calha" e acamamento graduado. A grande quantidade de impurezas origina colorações avermelhadas, cinza-azuladas e esverdeadas. É notável a grande quantidade de grânulos de quartzo azulado, esfumaçado e leitoso, conferindo à rocha um caráter conglomerático. São frequentes as cavidades preenchidas por material argiloso limonítico, cristais de pirita e feldspatos alterados. A distinção desses quartzitos das rochas do Super Grupo Espinhaço pode ser feita, principalmente, pela pior seleção do material, arredondamento dos grãos, coloração e heterogeneidade do material.

Na estrada que liga o Cipó Veraneio Hotel a Santana do Riacho pode-se observar que a rocha conglomerática esbranquiçada contém intercalações de uma rocha quartzo-micácea-carbonática, com leitões individualizados de puro carbonato que, por sua vez, passa a rocha argilosa típica do Grupo Bambuí. Lateralmente, observa-se que a camada quartzo-micácea-carbonática passa a calcarenito típico do Grupo Bambuí (facies argilo-carbonática).

As melhores exposições desses conglomerados se encontram a leste da serra Mineira, região drenada pelo rio Jequitinhonha. No declive oeste da chapada que dá acesso à mina de diamantes Porto das Barcas, o acamamento

original, que geralmente se encontra obliterado pela foliação, é observado através da diferença granulométrica do material em camadas finamente estratificadas (1 a 2 cm de espessura), e também pelas diferentes colorações. Os leitos argilo-micáceos exibem cores avermelhadas devido à concentração maior de óxidos de ferro nas frações mais finas. Os leitos arenosos apresentam tonalidades amareladas. Estruturas de sobrecarga ("Load Casts") podem ser observadas nos leitos argilosos. Para o norte, aumenta a contribuição argilo-micácea na matriz desses conglomerados.

6.8.2.4.2 Diamictitos Cataclásticos

Distribuindo-se pelo extremo leste da área, nas folhas de Pirapora e Montes Claros, ocorrem rochas constituídas por grãos e grânulos de quartzo de até 0,5 cm, dispersos em abundantes matrizes micáceas, a sericita, clorita, moscovita e illita. Essa estruturação petrográfica em que os grãos se encontram "flutuando" na matriz caracteriza os diamictitos. A seqüência apresenta-se tectonicamente bastante afetada, com pronunciada foliação cataclástica.

Essa litologia constitui a parte superior do perfil da serra do Catuni (extremo SE da Folha de Montes Claros), e da região situada a leste dos povoados de Olhos d'Água e Ribeirão, drenada pelo rio Tabatinga. Nessas áreas, a seqüência aflora imediatamente sob as chapadas lateritizadas.

A individualização dessa unidade é impraticável na escala deste trabalho, devido à transição e semelhança entre sua matriz e a matriz dos conglomerados ime-

diatamente subjacentes.

Os diamictitos são rochas essencialmente constituídas de material micáceo, envolvendo grãos de quartzo de granulação média a fina e abundantes grânulos de quartzo azulado, quartzo enfumaçado e fragmentos de rocha. Possui estruturação cataclástica, desenvolvendo uma foliação proeminente que orienta os grãos alongados. Abundantes veios de quartzo cortam o quartzito, devido a recristalização. A cor original da matriz é verde, adquirindo tonalidade avermelhada quando alterada. Características dessa rocha são os resíduos intempéricos limoníticos, de coloração ocre que se dispõem planarmente segundo sua foliação. Provavelmente representam produto de material carbonático lixiviado.

Essas rochas são designadas na literatura como filonitos conglomeráticos.

6.8.2.4.3 Ritmitos

A unidade superior da Formação Macaúbas é constituída por uma seqüência rítmica de material pelítico e clásticos finos, finamente estratificada. Distribuindo-se no leste da folha da região compreendida entre a chapada da Onça e o bordo ocidental da serra do Espinhaço, continua ocorrendo para o sul, atingindo a região de Olhos d'Água e terminando em forma de cunha nas proximidades do córrego da Areia. Ocorrências restritas são encontradas mais ao sul, entre os córregos da Areia e da Rocinha e entre este último e o córrego Duas Barras. Essa seqüência pelitoarenosa é limitada a leste por contato de falha inversa com

os diamictitos e a oeste desaparece sob a cobertura detrítica da chapada da Onça. Ao sul do povoado de Curimatai ocorre faixa estreita desta seqüência. Na porção central da folha de Pirapora ocorre marginando a serra do Cabral e o bordo oriental da serra da Água Fria. (foto nº 11).

Esses ritmitos apresentam-se melhor caracterizados na ocorrência da serra do Espinhaço, pois nessa região a maior heterogeneidade do material que os compõe torna clara a estratificação rítmica. Trata-se de uma rocha argilo-siltico-arenosa finamente estratificada pela alternância rítmica de camadas de diferentes granulometrias. Localmente, essa unidade apresenta-se conglomerática, com grânulos (até 0,5 cm) arredondados de quartzo dispersos na matriz. Há leitões essencialmente argilo-siltosos e leitões apenas arenosos e de granulometria mista. Apresenta foliação secundária geralmente paralela à estratificação. Veios de quartzo dobrados e boudinados cortam transversal e paralelamente a estrutura estratificada. Observa-se do topo para a base um incremento de material clástico sobre a parte pelítica, deixando clara a passagem gradual para diamictitos. Essa transição é bastante nítida no perfil desenvolvido na chapada da Onça, seguindo-se pela estrada que leva à fazenda Riacho Fundo, situada a NE do povoado de Ribeirão. A SE de Olhos d'Água afloram calcarenitos oolíticos (oosparritos), de granulação fina, intercalados nesta seqüência.

Nas ocorrências que bordejam a serra do Cabral, esta seqüência é medianamente estratificada. Estratos siltico-argilosos de até 20 cm de espessura alternam-se com finas camadas arenosas. Frequentemente observam-se, intercaladas nesta seqüência, camadas de material ferruginoso

com "pseudo-seixos" intempéricos de limonita botrioidal.

A transição faciológica, a heterogeneidade do material e o acunhamento das camadas são característicos das unidades que integram o conjunto litológico da Formação Macaúbas (foto nº 12). (aerofoto nº5)

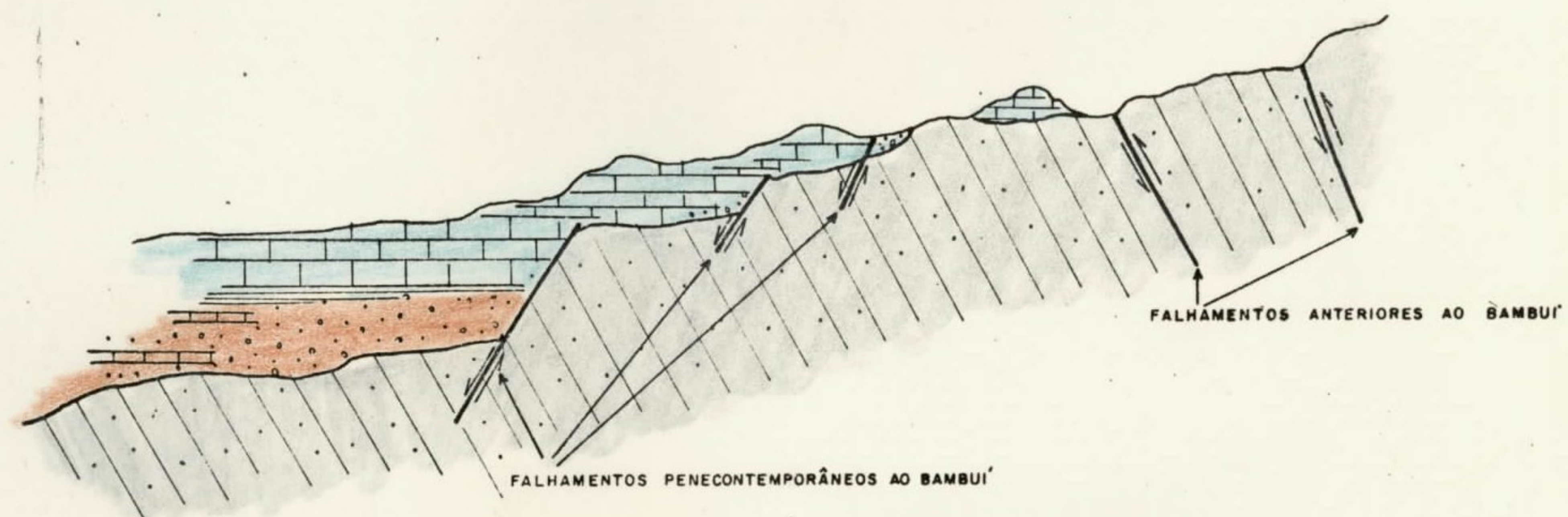
6.8.2.5 Características Estruturais

As rochas da Formação Macaúbas foram afetadas tectonicamente em diferentes graus, de acordo com seu posicionamento espacial e o comportamento tectônico das diferentes facies. *Brilhante!*

As ocorrências que se distribuem no bordo oeste da serra do Espinhaço e na região a oeste desta, mostram comportamento estrutural semelhante ao do Super Grupo Espinhaço. O estilo de dobramento, apesar de ser o mesmo, é menos intenso no Macaúbas e apenas as falhas maiores e mais jovens passam do Super Grupo Espinhaço para rochas da Formação Macaúbas. O diaclasamento é menos intenso do que nas rochas do Super Grupo Espinhaço devido à natureza diferente do material. A direção e mergulho das camadas conglomeráticas, em geral, correspondem às estruturas das rochas subjacentes, principalmente nas ocorrências do sul, onde ambas as unidades foram afetadas pelo falhamento inverso da serra do Cipó. (figura 12)

Uma clivagem pronunciada, com direção norte-sul e mergulhos fortes, entre 50° - 70° graus sempre para leste, orienta os clastos e muitas vezes dá a impressão de acamamento com forte mergulho.

Nas ocorrências do leste da área as con-



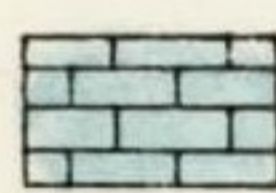

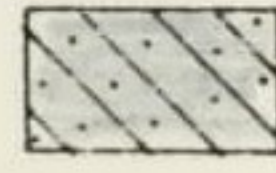
- 
 - FORMAÇÃO PARAOPEBA - ARGILITOS MARGAS E CALCÁRIOS
- 
 - FORMAÇÃO MACAÚBAS - CONGLOMERADOS QUARTZITOS CONGLOMERACÍTIOS RITMITOS COM LENTES DE ROCHAS CARBONÁTICAS
- 
 - SUPER GRUPO ESPINHAÇO INDIVISO - QUARTZITOS, METAVULCANICAS

FIG. 12

dições tectônicas foram outras. Tectonicamente bastante afetado, o conjunto litológico apresenta-se fortemente plissado em dobras agudas e apertadas do tipo similar (flow fold), com destruição do acamamento, obliterado por uma laminação tectônica originada por fluxo e cisalhamento nos planos originais. Essa estruturação cataclástica proeminente na direção norte-sul, com fortes mergulhos sempre para leste, orienta os seixos alongados dos conglomerados e provoca o estiramento e a "boudinage" dos veios de quartzo que cortam os diamictitos concordantemente à laminação do fluxo. Os veios de quartzo que cortam discordantemente essa laminação são dobrados e cataclasados, podendo-se, localmente, observar o padrão de dobramento em S, Z e M na zona de charneira (foto nº 13).

Esses fatos sugerem que a intromissão desses veios de quartzo se deu durante a fase de dobramento que provocou a laminação do fluxo paralelamente aos planos axiais das dobras. Posteriormente, uma fase de compressão teria induzido o cisalhamento segundo planos pré-existentes, provocando o estiramento e a boudinage dos veios de quartzo concordantes e dobramentos dos veios discordantes. Os elementos lineares fornecem para os eixos a direção norte-sul, paralela aos eixos de dobramentos finais do Super Grupo Espinhaço.

O falhamento norte-sul de caráter inverso, existente no bordo da serra do Catuni, estendendo-se para o sul até a região de Olhos d'Água e posicionando a sequência de conglomerado basal sobre a sequência de ritmitos do topo, estaria ligado à fase de compressão e cisalhamento.

Nos ritmitos o acamamento original é sem

FOTO 11 - Ritmitos da Form. Macaúbas no bordo oeste da
serra do Cabral.

LOCAL - Estrada de Joaquim Felício a Lassance na ser-
ra do Cabral.

GM-368 (325,153)

Folha de Pirapora

FOTO 12 - Contato entre conglomerados e ritmitos da Form.
Macaúbas no bordo leste da serra do Cabral.

LOCAL - Estrada de Joaquim Felício a Várzea da Palma.

GM-363 (349,121)

Folha de Pirapora



pre reconhecido graças à alternância rítmica do material pe-
lito-arenoso, segundo a direção geral N20W/30NE. Duas cli-
vagens podem ser reconhecidas. Uma delas, a mais forte, é
paralela aos planos de estratificação e a outra, quase im-
perceptível, orienta-se norte-sul, com mergulho de 50° para
leste, sendo paralela aos planos axiais de dobramentos con-
cêntricos, tendendo ao similar.

Em três locais foram identificadas "ro-
chas brechadas", encaixadas nas zonas de falhamentos.

Dois destes locais encontram-se a leste
do povoado de Ribeirão, na estrada que segue para a chapada
da serra do Espinhaço (Folha de Pirapora). Preenchem uma
zona de falhamento normal com direção N50W.

Essas rochas são constituídas por frag-
mentos angulosos de quartzo, quartzitos e conglomerados que
atingem o tamanho máximo de 30 cm. Os veios de quartzo es-
tão cataclásados e milonitizados. Na matriz clástica encon-
tram-se mineralizações manganésíferas.

O terceiro local, onde aparece "brecha de
falha", situa-se pouco ao sul do povoado de Curimataí (Fo-
lha de Pirapora), na antiga estrada que ligava este povoado
ao de São João da Chapada (Folha de Curvelo). É uma rocha
mineralizada em goethita botrioidal. Na matriz quartzosa
ocorrem fragmentos dos mais variados tamanhos até blocos de
quartzitos e quartzo de veio. A rocha é intensamente cata-
clasada, apresentando uma foliação N15E paralela à direção
do falhamento normal, com rejeito horizontal.

6.8.2.6 Origem e Ambiente de Sedimentação

Apesar do grande volume de trabalhos sobre a origem das rochas que compõem a Formação Macaúbas, esses até o presente momento não são conclusivos.

A maioria atribui origem glacial a Formação Macaúbas, baseando-se, principalmente, nos seixos facetados que ocorrem nos horizontes conglomeráticos basais pobremente classificados.

Entretanto, não há porque aceitar que depósitos de grandes cantos, pobremente classificados, sejam necessariamente tilitos e nem sempre é fácil distinguir, por exemplo, entre depósitos glaciais e leques aluvionares produzidos, em parte, por fluxo de lama. Apesar disso, Guimarães e Belezkiij (1959) acreditaram ser possível diferenciar até mesmo um período flúvio-glacial de outro glacial.

Provavelmente, o melhor critério para se caracterizar uma seqüência como de origem glacial seja, realmente, a constatação da ocorrência de seixos com facetas e estrias sobre um embasamento estriado associado com outros depósitos tipicamente glaciais, tais como varvitos.

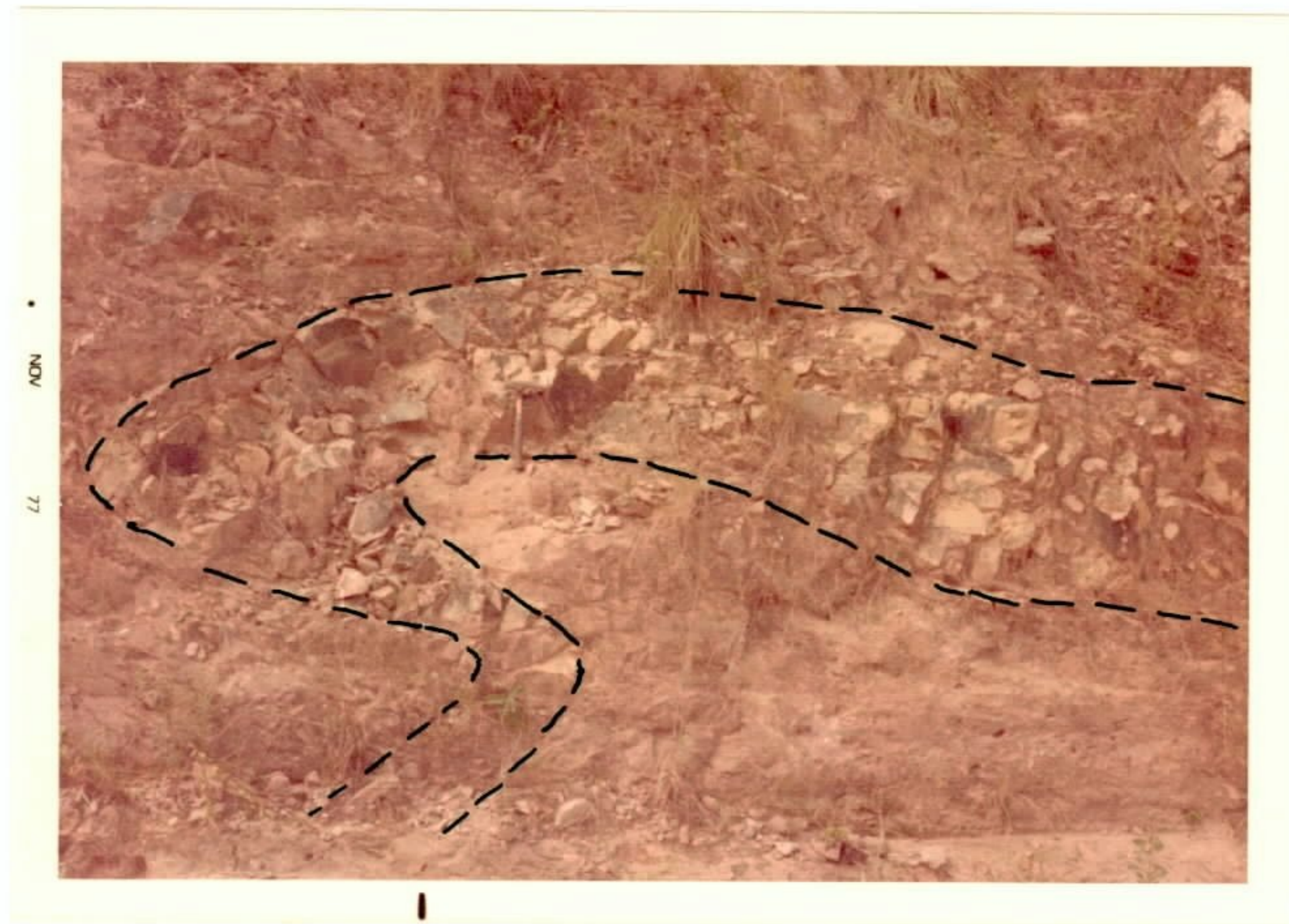
Assim, essas "grauvacas com seixos" foram consideradas por diversos autores (Moraes e Guimarães, 1930, Moraes, 1939 e etc.) como tilitos, devido especialmente à forma achatada dos seixos e aos "filitos" bandados, que se supõem de origem glacial, apresentando seixos isolados com estrias; Campbell (1967) descreve "roches moutoneés" e estrias nos quartzitos subjacentes; Isotta (1969) considera a superfície estriada dos quartzitos que afloram

FOTO 13 - Veio de quartzo dobrado e fraturado em conglomerado da Form. Macaúbas. Flanco invertido de uma grande dobra com veio de quartzo dobrado no padrão "S".

LOCAL - Estrada de Joaquim Felício a Várzea da Palma.
GM-363 (349,121)
Folha de Pirapora

FOTO 14 - Camadas de calcarenitos intercaladas nas ardósias da Formação Paraopeba.

LOCAL - BR-135, trecho entre Buenópolis e Joaquim Felício.
GM-317 (359,092)
Folha de Pirapora



na serra da Água Fria (Folha de Pirapora), a SE de Jequitaiá, como de origem glacial; e Hettich (1976), cita tilitos não estratificados sobrejacentes a pavimentos estriados na região de Jequitaiá e da serra do Cabral, que considera como zona terrestre da glaciação. Além disso, cita seixos estriados e em forma de "flat iron type", um esker nos tilitos de Jequitaiá e varvitos típicos em Joaquim Felício (Folha de Pirapora).

Por outro lado, fluxo de lama pode provocar estrias em alguns seixos e, se o depósito foi deformado, como é o caso, certas estruturas podem parecer estrias. Com relação aos pavimentos estriados citados por diversos autores, é curioso o fato de os mesmos se orientarem aproximadamente E-W, quando a distribuição dos "tilitos" é norte-sul. Coincidentemente essas estrias orientam-se segundo o "dip slope" e são paralelas à direção observada em toda a serra do Espinhaço e do Cabral como lineamento tectônico, obedecendo à direção aproximadamente N70W. Cobra (1969) em seu trabalho sobre a região da serra do Catuni (entre Francisco Sá e Barroco) e a região de Jequitaiá, conclui que a forma achatada dos seixos deve-se ao tectonismo (laminação de fluxo e cisalhamento), encontrando-se na Formação Macaúbas até mesmo seixos dobrados. Quanto aos varvitos típicos citados por Hettich, comprovando um transporte através do gelo, observou-se que na realidade são ritmitos, muitas vezes erroneamente interpretados, encontrados em qualquer sequência sedimentar, como por exemplo no Grupo Bambuí.

Assim, Pflug (1967) levantando mais uma vez a questão, indica a possibilidade desta sequência tratar-se de rochas tardio-orogênicas depositadas durante as

últimas fases de dobramento do Super Grupo Espinhaço (Grupo Minas, para aquele autor) e ainda, em parte, afetadas por essas fases. Schneider (1951) já considerava a "facies Macaúbas" como uma espécie de flysch e Schmidt (1972), estudando-a na região a leste de Bocaiúva (Folha de Pirapora), considera a possibilidade de uma origem por correntes de lama e, com reservas, faz uma comparação com os "olisthrostromos" do Terciário do Apenino, Itália.

Por outro lado, as correntes de lama não teriam capacidade de transporte a longas distâncias e nem competência para carregar blocos e matacões. Considerando-se o material como originário do craton de São Francisco, a ocorrência de seixos de rochas cristalinas e graníticas indicaria uma origem a partir de glaciação, pois a ocorrência de rochas cristalinas encontra-se muito distante, e o fato seria melhor explicado supondo-se o transporte pelo gelo. Admitindo-se, porém, que o material seja proveniente das áreas do leste, tal fato estaria explicado, pois, nessas áreas existem granitos, gnaisses e rochas carbonáticas.

Crowell (1957) evocou correntes de turbidez para explicar o transporte de megaclastos para o interior de bacias, depositando-os sobre sedimentos ainda não consolidados. Entretanto, os dados da literatura limitam a capacidade de transporte por essas correntes a seixos de no máximo 10 cm. Portanto, o transporte por correntes de turbidez não explicaria por si só a ocorrência de blocos e matacões na parte basal deste grupo.

Ora, por tudo que foi exposto, observa-se, claramente, que nenhum dos mecanismos propostos pelos diversos autores poderia explicar, de per si, razoavelmente

a gênese dessas rochas como um todo.

As observações de campo nos levaram a concluir por dois tipos de rochas conglomeráticas com feições distintas: os conglomerados associados a diamictitos e ritmitos no topo, ocorrentes nas áreas bordejantes às serras do Espinhaço, Cabral e Bicudo, e os conglomerados da região de Jequitaiá (foto nº 12).

Assim, especulações sobre a origem dessas rochas devem levar em conta os seguintes pontos principais:

1. a enorme variação de tamanho, formato e composição litológica dos megaclastos dispersos nos conglomerados;
2. a ocorrência de seixos facetados tipo "iron flat", citada por diversos autores, nos conglomerados sem deformação tectônica (Jequitaiá);
3. a ausência quase que total de estratificação nos dois tipos de conglomerados;
4. o diferente caráter da matriz das seqüências conglomeráticas;
5. o tamanho máximo dos megaclastos nos conglomerados bordejantes à serra do Espinhaço que atingem no máximo 10 cm;
6. a passagem gradual dos conglomerados bordejantes à serra do Espinhaço para diamictitos e destes a ritmitos;
7. as intercalações de lentes e camadas de clásticos finos e grosseiros nos conglomerados bordejantes à serra do Espinhaço, apresentando acamamento graduado e estrati

ficação cruzada;

8. a configuração em "leque" da distribuição dos depósitos no bordo oriental da serra Mineira (serra do Espinhaço).

9. a localização das rochas em áreas de instabilidade tectônica.

Baseados, principalmente, nesse último item, pode-se fazer comparações entre os conglomerados ocorrentes em Sítio, no córrego da Areia, no córrego da Rocinha, na chapada da serra Mineira (Folha de Pirapora), no rio Paraúna (Folha de Curvelo) e no sopé da serra da Contagem (Folha de Belo Horizonte), todas partes integrantes da serra do Espinhaço, e os da região de Piúí, do rio do Peixe e ainda o conglomerado Samburá. Os conglomerados do rio do Peixe, por exemplo, contêm matacões de mais de 1 metro de diâmetro.

Nesses locais, Piúí principalmente, intercalam-se aos conglomerados camadas de arcósios, arenitos feldspáticos e argilitos. A matriz, sempre igual, é uma grauvaca.

Citam-se ainda dois depósitos conglomeráticos similares ao de Sítio, ocorrendo isoladamente sobre rochas do complexo gnáissico-migmatítico. São os conglomerados de Pouso Alegre e Carandaí, este último interpretado como tilito por Leonardos (1940).

Todos estes conglomerados foram depositados em áreas de instabilidade tectônica e seguramente constituem depósitos de talude (regime torrencial).

Portanto, retornando-se à hipótese de uma sedimentação sinorogênica durante as últimas fases de dobramento do Super Grupo Espinhaço, afasta-se a possibilidade de que essas rochas possam corresponder a verdadeiros tilitos, sugerindo-se, ao contrário, tratarem-se de depósitos subaquosos em bordo de plataforma.

Durante a fase de dobramento do Super Grupo Espinhaço, movimentos catastróficos, tais como derrames submarinos de terra sobre uma forte pendente à margem continental, poriam repentinamente em movimento uma grande quantidade de sedimentos soltos que incorporariam água ao mover-se. Finalmente, convertida em massa fluida, pesadamente carregada, essa corrente se deslocaria pendente a baixo, levando um enorme volume de sedimentos em suspensão.

Quando a pendente do fundo atenuou-se, a massa móvel de água carregada de sedimentos, perdendo rapidamente a velocidade, estendeu-se em forma de leque, depositando-se primeiro os clásticos mais grosseiros (conglomerados) e progressivamente as partículas mais finas. As intercalações de camadas arenosas finas com acamamento graduado, corresponderiam a períodos de quietude, quando os sedimentos subaquosos ter-se-iam depositado por gravidade.

A vasta área de distribuição da Formação Macaúbas não constitui fator negativo para se supor uma origem através dessas correntes de turbidez, pois Kuenen(1937), demonstrou experimentalmente que a água carregada de sedimentos pode fluir em uma pendente do fundo e que pode alcançar velocidades relativamente altas e assim se distribuir por grandes áreas. Como exemplo pode-se citar os derrames

provocados por tremores ao longo da margem continental dos "Grand Banks" (Bermudas). Heezen e Ewing (1952) inferiram que o terremoto havia sacudido a pendente continental, pon-do em movimento derrames ao longo de sua parte superior em uma área de 240 x 130 km. Esses incorporaram mais água e se transformaram em uma vasta corrente de turbidez que correu pela pendente até o fundo do oceano, por uma distância de mais de 640 km, desde sua origem.

Numerosas são as evidências de campo que fortalecem os argumentos para uma origem subaquosa. Entre elas destacam-se a transição dos ritmitos para sedimentos subaquosos, marinhos de águas rasas, do Grupo Bambuí; passagem lateral de rocha quartzo-micácea-carbonática intercalada nos conglomerados a calcarenitos típicos do Grupo Bambuí; estruturas de sobrecarga (Load Casts) nos conglomerados intermediários; vestígios de estratificação nos conglomerados e diamictitos; estruturas primárias de acamamento graduado e estratificação cruzada nos quartzitos intercalados; horizontes de retrabalhamento; ocorrência de calcarenitos oolíticos (oosparitos) intercalados na sequência de ritmitos do topo, finalmente, a ocorrência de ortoquartzitos no topo dos conglomerados, na região de Santana do Riacho, apresentando características eólicas, o que indicaria exposição subaérea, talvez em ambiente misto.

O fato das rochas do Grupo Bambuí gradarem lateral e verticalmente para a Formação Macaúbas e, ainda ocorrerem como seixos nesta, sugere a sedimentação simultânea em ambiente marinho. As rochas carbonáticas do Grupo Bambuí já depositadas foram retrabalhadas e incorporadas a Formação Macaúbas.

Excluída a possibilidade da deposição direta a partir de geleiras, torna-se mais fácil admitir a simultaneidade das facies Bambuí e Macaúbas, comprovadamente verdadeiras, que do contrário estariam em desacordo com o paleo-ambiente climatológico.

Finalmente, conclui-se que a localização das rochas na área de instabilidade tectônica durante a sedimentação desta Formação, associada à ocorrência de possíveis turbiditos com diamictitos e ritmitos no topo, e, a não existência das características típicas glaciais, afastam a possibilidade de deposição a partir de geleiras nas áreas bordejantes à serra do Espinhaço e serra do Cabral.

Quanto aos conglomerados da região de Jequitai os caracteres inerentes à "fabric" são:

- disposição completamente caótica dos seixos;
- seleção muito pobre de materiais grosseiros, indicando ausência de maturidade;
- grande variação granulométrica;
- ausência de acamamento graduado e estratificação cruzada;
- predomínio dos seixos angulosos.

Portanto, estes depósitos podem ou não representar verdadeiros tilitos, porque a maioria das características citadas por diversos autores como típicas, são passíveis de explicações não glaciais.

Neste trabalho de caráter regional, no qual esses depósitos estão posicionados como parte integrante da Formação Macaúbas, não foram possíveis maiores obser-

vações, impedindo uma afirmação segura quanto a sua origem. Fica, assim, o problema para ser solucionado à luz de novas pesquisas.

6.8.3 Formação Paranoá

6.8.3.1 Comentários Gerais

Apesar da vasta bibliografia existente sobre a região leste do Projeto Três Marias, nenhuma delas inclui citações ou notícias a respeito da ocorrência desta unidade basal.

Sabe-se, porém, que nas proximidades norte dos limites da área do Projeto, esta formação foi descrita por Barbosa e Braun (1969), nas regiões de Paracatu e Unai.

Os critérios utilizados para englobar essa seqüência psamítica como pertencente à Formação Paranoá foram:

- a) estudos comparativos com as ocorrências existentes nas proximidades do limite da Folha Urucuia (Rodovia Unai - Arinos);
- b) consultas bibliográficas comparativas das descrições desta litologia, realizadas por Braun (1969);
- c) posicionamento estratigráfico em contato gradual com os pelitos da Formação Paraopeba. Tal fato é evidenciado ao longo da falha João Pinheiro, na rodovia que liga esta cidade a Porto Diamante;
- d) posicionamento espacial vindo a se constituir no

prolongamento físico da faixa mapeada ao norte da região de Unaí.

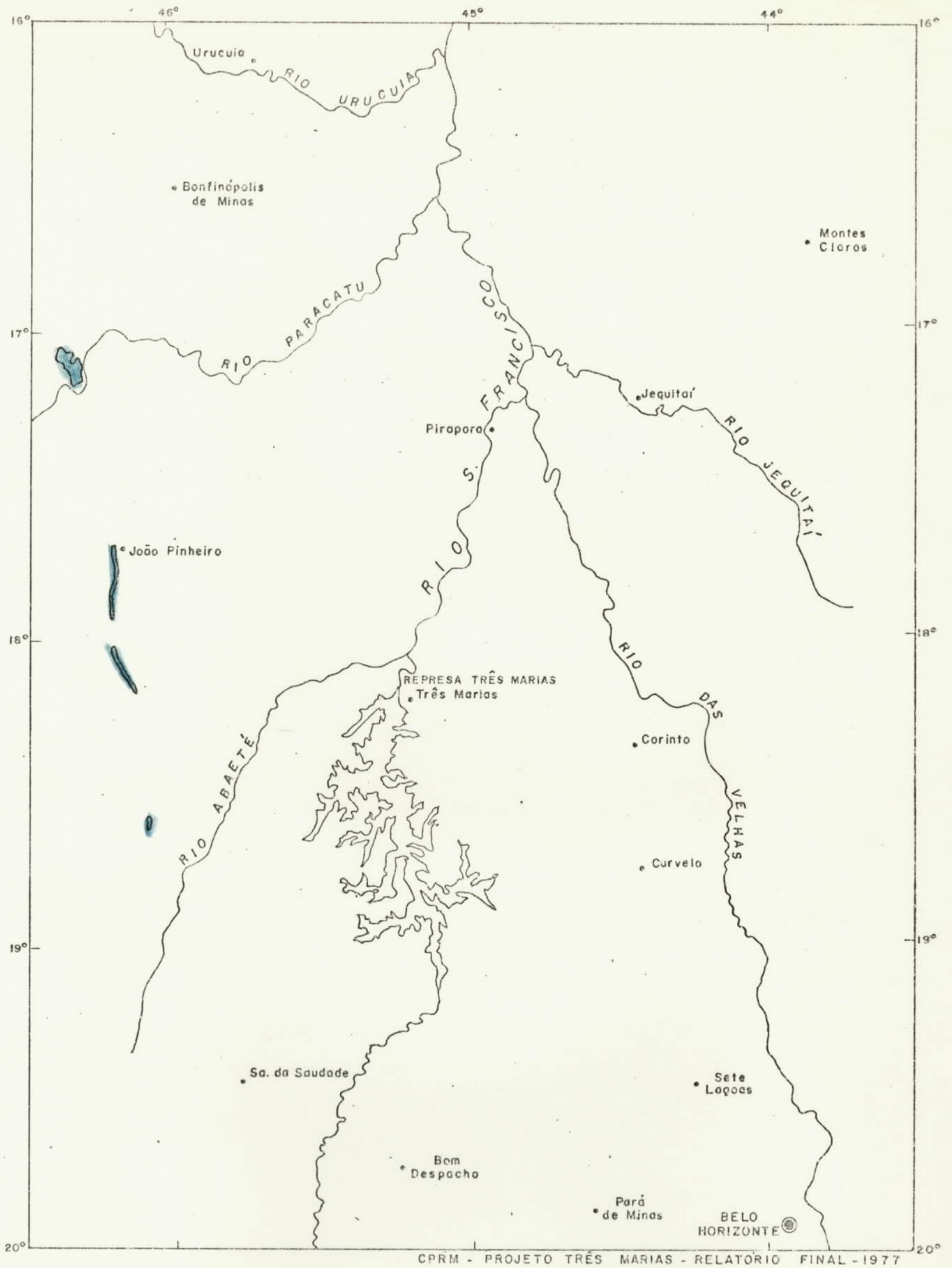
Os arenitos da Formação Paranoá por apresentarem certa semelhança litológica com os arenitos que ocorrem no topo da Formação Paraopeba (região de Unaí, Vazante, Patos de Minas, etc.), em afloramentos isolados de pequena expressão, podem ser confundidos com aqueles.

6.8.3.2 Distribuição Geográfica

Restringe-se às folhas de Três Marias e João Pinheiro, e forma pequenos corpos isolados parcialmente sepultados por rochas cretáceas e coberturas indiferenciadas (Qphi). A principal área de exposição situa-se na região da serra de Santa Rosa, constituindo uma faixa irregular, com direção sudeste-noroeste, cujas extremidades são o rio Paracatu e seu afluente da margem esquerda, ribeirão Inhumas. Ao longo da falha de João Pinheiro a Formação Paranoá constitui-se numa faixa estreita, por vezes descontínua. Duas outras "ilhas" situam-se na Folha Três Marias, respectivamente ao norte de Major Porto e Quintinos. (Fig.14)

6.8.3.3 Expressão Topográfica

No geral constituem paleo-altos recobertos pelas unidades cretáceas, atualmente exumadas pela erosão remontante. Na Folha de João Pinheiro, a Formação Paranoá constitui parte da crista que se alinha ao longo dessa estrutura. Devido às dimensões reduzidas dos afloramentos, não se evidencia um padrão específico de drenagem. Na



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO PARANOÁ

região da serra de Santa Rosa, o estilo geral é dendrítico retangular com os cursos d'água secundários adaptados às direções das fraturas e eixos dos dobramentos.

6.8.3.4 Relações de Contato

Devido ao pequeno número de afloramentos encontrados e à precariedade de acessos, não foi encontrado qualquer local onde estivesse bem evidenciado seu contato com as unidades pré-Cambrianas mais antigas.

O relacionamento com a Associação Araxá é citado por Barbosa (1965) ao situar uma discordância angular entre o arenito ortoquartzítico Paranoá e os metamorfitos Canastra ao longo da margem esquerda do rio Torto em Goiás.

6.8.3.5 Litologia

Ao longo da falha de João Pinheiro a Andrequicé predominam clásticos grosseiros, geralmente maduros. São arenitos cinza-avermelhados, granulação média e grosseira, mal selecionados, constituídos essencialmente por grânulos de quartzo subangulares, com esfericidade média.

O feldspato é o segundo principal componente determinando a composição arcosiana. Este apresenta-se fraturado e atravessado por vênulas de quartzo leitoso, cuja origem se relaciona a falhamentos.

Na região da serra de Santa Rosa, esta unidade é constituída pela seguinte sequência de estratos médios a espessos:

- Arenito de cor cinza-clara, granulação fina, muito pouca matriz argilosa (caulínica). Quando intemperizado, torna-se muito friável. Grânulos de quartzo leitoso, subangulares, esfericidade média. Esses grãos estão orientados ao longo da direção dos esforços; bastante micáceo, predominando plaquetas de moscovita, com dimensões máximas de 2 a 3 mm.

- Arenito fino parcialmente intemperizado, cor cinza-amarelada, com grande quantidade de plaquetas de mica branca (moscovita). Este mineral se concentra por vezes em níveis, o que dá aspecto de escama de peixe à rocha. O quartzo tem granulação fina a média. Devido à grande quantidade de minerais micáceos e ao esforço sofrido, este arenito tem aspecto de filito.

- Arenito conglomerático, com seixos com dimensões de até 5 a 10 mm do arenito anterior. Os seixos, por vezes, concentram-se em níveis não contínuos. São de forma placóides com bordos arredondados, evidenciando pequeno transporte. A matriz é um arenito síltico. Este arenito gradua-se para outro de grã fina, constituído essencialmente por grânulos de quartzo e minerais micáceos, com plaquetas de moscovita de 1 a 2 mm e, em menor percentagem, biotita.

- Argilito síltico e siltito, onde normalmente se evidenciam com maior clareza os efeitos tectônicos desta unidade.

A serra de Santa Rosa é constituída essencialmente por uma brecha de falha. Os seixos são de quartzito, arenito ortoquartzítico e silex, imersos em uma

matriz silicosa, sendo que em certos trechos ela é calcífera.

Na rodovia que liga a cidade de Major Porto à BR-365, via vila de Carapuava, esta litologia é constituída de um arenito ortoquartzítico de cor cinza-clara, com pouca matriz argilosa (caulínica). Normalmente se apresenta muito silicificado e cortado por pequenos veios de quartzo, cuja origem provavelmente está ligada aos esforços a que foi submetida esta seqüência. Essa silicificação torna o arenito muito consistente. Fenômeno análogo é verificado no afloramento ao longo da falha de João Pinheiro. Ao se intemperizar essa rocha perde toda consistência, tornando-se muito friável. Além do acamamento original em estratos planoparalelos, a outra estrutura primária encontrada é a estratificação cruzada de corrente, do tipo acanalada. Ao longo dos "foresets" há níveis mais enriquecidos com minerais ferromagnesianos.

Barbosa (1970), refere-se muito superficialmente a este afloramento, classificando-o de arenito quartzítico, sem contudo entrar em maiores detalhes ou posicioná-lo, referindo-se apenas à existência de marcas ondulares. Essa estrutura de tipo assimétrica é também encontrada nos afloramentos do córrego do Buracão, nos estratos do arenito ortoquartzítico.

De forma idêntica aos demais afloramentos, este arenito também está silicificado, com evidências de ter sofrido esforços. Localmente, a granulometria é média a grosseira, com seleção granulométrica regular, cor cinza com tonalidades esverdeadas. Os grânulos de quartzo são, na sua maioria esfumaçados ou leitosos, subangulares

com esfericidade média. Intercalam-se estratos grosseiros de arenito conglomerático com seixos milimétricos de fragmentos de rochas, com baixa maturidade textural e grânulos de tamanho grosseiro de quartzo. A matriz é um arenito vermelho-amarronzado, de grã fina, micáceo.

6.8.4 Formação Paraopeba

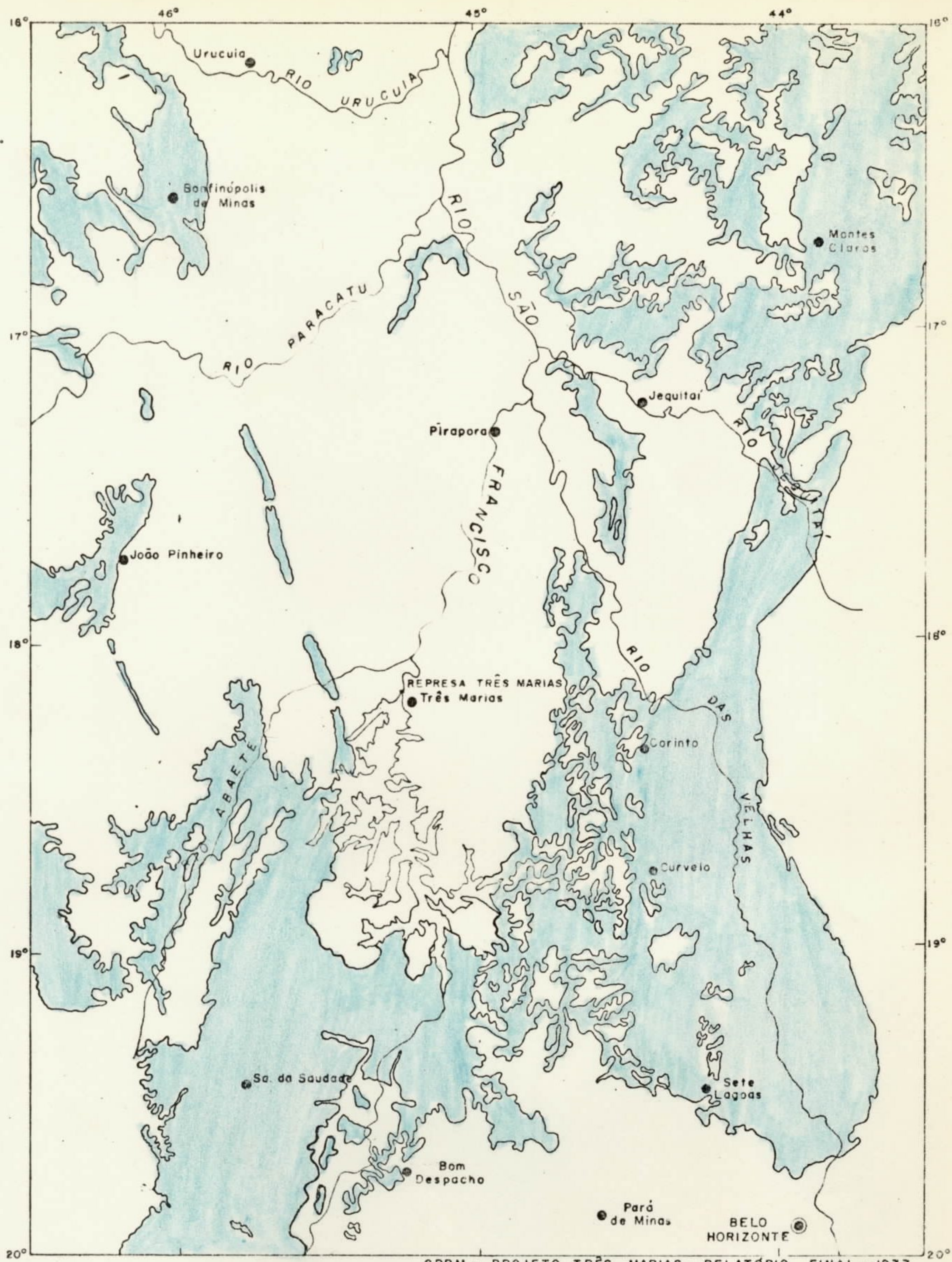
6.8.4.1 Distribuição Geográfica

Distribuindo-se por toda a área do projeto, a Formação Paraopeba é a unidade geológica que apresenta maior extensão areal. Mais ou menos 50% da área em estudo é ocupada por litologias desta formação. (Figura 15)


O limite atual de ocorrência desta unidade acompanha a configuração geométrica da bacia do São Francisco. No bordo meridional delimita-se, contínua e irregularmente, com rochas do complexo gnáissico-migmatítico e, na região de Pitangui, com rochas do Super Grupo Espinhaço. No extremo sudoeste da área delimita-se com rochas do Grupo Canastra, que representam o bordo ocidental da bacia. A serra do Espinhaço constitui o bordo oriental delimitando a Formação Paraopeba, contínua e regularmente, com rochas da Formação Macaúbas e Super Grupo Espinhaço.

Na porção setentrional sua área de ocorrência ultrapassa os limites da região estudada.

Na porção central, sua distribuição é descontínua e irregular, estando em grande parte encoberta pela Formação Três Marias. No extremo oeste da região, assim como a nordeste, esta unidade encontra-se capeada pelas for



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO PARAOPEBA

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 15

mações cretácicas e coberturas arenosas indiferenciadas.

6.8.4.2 Expressão Topográfica

A Formação Paraopeba apresenta-se morfologicamente, bastante diversificada, estando os detalhes específicos, diretamente subordinados à natureza litológica e estruturas resultantes das deformações tectônicas.

Por se tratar de uma unidade bastante extensa, a morfologia dessa formação será analisada, ressaltando as principais características dos tipos litológicos.

A facies marginal constituída, essencialmente, por sedimentos argilo-carbonáticos, e onde há predominância de material psefítico, o relevo está morfologicamente arrasado constituindo uma paisagem monótona, formada por ondulações suaves onde se desenvolveu uma drenagem do padrão dendrítico, com baixa densidade de cursos d'água.

Evidentemente, nas zonas perturbadas tectonicamente, as estruturas condicionaram o relevo, o padrão e a intensidade da drenagem. Aqui, o relevo é também arrasado, constituindo porém, ondulações mais frequentes e salientes. A drenagem é densa e o padrão dendrítico com parcial controle estrutural. As zonas mais calcíferas apresentam cristas monoclinais alinhadas, orientando nitidamente o relevo na direção geral norte-sul. Isto é bem evidenciado na serra dos FONSECAS situada a SW de Montes Claros e este de Montes dos Poções. Onde se intercalam corpos carbonáticos, o relevo exhibe pequenas cristas de formas bizarras.

O padrão de drenagem é dendrítico, com densidade média a elevada, podendo apresentar variações locais nas zonas cársticas.

Nas zonas de predominância do material carbonático, onde os tipos litológicos vão desde margas a calcarenitos puros, o relevo divide-se entre acidentado e tipicamente cárstico conforme o tipo predominante. As zonas topograficamente acidentadas correspondem às áreas de ocorrência de margas e calcários filitizados (calcifilitos) no bordo oriental da bacia, abrangendo maior expressão na serra do Baldin. A drenagem dominante é do tipo dendrítico, com variações para dendrítica retangular, reflexos da estrutura, ambas muito densas. Apresentam vales apertados, às vezes entalhados entre morros escarpados. O relevo tipicamente cárstico, corresponde às áreas de ocorrência calcária. São inúmeras as elevações escarpadas de formas bizarras apresentando lagoas, dolinas e sumidouros. Estas paisagens encerram entre os escarpamentos irregulares um micro relevo do tipo colinoso, produzido pelo arrasamento e originando solos espessos. Distribuindo-se regionalmente na parte intermediária da bacia, o domínio faciológico síltico-argiloso, apresenta relevo variando desde serras escarpadas à superfícies muito arrasadas. Na Folha de Belo Horizonte a serra Santa Helena é escarpada e destaca-se regionalmente. Para oeste desta, o relevo tende a suavizar-se, apresentando elevações discretas. Na Folha de Curvelo o relevo é mais arrasado, com alguns locais de elevações pouco salientes, assim como nas folhas de Três Marias e Serra da Saudade. No extremo sudoeste da Folha de João Pinheiro apresenta relevo colinoso com morros alinhados. Nas demais

ocorrências desta folha é colinoso arrasado. Na Folha Pirapora ocorrem áreas peneplanizadas incluindo os leitos dos rios São Francisco, das Velhas e Jequitaiá, onde um relevo típico de chapada, situado a um nível médio de 550 metros, mostra uma drenagem dendrítica pouco densa. Associado a variações litológicas desenvolve-se, limitando a peneplanície, um relevo acidentado constituído por serras de topo peneplanizado com desníveis abruptos, vales em "V" apertados, encaixando a drenagem. Estas formas atenuam-se para o norte, adquirindo relevo de topo mais ou menos ondulado e encostas suaves intensamente recortadas por erosão lateral (ciclo erosional maturo). (aerofoto nº6)

Esta mesma paisagem é encontrada na porção SW da Folha de Montes Claros exibindo, porém, no topo, terraços produzidos pela erosão diferencial, associados a variação litológica (cobertura cretácea).

A facies silto-arenosa que corresponde a unidade de transição para a Formação Três Marias constitui parte do sistema orográfico do chapadão do oeste mineiro, representando a continuação topográfica da serra da Canastra. Na região extremo sul, constitui um relevo montanhoso na serra do Bueno, onde alcança a altitude de 1.200 m, tendendo a suavizar-se para norte, onde alcança cotas de 550 metros nas proximidades de João Pinheiro. Por constituir uma unidade muito tectonizada, com dobras apertadas, o relevo é mais movimentado, ostentando interflúvios alongados com esporões e mesmo algumas serras como a da Saudade, Sela da, Vermelha, do Palmital e do Gado Bravo. É comum aparecerem profundas ravinas nas vertentes.

6.8.4.3 Relações de Contato

A Formação Paraopeba recobre indistintamente as litologias pré-cambrianas mais antigas dos supergrupos Rio das Velhas, Espinhaço, Minas e das associações Gnáissica-Migmatítica e Araxá.

Este tipo de contato dá-se sempre por uma superfície erosiva, constituindo uma discordância angular do tipo não conformidade para as rochas da Associação Gnáissica-Migmatítica e inconformidade para as demais unidades citadas.

Com a seqüência da Formação Macaúbas apresenta os seguintes relacionamentos:

- Na Folha de Belo Horizonte, o contato se dá através de uma provável falha inversa, colocando as rochas da Formação Macaúbas sobre os sedimentos desta formação. Esse tipo de contato prolonga-se para o norte até as proximidades da confluência do ribeirão da Prata com o rio Cipó, logo a sudeste da cidade de Presidente Juscelino.

- Deste ponto em direção ao norte evidencia-se um transicionamento faciológico entre estas duas unidades. Este relacionamento também é verificado na área que bordeja a serra do Cabral. Na porção sudeste da Folha de Montes Claros (serra do Catuni), o contato destas duas litologias é novamente evidenciado por uma falha inversa.

Durante os trabalhos de campo os únicos locais em que se constatou o contato entre as formações Paraopeba e Paranoá, situam-se ao longo da escarpa da falha de João Pinheiro em que, respectivamente, a base e o topo destas duas unidades foram alçadas pelo falhamento. A aná-

lise destas exposições sugere um contato transicional para estas litologias. Tal relacionamento já tinha sido noticiado por Braun (1968), em afloramentos descritos no vale do rio Paranoá a leste de Formosa, em Areias, no seu trabalho "Contribuição à Estratigrafia do Grupo Bambuí".

6.8.4.4 Litologia

Distribuindo-se pela porção marginal da bacia, predomina uma unidade constituída essencialmente de rochas pelíticas e carbonáticas agrupando argilitos calcíferos, ardósias calcíferas, ardósias sílticas, margas e calcarenitos, localmente oolíticos (oosparito), ocorrendo também estratos lenticulares de siltitos calcíferos.

As ardósias estão subordinadas às áreas de maior instabilidade tectônica, sendo originadas de margas ou argilitos por dobramentos que promoveram o surgimento de um sistema de clivagem, geralmente paralelo ao eixo das dobras.

Nessas litologias a contribuição síltica alterna-se lateralmente com leitos arenosos de granulação fina, localmente dispostos segundo a estratificação. São rochas bem estratificadas de coloração primária cinza-esverdeada, que por intemperismo, adquirem coloração cinza-amarelada a amarela-avermelhada. Há grande quantidade de piritas limonitizadas, ocorrendo segundo os planos de estratificação da rocha, porém, orientadas segundo a clivagem secundária de origem tectônica.

Na região situada entre as cidades de Bo Caiúva e Claro dos Poções, ao sul da serra das Porteiras,

predominam ardósias calcíferas com margas e corpos de calcarenitos subordinados. São acentuadamente piritosas, estando os cristais desses minerais orientados segundo a clivagem ardosiana. Gradua-se ao topo para ardósias e argilitos não calcíferos. As camadas de margas piritosas gradua lateralmente à corpos lenticulares de calcarenitos de pequena expressão. (foto nº 14).

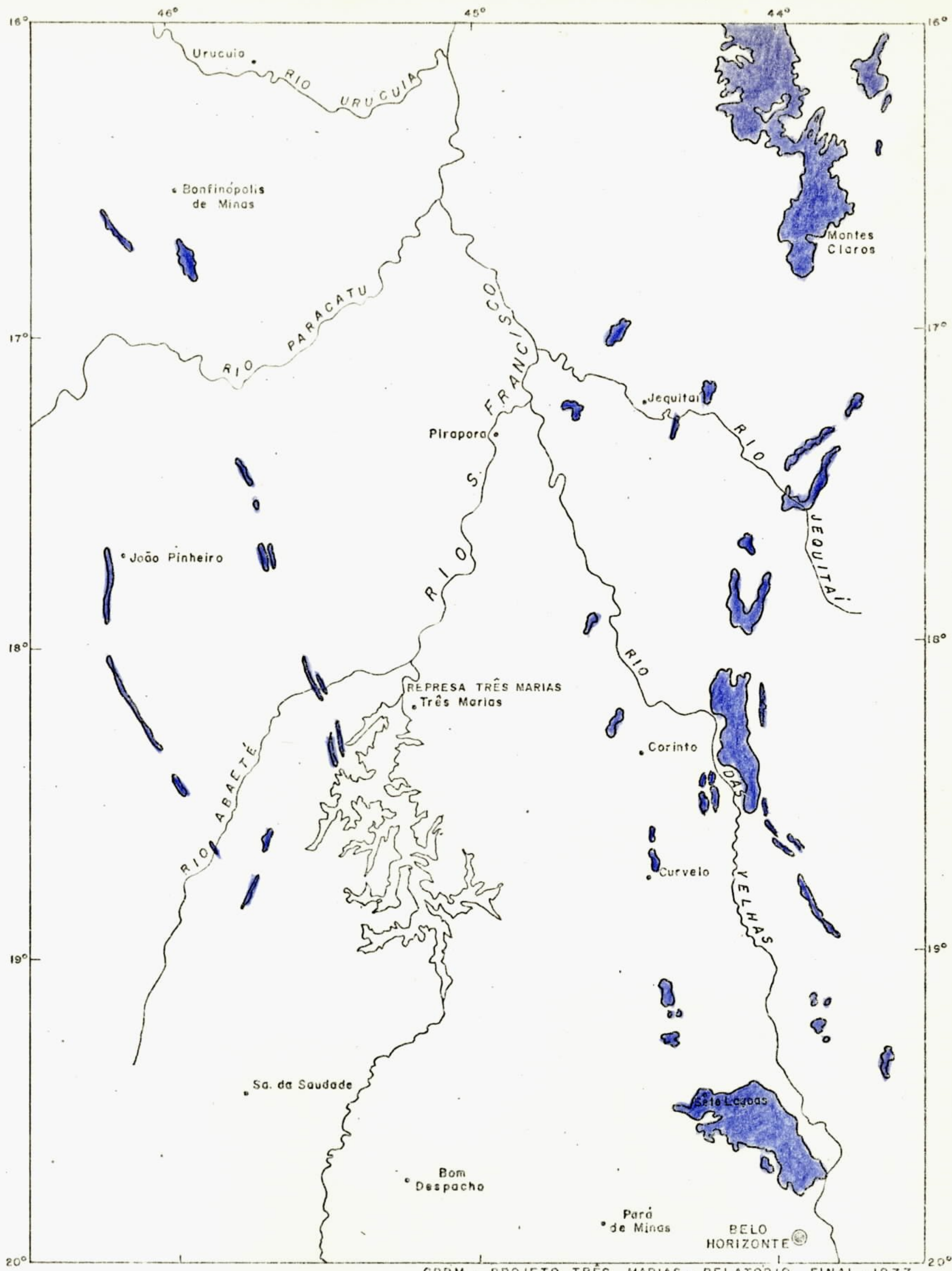
As seqüências de bordo da plataforma são constituídas por calcarenitos, porém, as margas também ocorrem com freqüência.

Localmente, há variação percentual de material argiloso nas rochas carbonáticas, encontrando-se desde calcarenitos argilosos à margas.

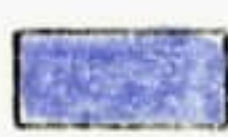
Os diversos corpos de calcarenitos que ocorrem, distribuídos marginalmente pelo bordo ocidental da serra do Espinhaço, foram depositados em épocas de estabilidade deste bordo. (Figura 16)

Os calcarenitos com aspecto maciço apresentam coloração cinza-escura a negra e quando laminados adquirem uma tonalidade acinzentada, mais clara. Por intemperismo geram um solo argiloso, de cor vermelha-amarronzada.

Na região sul, na área de maior expressão carbonática, os calcarenitos são finamente laminados em níveis de cor preta com granulação fina, que alternam-se com os de tonalidades mais claras com granulação mais grosseira. Devido à rocha estar recristalizada não fica evidenciada a presença dos oolitos nas amostras de mão. Na serra de Maquiné, verifica-se a ocorrência de marcas ondulares de corrente, com direção geral E-W, em formas simples e cruzadas.



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DAS ROCHAS CALCÁRIAS

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 16

Estratificações cruzadas com dimensões centimétricas ocorrem com certa frequência nesta litologia. (foto nº 16).

Estes calcários laminados, que bordejam a serra do Espinhaço, têm coloração cinza-clara a cinza-escura, sendo que para o norte a tonalidade passa a ser mais escura. Essa laminação é dada por níveis milimétricos de argilito. (foto nº 18).

Nas regiões de Monjolo e Poções predomina nos calcários a coloração cinza a cinza-escura, sendo que pouco mais ao sul a coloração dominante é a cinza-clara. Nessa localidade o calcário é finamente laminado, por vezes com ondulações no acamamento, constituindo "wispy lamination" que lateralmente se torna bem difusa (foto nº 15). Próximo ao riacho do Leitão, ao sul de Curvelo às margens da BR-135, há estratificação cruzada de corrente com dimensões centimétricas, e laminações de corrente.

As escarpas calcárias da sinclinal de Buenópolis apresentam na base da seqüência ardósias calcíferas piritosas, que se gradam no topo para margas, e posteriormente, calcarenitos argilosos e calcarenitos puros. Estes possuem granulação fina, coloração cinza-escura a negra finamente estratificados, com camadas e lentes de material argiloso intercaladas. Estas rochas dobradas e fraturadas exibem uma clivagem de fratura incipiente e em alguns locais observam-se estruturas semelhantes à estratificação cruzada, porém devido à homogeneidade do material são duvidosas.

Nas proximidades norte de Montes Claros, os corpos de calcarenitos, têm aspecto maciço a finamente laminado na base e sua porção mediana é constituída por estratos de calcarenitos (oosparitos) de aspecto homogêneo.

Nas proximidades de vila de São João do Pacuí, os calcarenitos oosparíticos aumentam de granulometria da base para o topo.

Localmente, intercalam-se faixas conglomeráticas constituídas por uma matriz argilo-calcífera e seixos centimétricos de calcário, com pequeno arredondamento, associados a centimétricas estratificações cruzadas de corrente.. Essas faixas conglomeráticas intraformacionais são encontradas em diversos locais, embora sem muita frequência. Localmente, quando o calcarenito apresenta faixas com pisolitos, ocorrem gretas de contração associadas (NR-362).

Estruturas colunares estromatolíticas do tipo Collenia L. L. H. (Laterally Linked Hemispheroids) foram encontradas nos seguintes locais: Pedreira do Chumbo, em Moema, situada sob a ponte do rio São Francisco na BR-262 que liga Belo Horizonte a Uberaba. Na BR-040, a 300 metros ao norte do Posto da Polícia Rodoviária Federal de Sete Lagoas (foto nº 17).

Nas regiões onde predominam os argilitos, estes apresentam-se com coloração cinza-esverdeada clara e, por intemperismo, sua cor adquire tons claros de cinza-róseo, amarelo e avermelhado. Em geral, constituem estratos homogêneos com laminação imperceptível, formando lamitos típicos. Esta litologia predomina no bordo oriental da bacia onde boas exposições são encontradas na estrada que liga Francisco Drumond a Jequitaiá, no trecho entre a serra do Cabral e Água Fria.

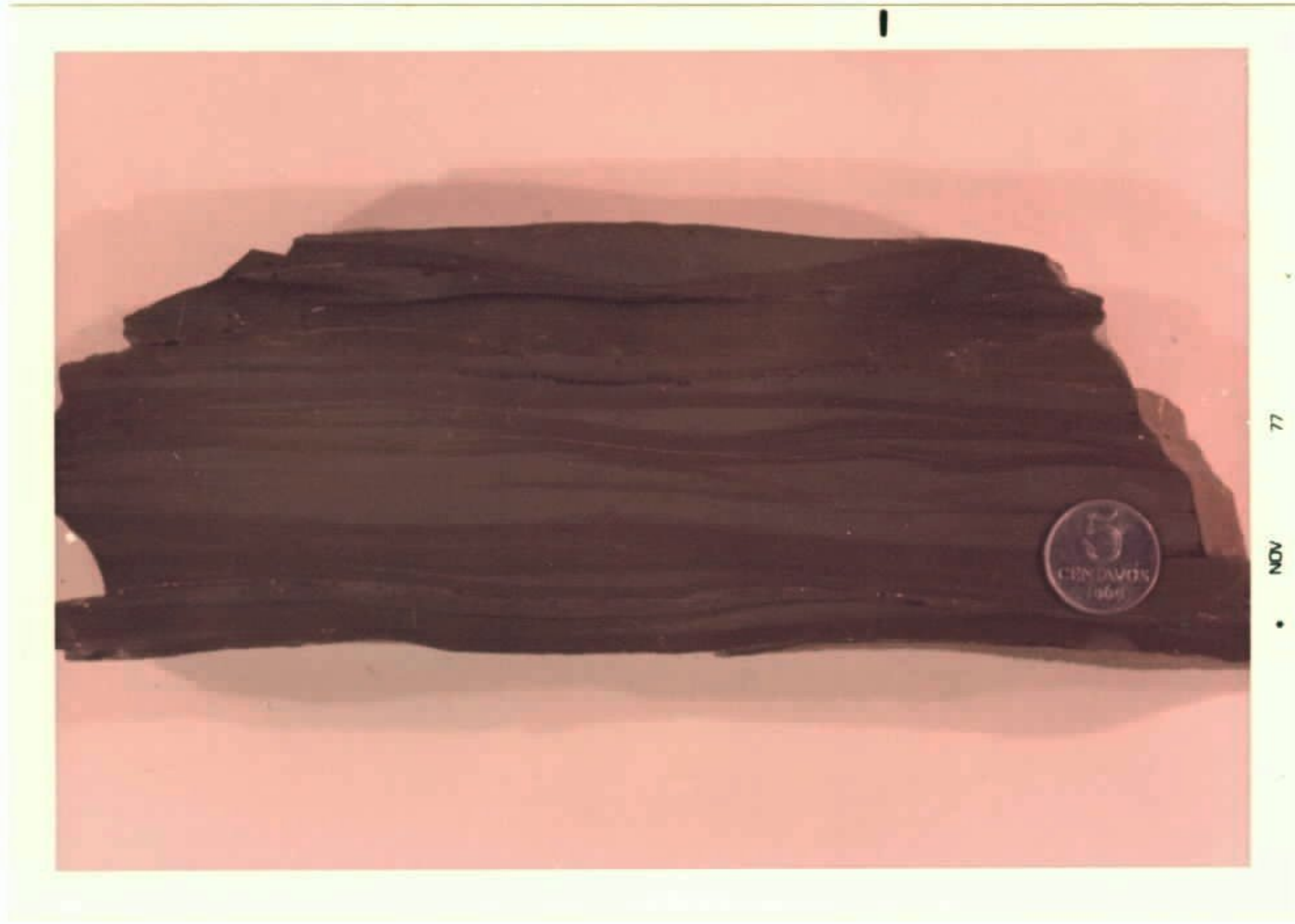
Em direção ao centro da bacia, a laminação dos argilitos torna-se cada vez mais evidente na propor

FOTO 15 - Estruturas do tipo "Wispy Lamination", nos calcários da Formação Paraopeba

LOCAL - BR-365 (córrego do Leitão)
SR-21 (193,407)
Folha de Belo Horizonte

FOTO 16 - Estratificação cruzada de corrente em calcarenito da Formação Paraopeba

LOCAL - Fazenda Pé de Morro
NR-411 (599,127)
Folha Urucuia



ção em que se intercalam níveis de siltito. Esta graduação litológica é bem evidenciada ao longo da BR-040 a oeste de Sete Lagoas. A laminação dos argilitos é constituída por intercalações de níveis sílticos enriquecidos com minerais micáceos, e só se torna perceptível quando a rocha está intemperizada.

A participação dos siltitos em termos de espessura dos estratos e do percentual na seqüência litológica, aumenta consideravelmente para oeste, quando há passagem gradual para a facies silto-argilosa.

Bolsões de cor cinza-escura, enriquecidos com material orgânico ocorrem com freqüência nas exposições ao longo da BR-262, no trecho situado a oeste do rio São Francisco. Estratificações de corrente, com dimensões centimétricas associam-se aos níveis de argilito síltico e siltitos preferencialmente.

Na área centro-sul delimitada a oeste do rio Paraopeba, próximo ao contato com o embasamento cristalino há nítida predominância dos argilitos em relação às rochas carbonáticas, sendo que estas últimas não chegam a constituir corpos suficientemente extensos que permitam uma representação na escala do mapeamento.

No trecho da BR-262 entre a cidade de Bom Despacho e o rio São Francisco, constata-se a ocorrência de níveis centimétricos de sílica coloidal, de cor preta, normalmente discordante do acamamento dos argilitos.

Estratos finos, descontínuos, de sílica cristalina são freqüentes nas margas e calcários. Dispõem-se em concordância com o acamamento original da rocha,

FOTO 17 - Estromatólitos do tipo L.L.H. (Laterally linked Hemispheroids) na facies argilo-carbonática da Formação Paraopeba

LOCAL - Margens do rio São Francisco na BR-262
FD-162 (419,094)
Folha Serra da Saudade

FOTO 18 - Camada de calcário argiloso da Formação Paraopeba. Estratos finos de argilito calcífero e estratificação cruzada de corrente.

LOCAL - Pedreira Ferro-Frão na nova BR-496, trecho entre Corinto e Lassance.
GM-420 (167,036)
Folha de Pirapora



sendo originados devido a lixíviação do carbonato, em solução alcalina, e posterior precipitação da sílica à medida que o pH tornava-se mais ácido. É comum esses níveis apresentarem drusas de quartzo.

Em direção ao centro da bacia, a seqüência pelito-carbonática vai, gradativamente, enriquecendo-se em sedimentos clásticos, passando a predominar uma facies silto-argilosa.

Essa unidade é predominantemente constituída por estratos médios e espessos de siltitos e argilitos sílticos, que transicionam vertical e lateralmente para margas e destas a calcarenitos puros.

Os siltitos e argilitos têm cor original cinza-chumbo esverdeada e, por intemperismo, adquirem uma coloração amarela-avermelhada e cinza-avermelhada.

Nos afloramentos do bordo oriental da bacia (Folha de Pirapora) há predominância de argilitos puros no topo da seqüência; os siltitos, quando frescos, podem localmente se apresentarem calcíferos. Nessa região observa-se uma variação granulométrica vertical na direção oeste, tendendo a siltitos grosseiros ou a arenitos finos, que transicionam para os siltitos da base da Formação Três Marias (serra da Onça). Ao sul desta serra são frequentes as intercalações de camadas lenticulares de arenito fino.

Na porção ocidental, notadamente na área ao sul da Barragem Três Marias, esta unidade apresenta-se muito arrasada, com desenvolvimento de solo profundo, o que reduz em muito o número de bons afloramentos. Esse fato é decorrente da subhorizontalidade dos estratos argilosos e da

9
11
construção da barragem, que com a subida da lâmina d'água provocou a interrupção de grande parte das vias de acesso. Em consequência, os afloramentos que normalmente só seriam encontrados nos leitos dos cursos d'água, acham-se atualmente submersos.

Nas poucas exposições encontradas evidenciou-se ser esta unidade composta de intercalações de argilitos sílticos e siltitos com ligeira predominância destes. O argilito normalmente é síltico, composto de lâminas com aproximadamente da mesma espessura e, diferindo apenas na composição mineral, em que se alternam níveis mais enriquecidos em micas detríticas de dimensões milimétricas.

Por vezes, essa laminação é muito difusa ou ausente, e neste caso o acamamento da rocha é constituído de estratos médios a grosseiros de siltitos e lamitos.

O siltito quando finamente estratificado apresenta faixas mais enriquecidas em material argiloso e mica detrítica.

É frequente a presença de pirita, preferencialmente associada a leitos argilosos. Este mineral constitui lentes centimétricas concordantes com o acamamento da rocha ou então como pequenos cubos irregulares de pirítia limonitizada, com dimensões de até cinco centímetros de aresta. A pirita é regionalmente conhecida com o nome de "Pedra de Santana, sendo muito comum encontrar-se este mineral como concentrado residual na parte superior do elúvio desta litologia (foto nº 19).

Pequenas ocorrências, sem expressão, de

galena associam-se a este nível, que, provavelmente corresponde ao horizonte mais metálico da Formação Paraopeba. Este nível corresponde àquele que apresenta mineralizações de sulfetos de chumbo e zinco em Januária e Vazante. Nesta fase o ambiente era bem redutor e corresponderia à época de maior expansão da Formação Paraopeba (Braun, 1977 - comunicação verbal).

Estratificações cruzadas de corrente com dimensões centimétricas ocorrem no siltito, e com mais constância no topo da seqüência.

As margas possuem coloração cinza-esverdeada, contendo estratos lenticulares de argilito intercalados. Localmente, transicionam para corpos de calcarenitos puros, de coloração escura a negra devido à inclusão de grafita (Branco e Costa, 1968), como também à presença de material orgânico. Ao longo da falha João Pinheiro, o calcarenito apresenta coloração cinza-rósea a cinza-amarronzada; esta tonalidade, provavelmente é devida a uma intensa dolomitização por substituição metassomática, cuja origem está associada a fraturamentos provocados pelo tectonismo.

Os calcarenitos apresentam-se finamente laminados com intercalações de lentes e estratos finos de material argiloso, ou então têm aspecto homogêneo, constituídos de oolitos de pequenas dimensões. Devido a rocha estar geralmente recristalizada, nas amostras de mão esta estrutura não fica bem evidenciada. Em alguns locais no entanto, os oolitos mostram-se bem ressaltáveis como acontece a sudeste de Lassance (Folha de Pirapora), e na foz dos córregos Jaguará e Munhoz (NR-117).

Ao longo dos planos de fraqueza é comum encontrarem-se vênulas de calcita branca e, com menos frequência, de cor preta, devido a processos de recristalização.

Além da laminação planoparalela, as rochas carbonáticas apresentam estratificação cruzada de corrente e acamamento "wispy lamination", que, lateralmente gradua-se para laminação difusa ou pobremente exposta.

Associada a essa litologia, é freqüente a ocorrência de camadas descontínuas ou bolsões de cor cinza-escura a preta, enriquecidos com material orgânico. As dimensões desses estratos decrescem para oeste, quando passam a constituir lâminas ou níveis milimétricos, constituindo a facies pelítica de transição para a Formação Três Marias. (Aerofoto nº 7)

Esta unidade é composta por intercalações de estratos médios e espessos, por vezes lenticulares, de siltitos grosseiros e arenitos finos a médios.

O siltito tem a cor original cinza-chumbo a cinza-esverdeada, e por intemperismo adquire tonalidade amarela-avermelhada a marrom-avermelhada. Quando a rocha está fresca apresenta-se maciço, homogêneo, sendo extremamente resistente ao quebramento por percussão. Ao se alterar evidencia-se o delicado acamamento primário, plano-paralelo. O elemento que caracteriza a estratificação original é a presença de minerais micáceos detríticos em leitos alternados de mesma granulometria. Por vezes o acamamento não é perceptível, mesmo quando a rocha está intemperizada. Por vezes estratos finos de argilito dis-

FOTO 19 - Estrato lenticular de pirita intercalado no acamamento do argilito síltico da Formação Paraopeba.

LOCAL - Morro da Cabeça
AM-03 (017,145)
Folha de Curvelo

FOTO 20 - Aspecto do arenito feldspático da facies silto-arenosa da Formação Paraopeba. A disjunção esferoidal é típica nesta litologia

LOCAL - Serra do Oeste Mineiro, próximo a Biquinhas
NR-168 (390,091)
Folha Três Marias



põem-se ao longo do acamamento.

A esfoliação esferoidal é bastante característica e chega a dar uma falsa aparência de níveis conglomeráticos (foto nº 20). Na parte basal desta facies, o arenito apresenta-se subordinado ao siltito na forma de estratos finos e médios, por vezes lenticulares. No topo da seqüência esta relação acha-se invertida passando a predominar o arenito. Este é de cor cinza-esverdeada, granulação média a fina, matriz argilosa. Quando o arenito é fresco, tem aspecto homogêneo, ao intemperizar-se realça a estratificação planoparalela. Há enriquecimento de minerais micáceos detríticos (moscovita) ao longo dos planos alternados do acamamento. Esta disposição planar facilita a partição da rocha. Os grãos de quartzo são angulares e de esfericidade média. Na parte superior da seqüência intercalam-se estratos finos de arenito médio, cinza-esverdeado feldspático, micáceo, constituindo a unidade de transição para a Formação Três Marias.

O único afloramento situado à margem direita do rio São Francisco situa-se no topo da serra que constitui a sinclinal de Buenópolis. Consta de arenitos arcianos de granulometria fina a média, coloração branca-esverdeada e bem estratificados. Seixos esporádicos ocorrem na rocha, constituídos exclusivamente de quartzo de veic. Atingem no máximo três centímetros e são bem arredondados e alongados. Intercaladas ocorrem camadas de material ferruginoso com espessura de um metro (foto 21). Um perfil da parte norte da sinclinal revelou nestes arenitos a ocorrência repetida de horizontes conglomeráticos, alternando-se segundo a estratificação. Esses horizontes não ultrapassam dez

centímetros de espessura e constituem verdadeiros acamamentos graduados. Seixos de até dez centímetros estão associados a outros menores, diminuindo para o topo até atingir o tamanho de um a três milímetros quando então, novamente se inicia de maneira brusca outra seqüência conglomerática. Na parte superior desta seqüência ocorrem camadas lenticulares de material essencialmente argiloso, acunhando-se lateralmente e não atingindo a mais que dois metros de extensão e dez centímetros de espessura (foto nº 21). (Aerofoto nº8)

Estratificações cruzadas de corrente com dimensões centimétricas são verificadas principalmente no topo da seqüência. A espessura máxima inferida foi de 166 metros na serra do Saco da Vaca, na Folha de Três Marias.

6.8.5 Formação Três Marias

6.8.5.1 Comentários Gerais

Para esta unidade é feita uma descrição pormenorizada das suas seções tipos mais características em toda área de ocorrência.

Esse critério utilizado fundamentou-se por esta formação permanecer indivisa e ter uma extensa área de ocorrência, em que, normalmente apresenta-se horizontalizada, constituída de camadas que regionalmente apresentam relativa persistência litológica.

Por conseguinte, esta torna-se a única forma de dar uma visualização espacial da sua variação litológica e caracterização litoestratigráfica.

Foi dada ênfase à descrição pormenorizada das estruturas primárias, uma vez que, para a definição e caracterização da seqüência psamítica da Formação Três Marias, constitui o principal elemento, sendo o suporte utilizado no estabelecimento da sua gênese e geometria ambiental.

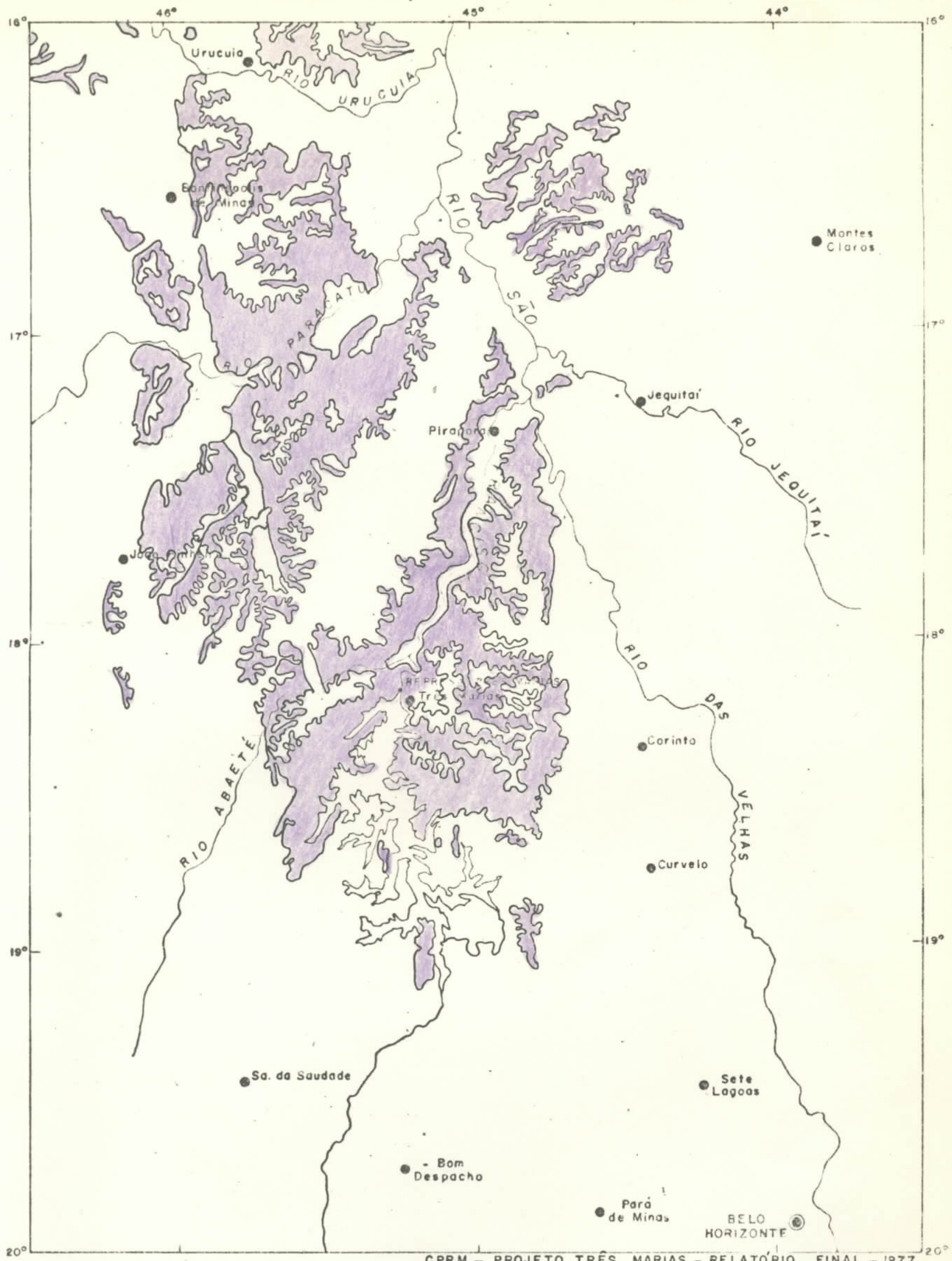
6.8.5.2 Distribuição Geográfica

A área de ocorrência constitui uma faixa extensa na porção centro-ocidental do projeto, que se inicia ao sul, nas proximidades de Abaeté, prolongando-se para norte, com disposição de seus bordos orientados grosseiramente, com direção meridional, ultrapassando os limites da área do Projeto Três Marias. Em grande parte esta unidade encontra-se encoberta pelas Formações Cretáceas ou por coberturas arenosas indiferenciadas, o que promove uma descontinuidade em sua exposição.

Na área do "Alvéolo do Paracatu" a seqüência Três Marias ocorre isoladamente no interflúvio dos rios Caatinga e Verde, constituindo o sistema serra das Maravilhas. (Figura 17)

6.8.5.3 Expressão Topográfica

Em grande parte de sua ocorrência está coberta, quer por sedimentos cretácicos ou capeamento das Coberturas Indiferenciadas (TQi e Qphi). Morfologicamente, difere bastante da Formação Paraopeba nas áreas em que esta última se apresenta dobrada, em virtude das diferenças



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

- ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO TRÊS MARIAS

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 17

dos efeitos tectônicos imprimidos nestas duas unidades. Praticamente horizontalizada em quase toda sua área de exposição, exibe um relevo mais ou menos arrasado com ondulações suaves. Na região ao sul da Barragem Três Marias e na serra das Maravilhas, constitui chapadas com bordas abruptas, suavemente escarpadas. Tal feição adquirida é devida principalmente à horizontalidade dos estratos e a alta frequência das fraturas, praticamente verticais. A desagregação mecânica é predominante sobre o intemperismo químico, sendo uma constante a formação de grandes blocos de configuração esferoidal. A alternância de estratos com litologias diferentes (arcósios e siltitos calcíferos), também reflete de forma diferente em resposta aos efeitos erosivos, produzindo um relevo suavemente escalonado.

Devido à relativa similaridade em termos granulométricos (siltito grosseiro e arenito fino) entre o topo e a base das formações Paraopeba e Três Marias, há uma identidade muito grande entre seus relevos evoluídos, quando a primeira unidade apresenta-se horizontalizada. Torna-se, inclusive, bastante difícil sua individualização em fotografias aéreas e o grau de dificuldade se acentua ainda mais quando existem coberturas indiferenciadas. Essas quando pouco espessas moldam-se ao paleo-relevo, inclusive, herdando seus caracteres morfológicos.

O elúvio, via de regra, é pouco profundo, não alcançando mais de 2 a 3 metros. Tem uma coloração típica vermelha-marrom para os arcósios. Para os siltitos é mais avermelhado e mais profundo. Varia de silto-arenoso a arenoso nas regiões de franco domínio das rochas arcoseanas. A drenagem exibe tipo dendrítico, sendo menos densa que a

FOTO 21 - Camadas de material ferruginoso intercaladas nos arenitos arcóseos da Formação Paraopeba.

LOCAL - Estrada de Joaquim Felício ao povoado de Tamanduá
GM-331 (395,099)
Folha Pirapora

FOTO 22 - Acamamento lenticular (lenticular bedding) evidenciando migração das estratificações cruzadas. Típico de ambiente de baixios de marés (tidal flat), característico da Formação Três Marias.

LOCAL - A noroeste de Três Marias
NR-316 (450,342)
Folha Três Marias



77
• NOV



77
• NOV

da Formação Paraopeba, quando tectonizada, sendo constante a presença de corredeiras e cachoeiras.

6.8.5.4 Relações de Contato

Nos afloramentos visitados constatou-se que o seu contato basal dá-se sempre com a Formação Paraopeba, através de uma facies de transição, constituída de siltitos cinza-esverdeados, calcíferos. No seu bordo meridional (região ao sul da Barragem Três Marias), este contato é feito por uma brecha, com matriz calcífera e seixos centimétricos angulares de material calcífero, e subordinadamente, argilitos e siltitos, provenientes da desagregação das rochas da Formação Paraopeba. No bordo setentrional (região do rio Urucuia), a facies marginal de transição é representada por um conglomerado com matriz arenosa, localmente calcífera, e seixos de arcósios, siltitos, arenitos, gnaisses, rochas básicas e ultrabásicas, quartzitos, etc..

Estas unidades pefíticas representam provavelmente, uma discordância paralela do tipo paraconformidade. (Aerofoto nº 9)

6.8.5.5 Litologia

Embora ocupe uma extensa área, esta unidade caracteriza-se principalmente, por uma constância litológica regional e, mais ainda, pelas estruturas sedimentares primárias que são típicas e persistem em toda a área aflorante. A cor original predominante é a marrom-avermelhada, embora as camadas basais apresentem tonalidades cinza-

-chumbo e cinza-esverdeada.

Uma facies basal pefítica constituída por uma brecha calcária, foi encontrada "in loco" na serra das Garças e ao norte de Felixlândia (foto nº 23), aflorando em abundância na Folha Três Marias como blocos rolados, por vezes agrupando-se em áreas relativamente extensas. Os seixos têm dimensões variáveis mas, em média, são centimétricos; têm formas diversas, geralmente angulares e com esfericidade baixa, predominando calcários pretos e cinzas; menos frequentes são os siltitos, de formas alongadas e bordos arredondados. A coloração é bastante variada, de cinza-escura a azulada e rósea-avermelhada, sendo esta última derivada das rochas do Grupo Canastra, quando os seixos apresentam microfalhas (foto nº 24).

Na região da Barragem Três Marias, onde foi pela primeira vez descrita, tem o seguinte empilhamento litológico:

- Rocha de cor verde-chumbo, adquirindo tonalidades mais claras quando intemperizada; cimento calcífero. A granulometria varia de areia média a sílta que constitui os estratos finos e médios intercalados. Ao longo do acamamento original são frequentes estratos finos lenticulares descontínuos de arenito médio, arcossiano, micáceo (lenticular bedding). Apresenta com certa constância marcas de ondas simétricas, marcas de carga (foto nº 22).

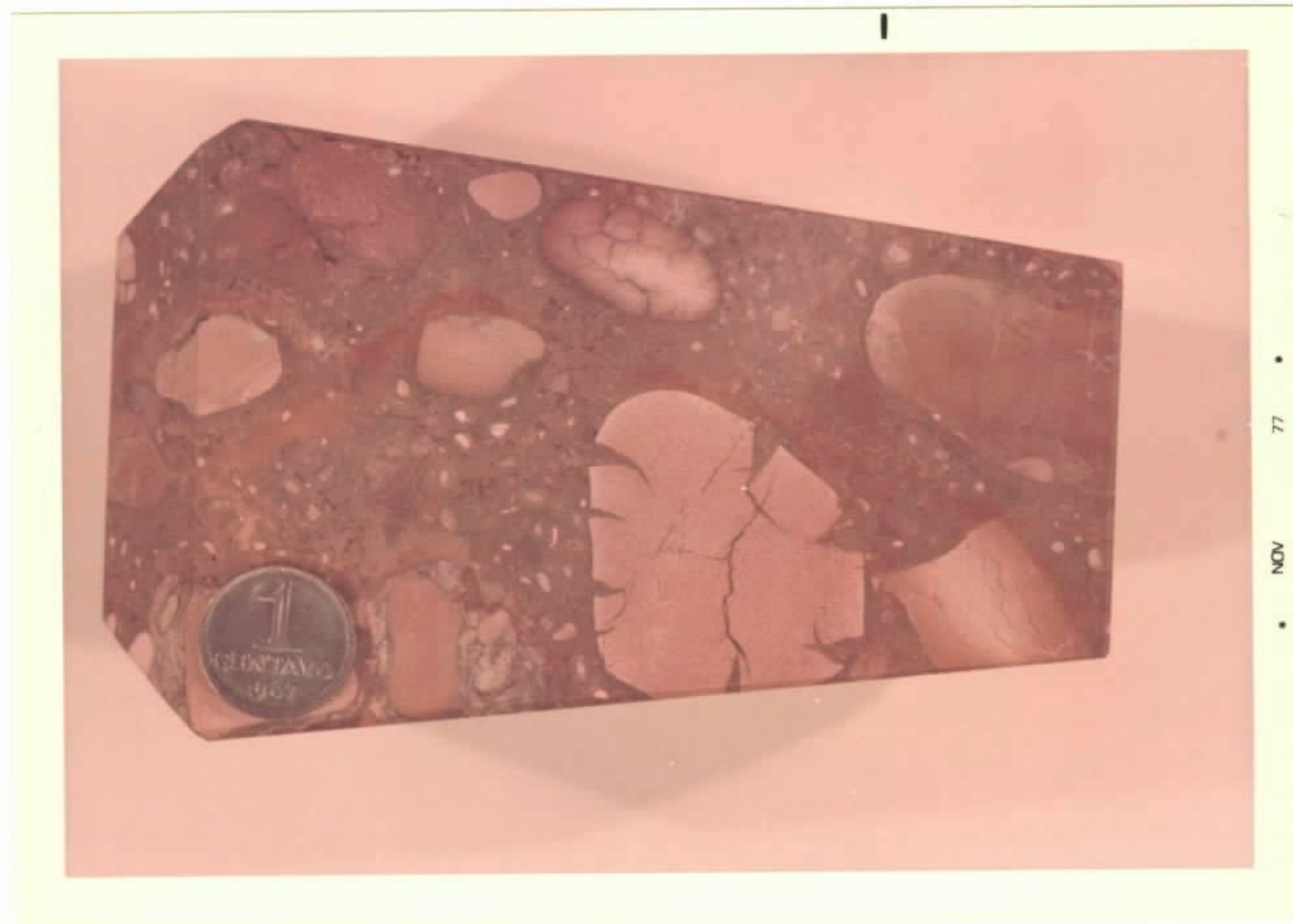
- Argilito síltico cinza-avermelhado e amarelado, com níveis descontínuos de argilito puro em estratos finos lenticulares. Micromicáceo (sericita, por vezes concentrada em faixas); estratificação planoparalela, linear, repetida (40 m).

FOTO 23 - Brecha calcária depositada na interfaces
das formações Três Marias e Paraopeba.

LOCAL - Morro da Cabeça, ao N de Felixlândia
AM-03 (017,145)
Folha de Curvelo

FOTO 24 - Brecha calcária situada na interfaces das
formações Três Marias e Paraopeba.

LOCAL - Serra do Oeste-Mineiro
NR-169 (395,108)
Folha Três Marias



- Arenito de cor marrom-chocolate, matriz silto-ar-gilosa, grã fina a média, regularmente selecionado, feldspá-tico (arcósio) e micáceo (sericita). Quando a rocha é fres-ca tem aspecto homogêneo e bem litificado. Esfoliação esfe-roidal típica; estratificação planoparalela, linear, des-contínua; lâminas e estratos finos com concentração de mine-rais opacos pesados, constituindo níveis lenticulares (wavy bedding), centimétricos, irregulares, dispostos ao longo do acamamento da rocha (40 m).

- Estratos médios e espessos, alternados de areni-to arcosiano fino, amarronzado, micáceo (sericita e/ou mos-covita). Intercalam-se estratos médios e lâminas, consti-tuindo uma seqüência rítmica (estratificação planoparalela repetida, em leitos regulares), de argilito vermelho e are-nito síltico. Por vezes, o arenito síltico forma lentes des-contínuas (lenticular bedding), centimétricas, envoltas em lâminas de material argiloso vermelho-amarronzado. Este con-junto tem ótima fissilidade "bedding fissility", que se des-taca quando parcialmente intemperizado, assumindo, inclusi-ve, o aspecto de folhelho quebradiço com microestratifica-ção esferoidal planar (35 m).

- Estratos finos a médios de argilito síltico, cin-za-avermelhado, com níveis laminares descontínuos centimé-tricos (acamamento lenticular) de arenito fino. Tais ní-veis têm cor cinza-escura, são feldspáticos e micáceos (se-ricita e/ou moscovita). O cimento calcífero só é evidenci-a-do quando a rocha não está intemperizada (30 m).

- Arenito fino de cor cinza-esverdeada, cimento cal-cífero, feldspático (arcósio?) Aspecto aparente homogê-neo bastante litificado. Apresenta minerais micáceos nas

FOTO 25 - Siltito com lentes de arenito arcossiano constituindo estrutura de acamamento lenticular (lenticular bedding), situado na base da Formação Três Marias.

LOCAL - Três Marias
NR-305 (544,360)
Folha Três Marias

FOTO 26 - Acamamento lenticular (lenticular bedding), ocorrente nos arcóssios da Formação Três Marias. Típico de ambiente de baixios de marés (tidal flat).

LOCAL - Fazenda Carapiá
NR-307 (564,375)
Folha Três Marias



cores castanha e esverdeada. A estratificação planoparalela original é linear repetida, com leitões regulares, só evidenciada quando a rocha está intemperizada (15 m).

Mais ao norte, na rodovia entre as fazendas Carapiá e Cabana de Santa Bárbara (NR-307), na meia encosta do chapadão, aflora um arenito cinza-avermelhado de granulometria fina a média matriz argilosa, e feldspático (arcosiano). Bastante compacto, aspecto maciço, bem resistente ao quebramento por percussão. Quando intemperizado evidencia-se a estratificação planoparalela linear; micromicáceo com esfoliação esferoidal típica. Apresenta estratificação cruzada de corrente do tipo calha, com dimensões métricas. O ângulo de caimento do "foreset" é de 10 a 15°. Existem lâminas de argilito marrom-escuro, parcialmente laterizadas, intercaladas nesta sequência. A passagem deste arcósio para a unidade imediatamente acima dá-se por um diastema, o que é evidenciado pelo paleorelevo em forma de uma superfície irregular que evoluiu no topo deste arcósio. Sobreposto, está um arenito síltico marrom, matriz argilosa, micromicáceo, pouco feldspático. Associam-se estratificações planoparalelas de canal, com porte médio (foto nº 26).

No curso superior do córrego da Cachoeirinha (NR-316 e 474) na área da Barragem Três Marias, tem-se da base para o topo:

- Síltito de cor marrom-chocolate, cimento calcífero. A rocha é muito rica em estruturas primárias, sendo frequente a presença de marcas de ondas assimétricas, bolas de argilás e gretas de ressecamento. Na margem esquerda deste riacho há um paredão onde se evidencia uma estratificação cruzada de corrente com dimensões métricas, com o ângulo

de caimento do "topset" de 18° . Sotoposto por uma provável superfície erosional (diastema), ocorre o arcócio marrom-chocolate com estratos lenticulares (lenticular bedding), constituídos de material mais grosseiro com marcas de ondas assimétricas e de estratificação cruzada, parcialmente truncada, centimétrica no seu interior. Nesse arcócio ocorrem seixos com formas elipsoidais do siltito subjacente, com dimensões de até cinco centímetros. São também frequentes seixos de argilitos arredondados.

Nas proximidades da Usina de Beneficiamento de Zinco em Barreiro Grande, a sequência do topo para a base com espessura de mais ou menos 30 m é: arenito cinza-esverdeado, adquirindo coloração avermelhada quando intemperizado. Matriz silto-argilosa. A percentagem de minerais micáceos chega de 15 a 20%, predominando plaquetas de 2 a 3 mm de moscovita, e em menor quantidade, biotita. Grã média, feldspático, podendo ser classificado como subarcócio. Os grânulos de quartzo são angulares com esfericidade baixa. Apresenta bolas de argila com dimensões de 3 a 5 mm. Quando alterada a rocha mostra-se finamente estratificada em leitos regulares, planoparalelos repetidos. Verticalmente, gradua-se para um arenito grosseiro, finamente estratificado, muito feldspático (arcócio, com pequena percentagem de minerais pesados). Ao longo do acamamento intercalam-se estratos finos com mais ou menos dez centímetros de espessura de siltito argiloso, com aproximadamente 30% de minerais micáceos. Este conjunto apresenta estratificação cruzada de corrente com dimensões métricas. Ao longo da rodovia BR-040, são frequentes grandes lentes de arcócio sobrepostas ao siltito calcífero, constituindo estruturas típicas de canais entrelaçados -

dos; em direção ao norte, as estruturas sedimentares tornam-se mais frequentes e mais desenvolvidas (foto nº 25).

No córrego do Amendoim, ao sul da Folha de João Pinheiro (NR-333), aflora um arenito marrom-avermelhado com granulometria fina, cimento calcífero, aspecto aparentemente maciço, que ao intemperizar-se fica evidenciada a estratificação planoparalela linear repetida. É micáceo (moscovita) e feldspático, com marcas de cargas. Seguindo o córrego acima, passa a aflorar o arcócio cinza-esverdeado, que ao se intemperizar adquire coloração cinza-avermelhada. Apresenta estratificação cruzada de corrente do tipo festonada (festoon), marcas de ondas assimétricas, níveis com bolas de argilas e laminação convoluta.

A serra das Maravilhas que constitui o acidente geográfico de maior destaque na área do "alvéolo" do rio Paracatu, apresenta a seção-tipo mais característica da Formação Três Marias nessa região. Da base para o topo tem este empilhamento seqüenciado:

- Siltito de cor cinza-esverdeada, cimento calcífero; ao longo do acamamento há níveis lenticulares e marcas de ondas preenchidas por arenito fino micáceo com mini-estratificação cruzada de corrente, estando o topo parcialmente truncado (lenticular bedding). Apresenta gretas de ressecamento com dimensões centimétricas. Esse siltito constitui a litologia do Três Marias, aflorante nas áreas das baixadas banhadas pelo rio Caatinga e ribeirões São Bartolomeu e Santa Tereza. A área de domínio desta litologia está delimitada ao norte pela serra das Maravilhas e a leste pelo chapadão arenoso sobre o qual está assentada a rodovia que liga João Pinheiro a Canabrava (foto nº 27).

No extremo noroeste da área (Folha Montes Claros) e na área delimitada ao sul pela margem esquerda do rio Urucuia (Folha Urucuia), essa unidade superior do Grupo Bambuí caracteriza-se por franco predomínio de psamitos arcóseos que se intercalam com siltitos feldspáticos, calcíferos e raros argilitos. Constituem níveis basais de transição para a Formação Paraopeba. Bons perfis podem ser encontrados nas encostas das chapadas entre as cidades de São Francisco (fora da área do projeto) e a vila de Urucuia. No topo do chapadão predomina um arenito fino, cinza-chumbo com manchas vermelhas irregulares produzidas por intemperismo; matriz argilo-calcífera, seleção granulométrica má. Há níveis conglomeráticos intercalados com seixos milimétricos de siltito micáceo, com formas placóide e ovalada. Grânulos médios e grosseiros de quartzo encontram-se dispersos no corpo da rocha e, por vezes, concentrados, constituindo níveis mais grosseiros. A base da seqüência é constituída por argilito síltico esverdeado, cimento calcífero, com minerais micáceos concentrados ao longo do acamamento. Intercalam-se estratos finos lenticulares de arenito fino, micáceo, calcífero, com seixos milimétricos de siltito verde e bolotas de argilito, constituindo acamamento lenticular (foto nº 28).

Na saída de Coração de Jesus para Brasília de Minas, esta unidade está muito bem exposta, apresentando na base, em contato com rochas carbonáticas da Formação Paraopeba, um conglomerado com aproximadamente 4 metros de espessura, constituído por uma matriz areno-calcífera, de granulometria média e seixos de calcário, dolomito e quartzo, podendo ocorrer fragmentos de xisto e quartzo arredondados. Imediatamente acima sobrepõe uma se-

FOTO 27 - Acamamento lenticular (lenticular bedding) em que marcas de ondas assimétricas têm no seu interior miniestratificação cruzada de corrente, do tipo acanalada. A formação da marca de onda trunçou parcialmente a porção superior da estratificação e indica migração de estruturas. É típico de ambiente de baixios de marés (tidal flat), característico da Formação Três Marias.

LOCAL - Riacho Santa Tereza
NR-399 (237,182)
Folha João Pinheiro

FOTO 28 - Acamamento lenticular (lenticular bedding), que constitui estrutura típica de baixios de marés (tidal flat), característico da Formação Três Marias.

LOCAL - Córrego Gameleira
NR-410 (551,079)
Folha Urucuia



seqüência constituída por:

- Arenito fino, matriz calcífera de cor avermelhada. Predominam grãos de quartzo hialino, regularmente selecionados. O arenito é micáceo, bastante duro, aspecto maciço. A única estrutura primária bem evidenciada é a estratificação planoparalela (5 m).

- Argilito síltico, cor avermelhada, calcífero, muito coeso, micáceo. Há grãos de quartzo médios e grosseiros, dispersos na massa. Evidenciou-se, com mais nitidez a estratificação planoparalela, acamamento lenticular e laminação convoluta (1,5 m).

- Arenito médio, calcífero, de cor cinza-avermelhada, mal selecionado, com grãos grosseiros de quartzo e de calcário dispersos. O arenito é feldspático e micáceo. Evidencia-se também a presença de minerais pesados ferromagnesianos e magnetita como acessórios, que por vezes concentram-se ao longo do acamamento. Regionalmente, predomina esta litologia, sendo que o nível conglomerático basal foi encontrado em diversos outros locais.

Esta seqüência basal da Formação Três Marias quando intemperizada torna-se muito pura e friável, sendo facilmente confundida com as rochas cretácicas da Formação Areado (facies Quiricó e Três Barras). Um elemento, porém, permite a identificação dessa unidade, suas perturbações estruturais (falhas, pequenas dobras, camadas com inclinação maior que 5°, etc. - vide localidade de Coração de Jesus). Por outro lado, em bons perfis é possível observar a sua interdigitação com calcários e margas do Paraopeba, bem evidenciada nas proximidades de São Geraldo e São Domingos (Folha de Montes Claros).

- Arcócio de cor cinza-esverdeada, com granulação fina a média. Caracteriza-se por suas estruturas primárias, estratificação cruzada de corrente, do tipo festonada. Há níveis com bolas de argila, centimétricas, evidenciando pequeno transporte (40 m).

- Arenito cinza-amarronzado, granulação fina (siltica), matriz argilosa; feldspático (arenito arcósiano). Apresenta estratificação cruzada de canal. Este arenito gradua verticalmente para um arcócio com granulação média, quando aumenta a participação de minerais micáceos, predominando a moscovita, com plaquetas de até 3 mm de dimensão (140 m).

- Argilito siltico de cor cinza-avermelhada, estando parcialmente intemperizado. Há grânulos de quartzo dispersos na massa, níveis de concentração de minerais micáceos (moscovita) e feldspáticos. Apresenta-se em estratos espessos intercalados no arcócio descrito no parágrafo anterior (50 m).

Nesta seqüência superior ocorrem estruturas sedimentares com marcas de ondas e "ripple drift-cross lamination".

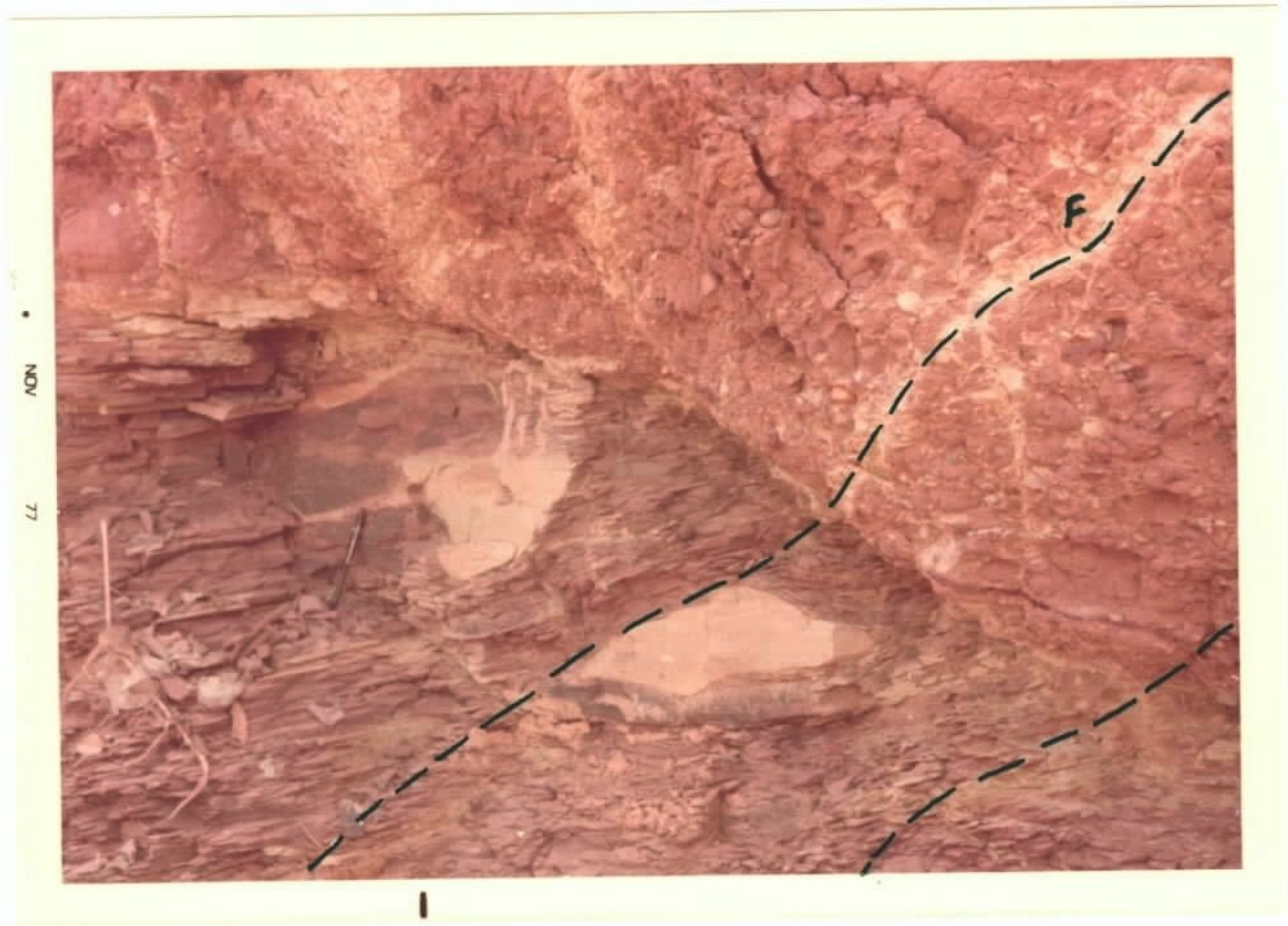
Na meia encosta do extremo norte do chapadão dos Gerais, o siltito calcífero vermelho-chocolate apresenta-se com as mesmas características texturais do ocorrente nas proximidades da Barragem Três Marias. No entanto, o último apresenta-se mais rico em estruturas primárias, tais como gretas de ressecamento, marcas de ondas assimétricas, marcas de carga e estratificação cruzada de corrente.

FOTO 29 - Arenito conglomerático que constitui uma graduação lateral do Conglomerado Santo Ignácio. Depósito típico de planície de transbordamento evidenciado por suas estruturas primárias.

LOCAL - Caichito
RM-175 (461,316)
Folha Urucuia

FOTO 30 - Detalhes da discordância erosional entre o Conglomerado Santo Ignácio e a Formação Paraopeba. Notar as fraturas (f) de clivagem, penetrativas nestas duas litologias.

LOCAL - Rio Seco
RM-177 (432,364)
Folha Urucuia



6.8.5.5.1. Conglomerado Santo Ignácio

6.8.5.5.1.1 Histórico

As únicas referências encontradas sobre a existência desta litologia estão no trabalho "Reconhecimento e Estudos Preliminares na Bacia do Urucuaia", realizado por Dr. José Kerekes em 1957, que cita na página A8: "merece especial menção o aparecimento de um arenito conglomerático ferruginoso, de cor tijolo (arredores da Fazenda Santo Ignácio, vide foto da figura nº 18; e na margem do rio e riacho Seco), intercalado nos bancos inferiores do arenito da formação. As inclusões em parte arredondadas, parte angulares são de tamanho muito diferente, na maior parte com alguns centímetros de diâmetro, passando porém, em muitos casos a 20-30 cm, alcançando excepcionalmente, o volume de 1,5 metros cúbicos (fig. 19). A composição petrográfica das inclusões: quartzito escuro, de cor marrom-liláceo, pequenos seixos chatos de siltito e itabirito, respectivamente".

"As indicações litológicas acima mencionadas deixam transparecer ambiente de sedimentação marinha, de clima frio, em condições de decomposição mecânica, representando o arenito conglomerático um tilito glacial ou flúvio glacial, originado provavelmente de material algonquiano, transportado por blocos flutuantes de gelo em derretimento, carregados por correntes marinhas".

6.8.5.5.1.2 Área de Ocorrência

Suas melhores exposições situam-se nas margens do rio Urucuaia próximo à sede da Fazenda Santo Ignácio

cio, ao longo dos leitos do rio e do riacho Seco; córrego Campo Grande; porto do Caichito, situado à margem direita do rio Urucuia; riacho das Lages e da Palmeira. Constatou-se também a sua presença em diversos pontos bem distantes entre si, como por exemplo no perfil realizado entre a fazenda Santo Ignácio e o riacho Seco numa distância aproximada de 10 km. Outro perfil realizado, onde se pode constatar sua grande extensão lateral, é no trecho entre o Porto Novo e o riacho Seco de aproximadamente 20 km. No entanto, a delimitação dessa litologia torna-se impraticável, pois, os afloramentos existentes situam-se nos leitos dos cursos d'água e entre um ponto e outro, geralmente há uma cobertura arenosa proveniente das aluviões dos rios ou então da desagregação do arenito Três Barras. Além disso, essa região é de difícil acesso, praticamente não existindo estradas, e todo o percurso é sempre feito a pé ou por animal.

6.8.5.5.1.3 Litologia

Para melhor visualização da variação litológica será feita uma descrição individual dos principais pontos visitados.

- Fazenda Santo Ignácio - Barra do Riacho - Campo Grande e margens do rio Urucuia.

Apresenta-se com uma espessura média de 5 metros, porém deve-se considerar que nessa época o nível do rio estava bastante alto.

A matriz consta de um arenito argiloso de cor vermelha-tijolo, grã fina a média, mal classifica-

do, com grânulos de quartzo grosseiros dispersos. Apresenta minerais micáceos em pequena percentagem (moscovita). Tem aspecto homogêneo, maciço, bastante compacto. Os seixos têm formas das mais diversas, variando desde grânulos até matações com 1,5 m. Em geral, são subarredondados com esfericidade baixa. Predominam seixos de siltito e arenito fino, feldspáticos, sendo identificados como pertencentes ao topo da Formação Paraopeba, facies silto-arenosa. Em menor proporção, seixos de arcósio, hematita compacta com veios de quartzo constituindo pequenas microdobras, conhecidos localmente como "pedra das inscrições".

Próximo à foz do riacho Campo Grande, constatou-se a existência de estratificações cruzadas de corrente, do tipo acanalada (wedge shaped) com dimensões médias a grandes. Esse conglomerado apresenta-se fraturado em duas direções principais: N20°W/vertical e N20°E/vertical. Próximo à sede da fazenda, na margem do rio Urucuia, aflora constituindo o topo de uma anticlinal.

- Caichito

Predomina a matriz, sendo os seixos bem escassos. Os existentes são idênticos aos siltitos e arenitos finos feldspáticos da fazenda Santo Ignácio, porém suas dimensões não ultrapassam três a cinco centímetros.

A matriz consta de um arenito fino, de cor cinza-avermelhada, micáceo, com micro-acamamento gradual, constituindo estratos finos de 2 a 3 mm de espessura. Alternam-se ritimicamente lâminas contínuas de argilito de cor marrom-avermelhada idênticas às da matriz encontrada na fazenda Santo Ignácio. Apresenta estratifica-

ção cruzada de corrente do tipo acanalada. Essa seqüência tem acamamento com atitude de $N25^{\circ} E/25^{\circ} SE$. No percurso entre essa localidade e o rio Seco constatou-se um falhamento na direção $N25^{\circ} E/70^{\circ} W$ (foto nº 29).

- Rio e Riacho Seco

Esses locais constituem as melhores exposições, não só pelas suas dimensões, mas também por evidenciarem claramente o contato desse conglomerado com a Formação Paraopeba, que se faz através de uma nítida discordância erosional (fotos nºs 30 e 31).

A matriz é um arenito calcífero cinza-avermelhado, granulometria média, mal selecionado, com grânulos de quartzo grosseiros dispersos. Normalmente, o material calcífero está lixiviado e sua presença é evidenciada pelas faixas milimétricas de calcita branca recristalizada, que preenchem os planos de fraturas.

Os seixos são mais abundantes, com dimensões que variam de grânulos até matações. Predominam os de siltitos, arenitos feldspáticos, arcósios, embora também ocorram megaclastos de rochas básicas e ultrabásicas, granito, gnaiss, pegmatito, filito, itabirito e hematita, estes em menor proporção. Em geral são subangulares com esfericidade baixa. Os seixos de filito são placóides, normalmente evidenciam^{ndo} pequeno transporte.

Embora a matriz esteja parcialmente intemperizada, o que dificulta o reconhecimento das prováveis estruturas sedimentares existentes, ainda se evidencia um

acamamento gradativo generalizado.

Estudos em seções delgadas de nove lâmi-
nas destes seixos revelaram os seguintes tipos petrográfi-
cos:

- RM - 177-A - gabro saussuritizado
- RM - 177-B - quartzito sericítico
- RM - 177-C - quartzo-biotita-plagioclásio-microcli-
na-gnaisse cataclasado
- RM - 177-D - quartzo-plagioclásio-biotita-clorita-
gnaisse milonitizado
- RM - 177-E - gabro
- RM - 177-F - diorito
- RM - 177-G - quartzito moscovítico
- RM - 177-H - arcósio tipo da Formação Três Marias
- RM - 177-I - siltito

- Córrego das Lages

Apresenta certa identidade em termos li-
tológicos, como a verificada no afloramento de Caichito, sen-
do mais freqüente a presença de gretas de ressecamento.

6.8.5.5.1.4 Correlações

Na sua grande maioria os seixos de areni-
to fino feldspático e de siltito são provavelmente resultan-
tes da desagregação da facies silto-arenosa da Formação Pa-
raopeba. Estudos petrográficos, no entanto, sugerem que
os seixos dos arcósios são idênticos aos encontrados na

Formação Três Marias, apesar de não se ter verificado em nenhum deles quaisquer sinais das estruturas sedimentares frequentes e típicas desta unidade. Considerando que esses seixos de arcócio avermelhados são provenientes da desagregação das litologias da Formação Três Marias pode-se inferir que:

- Enquanto a sedimentação se processava normalmente nas porções interioranas e em sítios mais distantes, o topo da Formação Paraopeba sofria processos erosivos gradativos que teriam transportado os seixos para regiões próximas dentro da própria bacia. Isto leva a admitir a existência de diastema durante a sedimentação Três Marias, facto este ligado às frequentes oscilações do nível d'água, em consequência dos recuos e avanços do mar. A existência de diastemas na Formação Três Marias foi comprovada em campo em diversas localidades: no perfil entre a fazenda Carapiá e a Cabana Santa Bárbara; ao longo das margens do córrego Cachoeirinha (NR-316 e NR-474), verificando-se nessa localidade, a existência de níveis conglomeráticos com seixos centimétricos do siltito feldspático no arcócio cinza-amarronzado. Na BR-040, a 150 m da margem esquerda do rio do Boi, verificam-se níveis argilosos, limonitizados, típicos de exposição subaérea em clima tropical.

É provável que essa fase mais enérgica de oscilação regressiva da lâmina d'água, que proporcionou um abaixamento do nível de base e conseqüente retomada de erosão em regime torrencial, foi concomitante a que produziu a brecha calcária do morro das Garças (Folha de Curvelo), situada na transição das formações Paraope-

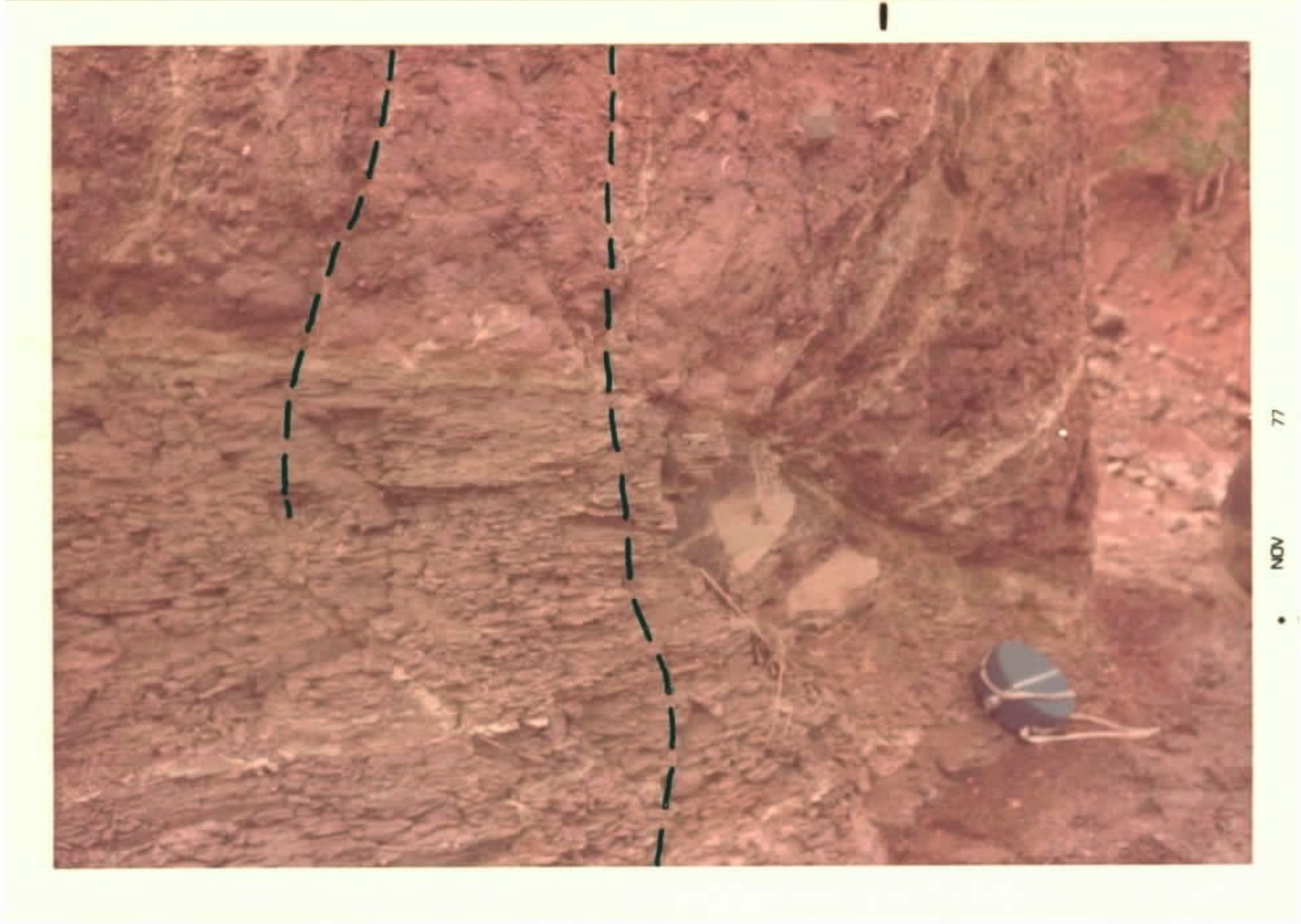
FOTO 31 - Detalhes de discordância erosional entre o Conglomerado Santo Ignácio e a Formação Paraopeba.

LOCAL - Riacho Seco
RM-177 (432,364)
Folha Urucuia

FOTO 32 - Estruturas de "ripples-drift-cross-lamination", desenvolvidas nos siltitos e arcósios da Formação Três Marias.

LOCAL - Topo da serra das Maravilhas
NR-379 (178,269)
Folha João Pinheiro

F



ba para Três Marias (fotos nºs 23 e 24).

6.8.5.6 Estruturas Primárias

Foi dada especial ênfase à descrição por menorizada das mesmas, uma vez que para a definição, caracterização da seqüência psamítica da Formação Três Marias, constitui o principal elemento, sendo o suporte utilizado no estabelecimento de sua gênese e geometria ambiental.

- Marcas de onda (ripple marks): na região compreendida entre o rio São Francisco e o das Velhas são frequentemente encontradas nos arcósios e siltitos da base. Possuem pequena amplitude, cristas simétricas e grandes variações nas direções de paleocorrentes. São melhor desenvolvidas nos arcósios com direção geral variando de $N50^{\circ}E$ e $N25^{\circ}E$, e de maneira geral têm sentido NE/SW. Por outro lado, os siltitos que sobrejazem estes arcósios apresentam as direções dos "ripples" variando entre $N50^{\circ}W - N20^{\circ}W$, sempre com sentido NW/SE.

- Marcas de ondas ondeantes (wavy ripples): ocorrem nos siltitos e arcósios no topo da seqüência. Têm dimensões pequenas, com altura de três a cinco centímetros e comprimento de onda de dez a quinze centímetros.

- Bolas de argila (clay ball): verificam-se associadas com mais assiduidade nos arcósios e arenitos feldspáticos marrom-avermelhados. O valor dimensional médio é de três a oito centímetros, porém, em alguns afloramentos foram encontrados seixos com forma elíptica alcançando cinco centímetros de comprimento. Em geral são arredondados.

- Gretas de ressecamento ("mud crack"): são associadas preferencialmente aos siltitos vermelho-amarronzados e com menos frequência aos arcósios. São geralmente dos tipos clássicos, com arestas alcançando em média dois a cinco centímetros. Todavia, em vários locais essas estruturas apresentam lados alcançando valores dimensionais de 20 a 30 cm, notadamente na meia encosta do bordo norte do chapadão dos Gerais.

- Marcas de carga (load cast): são comuns nos siltitos vermelho-amarronzados ou na interfaces destes com os arcósios ou argilitos. Ocorrem em ordem da grandeza centimétrica e apresentam-se em formas bem variáveis sem obedecer a qualquer padrão.

- "ripple-drift cross-lamination": este foi o tipo de estrutura encontrada com menos frequência, sendo que as melhores estão no topo da serra das Maravilhas. Ocorre no arcósio com intercalações de argilito feldspático (foto nº 32).

- Acamamento lenticular ("lenticular bedding"): na Folha Três Marias, é formado por estratos finos lenticulares, com superfícies irregulares delimitando o arenito fino a médio, micáceo, feldspático. Esses elementos dispõem-se ao longo do acamamento do siltito cinza-esverdeado, calcífero. As superfícies são envoltas por lâminas de material argiloso. Na Folha de João Pinheiro são mais frequentes na porção aflorante inferior do mesmo siltito; constituem estratos médios, lenticulares em que marcas de onda assimétricas têm no seu interior miniestratificação cruzada de corrente, do tipo acanalado. A formação da marca de onda truncou parcialmente a porção superior da estratificação cruzada. Normalmente, esses estratos lenticulares têm

granulometria de fina a média (fotos nºs 25, 26, 27 e 28).

- Acamamento ondeante (wavy bedding e flaser bedding): ocorre principalmente no siltito calcífero na Folha João Pinheiro, e com menos frequência no arcósio. Tem a conformação dos tipos clássicos descritos na literatura especializada e ocorre menos frequentemente que o acamamento lenticular. Por vezes, inclusive no campo, torna-se difícil diferenciá-lo. Nos siltitos arcosianos, raramente se observam estas estruturas, pois são maciços e homogêneos quando não intemperizados.

- Estratificações cruzadas: estão presentes em todos os tipos litológicos, com ligeira predominância no siltito vermelho-amarronzado, calcífero. Um tipo menos frequente, destaca-se pelas suas grandes dimensões, sendo classificado como "megaripple". Normalmente, o ângulo de repouso "foresets" é de 10° a 18° . É comum o truncamento do topo da estratificação cruzada de corrente tabular e acanalada, sendo que esta última predomina nos arenitos arcosianos e arcósios. O tipo acanalado em geral tem dimensões centimétricas e, ocorre nos siltitos cinza-chumbos e marrom-avermelhados.

Apenas no arcósio cinza-chumbo é que se constatou a presença de estratificação cruzada de corrente festonada (festoon), com dimensões centimétricas (foto nº 33).

- Marcas de ondas: ocorrem com relativa constância nos arenitos feldspáticos e siltitos calcíferos, sendo geralmente assimétricas. As do tipo simétrico ocorrem com menos frequência. Nos siltitos cinza-esverdeados, essas estruturas alcançam dimensões relativamente grandes, quando comparadas às dos padrões normais, sendo classificadas como megamarcas ondulares (foto nº 34).

6.8.5.7 Origem e Ambiente de Sedimentação

A constante presença de calcários escuros por vezes piritosos, levou Barbosa (1965), a considerar que esta unidade predominantemente pelítica-carbonática ter-se depositado em "um mar interior, geralmente raso e sem dúvidas cheio de ilhas com águas quase sempre turvas e agitadas (fora da época de atividades bioquímicas precipitadoras)".

Braun (1967), considera que as três unidades que compõem o Grupo Bambuí têm significado paleogeográfico, por representarem determinados eventos na evolução da bacia. "A Formação Paranoá representa o surgimento da depressão pelo soerguimento dos maciços orogênicos ocidental e oriental; sendo a instabilidade inicial da bacia a causa da grande irregularidade na espessura dessa unidade. A Formação Paraopeba já representa uma época mais estável com lenta subsidência, originando uma suave transgressão sobre o continente, já consideravelmente arrasado. A Formação Três Marias é regressiva e parece estar diretamente relacionada ao levantamento do alto da serra Geral de Goiás".

Os novos dados de campo obtidos, relativos às estruturas sedimentares e às litologias associadas a estudos comparativos dos corpos carbonáticos do Grupo Bambuí, e os desenvolvidos por pesquisadores modernos, evidenciam que os mesmos são depósitos geneticamente desenvolvidos em ambiência de plataforma carbonática, mais especificamente nas zonas de supramarés e inframarés (supratidal e infratidal). Tais estudos são produtos de observação em depósitos atuais e que estão sendo considerados como exemplos

FOTO 33 - Estratificação cruzada de corrente do tipo festonada (festoon), que ocorre nos arcópios da Formação Três Marias.

LOCAL - Serra das Maravilhas
NR-432 (179,382)
Folha Três Marias

FOTO 34 - Marcas de ondas nos siltitos de base da Formação Três Marias.

LOCAL - Córrego Lavadinho, a leste da estrada Corinto-Várzea da Palma.
GM-112 (092,110)
Folha de Pirapora



da literatura. Estas áreas de terra ao longo da praia foram durante muito tempo, negligenciadas como ambientes sedimentares e muitas rochas que outrora eram consideradas como típicas de mares rasos, atualmente são reconhecidas como produtos de ambientes de inframarés e supramarés (Laport, 1962; Roel 1967 in Platt 1972).

Durante a sedimentação de grande parte da Formação Paraopeba o clima no sítio de suprimento, permaneceu quente e úmido com chuvas abundantes. Durante esta época o levantamento no antepaís se processava bem lentamente, e fatores climáticos atuando prolongadamente faziam prevalecer um intemperismo químico nas litologias recém-desagregadas. Em consequência, intensificaram processos secundários de alteração, principalmente hidrólise dos feldspáticos.

Inicialmente, os sedimentos foram transportados por cursos d'água que não tinham capacidade de carrear a fração grosseira para o sítio marinho, que sofria lenta subsidência. Estas condições perduraram por toda fase de sedimentação das facies argilo-carbonática e siltito-argilosa.

"A lenta sedimentação é comprovada pela finíssima granulação das rochas, escassez de quartzo, mesmo em microgrãos e raridade de minerais pesados" (Guimarães, 1969).

A presença de glauconita nos argilitos e siltitos (verdetes), é também indicativa de um ambiente marinho com sedimentação lenta (H. Heck, 1972). Estudos em depósitos atuais por Porengo (in P. H. Heck, 1972), mostram

FOTO 35 - Megalentes de arcócio, sobrepostas ao siltito calcífero na Formação Três Marias, refletindo deposição típica de canais entrelaçados.

LOCAL - Rodovia BR-040, trecho entre Três Marias e Canoeiros.

NR-329 (593,293)

Folha Três Marias

FOTO 36 - Dobras concêntricas em forma de M (flexural-slip-fold) nos siltitos da Formação Paraopeba. Não se verifica existência de clivagem associada a esta estrutura.

LOCAL - Base da serra do Angá

NR-133 (324,196)

Folha Três Marias



que a glauconita forma-se, principalmente, em águas marinhas com profundidades de até 6.000 pés em regiões de pouca ou nenhuma sedimentação detrítica, sendo típica de ambientes de águas frias.

No entanto, no seu trabalho "Contribuição ao Estudo da Série Bambuí", Guimarães e Dutra (1969) citam W. Twenhofel, considerando condições de águas rasas para a formação de glauconita "Modern glauconite appears to form in waters are little shallower than 250 feet, the most favorable depth seeming to be near the 100 fathom line, but it is certain that the ancient glauconites, at least in many cases, were formed in much shallower waters; as some of the Cambrian glauconite beds of the upper Mississippi Valley are mudcracked, and evidence of shallow waters is a characteristic of many formations of which glauconite is a constituent".

A sedimentação Paraopeba não é tipicamente transgressiva, pois caracterizou-se por um constante avanço e recuo das águas, o que promoveu o aparecimento dos diversos níveis de conglomerados intraformacionais existentes ao longo do perfil.

A brecha calcária do morro das Garças, possivelmente representa uma dessas fases mais energéticas de recuo e avanço da linha de praia, dado, principalmente ao caráter de sua distribuição regional.

Estas condições perduraram por longo tempo até que dois importantes eventos se processaram na área fonte; um de caráter climático e outro de caráter diastrófico, coincidente com o início da sedimentação da facies sil-

to-arenosa da Formação Paraopeba. Na área fonte, gradativamente o clima passa a ser quente e árido com pouca precipitação pluviométrica, prevalecendo a desagregação mecânica, com intemperismo físico atuante. A esta época o levantamento na área fonte começa a ser intensificado, tornando-se a área tectonicamente mais instável. Esta fase provavelmente corresponderia ao início da orogênese no bordo ocidental da bacia. Uma forte indicação da área fonte é a frequente presença de fragmentos de filitos, identificados petrograficamente como pertencentes à seqüência das "unidades" Canastra a Ibiá, nos arenitos líticos da Formação Três Marias.

Braun (1969), considera que a pobreza da biosfera e, principalmente a ausência do manto vegetativo teriam sido elementos importantes na preservação dos minerais feldspáticos.

Em consequência da intensificação no levantamento da área fonte, eleva-se sensivelmente a taxa de erosão e o transporte passa a realizar-se com maiores intensidades pelos rios que adentravam a bacia, depositando em um ambiente de planície de marés ("tidal flat"), associada a grandes deltas em regimes de progressão. (foto nº 35).

Esta planície forma-se em ambiência marinha de águas rasas numa seqüência vertical específica, intersectada por fossas e canais em condições subaéreas. Este ambiente estaria protegido por barreiras de ilhas ou de areias em baías resguardadas. A ação das ondas embora não fosse muito forte, constituiu-se num fator importante.

A coloração cinza-esverdeada da facies basal do Três Marias está relacionada ao fato de que o início da sua sedimentação fez-se ainda sob condições levemente

| LITHOLOGICAL UNITS | SUPRATIDAL SEDIMENTARY STRUCTURE | INTERTIDAL SEDIMENTARY STRUCTURE | MARINE SEDIMENTARY STRUCTURE |
|--|--|--|---|
| Upper Clearfork (Leonard), Falmogan and Robertson Fields, West Texas | Irregular laminations Lithoclasts Desiccation features | Quartz silt beds District Burrows Churned-to-wispy-mottled structures Quartz silt bed Algal stromatolites Discontinuous fractures Current laminated rocks | Cross Bedding Churned rocks Burrowed rocks |
| Story Mountain (Ordovician) and Interlake (Silurian), Williston Basin, Montana | Laminated dolomite Algal mats and stromatolites Flats-pebble breccias or conglomerates | Argillaceous burrows | Churned Bioclasts |
| Kanlins Formations (lower Devonian) of New York State | Dolomitic laminated mudstone Mud cracks Birdseye texture Fossils scarce (ostracods) Algal laminae Burrows | Interbedded pellet mudstone and skeletal calcarenite Some pebble conglomerates and mudcracks Fossil types few but individuals abundant Ostracods, tentaculitids, brachiopods Algal stromatolites and oncolites | Pellet mudstone and reefy biostromes Biota relatively abundant and diverse stromatoporoids, rugose corals, bryozooids, ostracods, snails, and eodiscoid algal |
| New Market Limestone (Middle Ordovician), West Maryland | Discontinuous laminations Mud cracks Very scarce fossil | Dolomite Stromatolite (LLH) Ribbed Mud cracks Ripples Birdseye texture Edgewise conglomerates Very few fossils | Dolomite and Limestone Intraclastic beds Bioclastic beds Oncolites, borrows, fossiliferous Limestone and Dolomite |
| El Paso Group (Lower Ordovician) West Texas | UPPER MEMBER (70 feet) Irregular laminations Lithoclasts LLH algal stromatolites some mudcracks Thin sandy beds Lack of fossil MIDDLE MEMBER (near shore) (30 feet) Medium to small scale Sandy lithoclastic to pelotoidal grain stone Fossil scarce LOWER MEMBER (15 feet) Discontinuous thin beds Current laminations Lithoclasts Burrows Lack of fossil | | |
| Jeffersonville Limestone (Middle Devonian), Indiana | Irregular laminations Birdseye structure Mud cracks Pebble conglomerates or breccias Small collapse breccias barren of fossils Algal mats and stromatolites | | |
| Formação Faraopeba (Eo-Cambriano) | Mud cracks Laminação irregular Lithoclasts Estromatolites LLH Cretas de ressecamento Cascalha fina arenosa Conglomerado miúdo e breccias Laminação descontínua Breccia de colapso Lentes de siltito quartzoso Wispy laminations | Estromatolites LLH Laminações de corrente Estratificação cruzada de corrente Lentes de siltito quartzoso Conglomerados lenticulares | |

te redutoras em ambiente marinho raso. A coexistência de siltitos e arcósios cinza-esverdeados e marrom-avermelhados na porção mediana está diretamente relacionada às frequentes exposições subaéreas a que esteve submetida esta sequência. Este fenômeno é bastante comum em exposições subaéreas de deltas em que a parte submersa, adquire tonalidade cinza-esverdeada e se há movimentos oscilantes, uma alternância de camadas vermelhas e verdes será o resultado.

A presença constante de estratos argilosos foi, inicialmente interpretada como decorrência de épocas de relativa calma na subsidência, de caráter periódico, que teria caracterizado a época de deposição do Três Marias. Entretanto, nos ambientes de baixios de marés, próximo à linha das águas altas (baixios lamacentos) o teor de lama é especialmente alto, elevado nas linhas costeiras protegidas das ondas e dos ventos (Van Straaten e Kueneñ 1972; Emery e Stervenson 1957; Postuma 1961; Thompson 1968 in Reineck 1972); decresce nos baixios mistos, torna-se um constituinte secundário próximo à linha de águas baixas nos baixios menores (Reineck 1956, Miden 1972). O teor de lama também aumenta em direção aos canais (Evans 1960 in Reineck, 1972) e, abaixo da linha de águas baixas a lama é especialmente abundante nos depósitos laterais dos canais grandes à exceção da sedimentação de fundo (Reineck 1972).

6.8.5.8 Tectônica

O conjunto Bambuí caracteriza-se por faixas que refletem diferentes graus de tectonismo, em que áreas intensamente dobradas alternam-se com outras praticamente horizontalizadas. (foto nº 40) (Aerofoto nº 10).

No bordo oriental esta unidade apresenta-se intensamente tectonizada, com o desenvolvimento de dobras apertadas e invertidas, do tipo similar, promovendo o aparecimento de clivagem ardosiana nos pacotes argilosos, e fraturas de clivagem nas rochas menos competentes. Nas proximidades da serra do Espinhaço, as dobras similares passam a dobras de fluxo ("flow fold") nas rochas carbonáticas, sendo esta estruturação bem evidenciada nas proximidades do Cipó Veraneio Hotel. A clivagem é bem desenvolvida, com direção geral NNE e mergulho SE, caracterizando a vergência para oeste desses dobramentos. A direção geral das camadas é NNE, com mergulhos variáveis para NW e SE, sendo a relação clivagem/acamamento quase sempre observada. As camadas do Bambuí constituem na porção leste, três grandes sinclinais dispostas linearmente, cujos eixos apresentam direção NNE-SSW, com caimento para o norte. Na região compreendida entre a serra do Cabral e serras das Porteiras e Água Fria, situa-se uma grande sinclinal constituída por rochas argilosas e carbonáticas. Na porção marginal, distribui-se no sentido NNE-SSW a sinclinal de Buenópolis, cujo eixo dobrado e mergulhando para o norte, ressurge na sinclinal a leste de Engenheiro Dolabela, prosseguindo para norte em grande parte encoberta pela chapada da Onça.

A sudeste do extremo meridional da serra do Cabral, na região compreendida entre o rio das Velhas e a serra do Espinhaço, aflora o dorso da sinclinal de Poções, que, regionalmente tem o eixo em direção NNE, mergulhando com ângulo raso para o norte.

A serra dos FONSECAS, situada ao norte da serra do Cabral constitui uma série de antififormes e sinfor-

mes com eixos orientados NNE-SSW, concordantes com a estruturação geral da área.

Nas proximidades da serra de Minas e seu prolongamento para o sul, através da serra do Espinhaço, há o desenvolvimento de uma provável falha inversa entre as litologias das formações Macaúbas e Paraopeba. Esse falhamento seria resultante da fase orogênica que promoveu o deslizamento dos estratos, posicionando a parte basal sobre a superior. As principais evidências que sugerem a existência desta provável estrutura são:

- a) existência de escarpa abrupta no contato;
- b) desnível topográfico entre as duas unidades;
- c) atitudes geológicas que evidenciam um posicionamento local Macaúbas sobre o Bambuí.

No bordo oriental a deformação predominantemente plástica das rochas do Bambuí, não promoveu falhamentos de grande porte. Algumas falhas transcorrentes com rejeito horizontal são encontradas nos flancos da sinclinal de Buenópolis. Os alinhamentos estruturais na serra dos Fonecas são reflexos da clivagem ardosiana e fraturas de clivagem (foto nº 42).

Em direção a oeste, a intensidade dos dobramentos atenua-se gradativamente, passando a predominar dobras do tipo concêntrico, quando os estratos tendem a horizontalizar-se apresentando suaves mergulhos para NW. Na parte central da bacia e porção centro-sul, próximo ao embasamento cristalino, essas ondulações são provavelmente resultantes da compactação diferencial (Ferrari e Brandalise, 1971), associado ao fato de que localmente essas camadas basais estão amol

dadas às irregularidades do paleorelevo do embasamento.

Em direção à serra da Saudade, esses dobramentos suaves são intensificados passando a constituir parte de um grande anticlinorium que se inicia ao sul da serra da Saudade. O eixo principal dessa estrutura tem uma direção variando entre N-S a N-5°E e, em termos regionais, mergulha para o norte. Localmente, o eixo das dobras menores tem caimento para o norte ou para o sul, no primeiro caso com valores situados entre 2° a 10°, valor médio de 5°; no segundo caso, o limite desses valores situa-se entre 5° e 15° com média de 10°. Em geral os planos axiais das dobras têm caimento para W, com ângulos altos situados na faixa de 50° a 80°. Ao longo da região dos eixos principais ("hinge zoná"), os dobramentos tornam-se muito apertados com tendência a predominarem dobras em forma de M. (foto nº 36).

No geral, predominam dobras do tipo flexuras de deslizamento ("flexural slip fold")

Dobras de fluxo e por flexão ("flow fold e slip fold") ocorrem associadas à faixa de cisalhamento da Folha de João Pinheiro.

Os flancos das estruturas regionais têm direções N15°E a 20°W, sendo que na primeira direção estão encaixadas às principais redes de drenagem (rios Abaeté, Borachudo, Indaiá, etc), e na segunda apenas o curso médio-superior do rio da Prata. As dobras apresentam amplitudes com valores bem variáveis, desde alguns centímetros até dezenas de metros. Normalmente as dobras de grande amplitudes constituem anticlinórios e sinclinórios, com flancos dobrados, por vezes falhados.

Na região da Barragem de Três Marias

FOTO 37 - Dobras inversas apertadas, resultantes de um processo de deformação em que os espaços arqueados (zona das charneiras) foram preenchidos por camadas de arenitos que migram plasticamente entre camadas argilosas, assumindo formas elípticas ou arredondadas. Aliado à esfoliação esferoidal típica desta litologia o conjunto adquire aspecto de um conglomerado e/ou rocha foleada com "boudins". Formação Paraopeba.

LOCAL - Rio São Bartolomeu
NR-510 (039,046)
Folha Três Marias

FOTO 38 - Dobras de fluxo e por flexão (flow fold e slip fold) na facies silto-argilosa da Formação Paraopeba. Ocorrem associadas às zonas da falha inversa de João Pinheiro.

LOCAL -
NR-419 (160,130)
Folha João Pinheiro



constata-se a existência de faixas intensamente dobradas em contato direto com extensas áreas horizontalizadas, da mesma litologia. Essa passagem dá-se através de dobras "kink folds", estruturas de dimensões regionais alcançando dezenas de quilômetros de extensão. Os ~~seixos~~ dessas dobras têm direções N15°E, com mergulho de 2 a 5° para o norte (foto nº 38).

Na porção ocidental da Folha Três Marias, as dobras inversas tornam-se tão apertadas que dificilmente são visualizadas espacialmente, e o conjunto assume aspecto de estruturas homoclinais. São resultantes de um processo de deformação em que os espaços arqueados desenvolvidos entre as sucessivas camadas competentes (zona das charneiras) foram preenchidos por camadas de arenitos que migraram plasticamente por entre camadas argilosas mais plásticas, assumindo formas elípticas ou arredondadas. Aliado à esfoliação esferoidal típica desta litologia, o conjunto adquire aspecto superficial de conglomerado ou de rocha folheada com "boudins".

Na região situada a oeste/nordeste de Major Porto, no curso superior dos rios Buracão e da Cabloca os efeitos tectônicos atuantes nesta unidade imprimiram uma feição estrutural característica, originando uma xistosidade, com o desenvolvimento de "boudins" centimétricos de quartzo dispostos ao longo da foliação da rocha. Estes dobramentos propiciaram também o surgimento de microdobramentos em forma de Z, M e S ("Z-fold; S-fold e M-fold"), desenvolvidos nos limbos e nas charneiras das dobras maiores (foto nº 37).

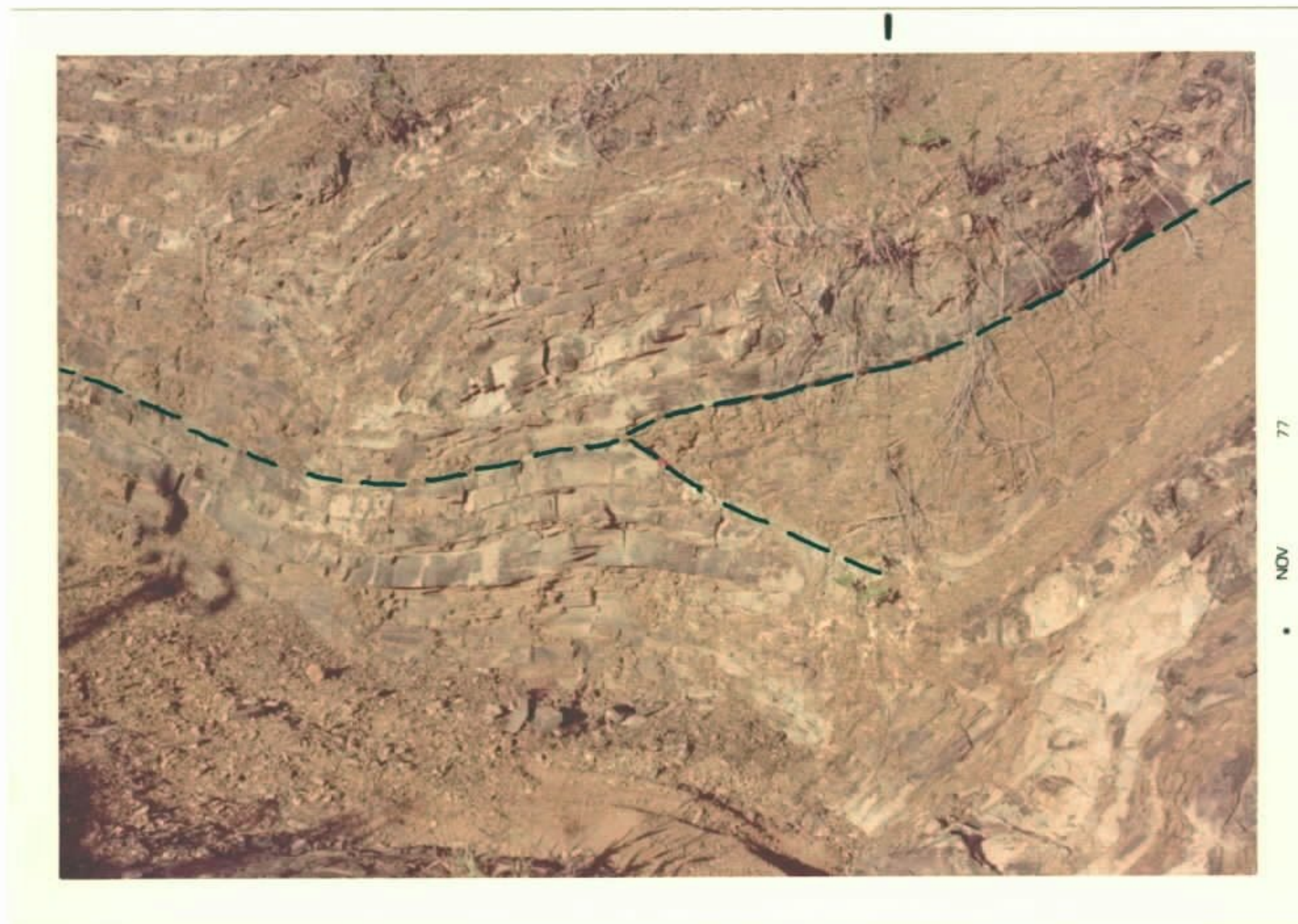
As falhas de João Pinheiro e Traçadal constituem as principais feições tectônicas. São falhamentos de caráter inverso, desenvolvidos ao longo das charneiras das estruturas anticlinais por esforços compressivos em que houve

FOTO 39 - Siltito da Formação Paraopeba com duas direções de fraturas de clivagem. Estas direções estão indicadas pelas duas setas. O conjunto empresta à rocha o aspecto de ardósia.

LOCAL - BR-365, entre Patos de Minas e Lagoa Formosa
NR-504 (180,175)
Folha Três Marias

FOTO 40 "Kink fold" de dimensões regionais que separa áreas intensamente dobradas de regiões horizontalizadas, dentro da Formação Paraopeba.

LOCAL Riacho da areia; a noroeste de Biquinhas
NR-176 (391,260)
Folha Três Marias



ruptura por escorregamento (slip). Essas zonas de fraquezas são desenvolvidas preferencialmente na direção NNW ($N30^{\circ}W$), com a formação de ângulo forte ao longo dos planos de falha (40° a $45^{\circ}SW$). A falha de João Pinheiro acha-se em grande parte sepultada pelos sedimentos da Formação Areado, causando interrupções por trechos variáveis de sua exposição. Poucos quilômetros ao norte de João Pinheiro desaparece sob sedimentos coluvionares, ressurgindo ao norte da margem direita do rio Paracatu, na serra de Santa Rosa. A sua existência foi comprovada em campo pelas evidências: (foto nº 38)

- Desenvolvimento de "slickensides" nos planos da falha.

- Presença de "breccia" de falha com seixos angulares de rochas pertencentes às formações Paranoá e Paraopeba.

- Localmente as rochas estão intensamente fraturadas e cortadas por vênulas de quartzo de veio.

- Contato direto entre as formações Três Marias e Paranoá, sendo esta última alçada pelo falhamento.

- Presença constante de dobras do tipo de escorregamento ("slip fold") ou similares, e dobras de fluxos.

A falha Traçadal vem ser provavelmente, o prolongamento sul da falha São Domingos, identificada em Goiás pela PROSPEC (Projeto Brasília-Goiás). Trata-se na realidade de uma zona de falhas inversas, dispostas paralelamente ao longo das charneiras de anticlinais sucessivas. As principais evidências de campo que confirmam essa estrutura tectônica são: (foto nº 41)

- Contato direto ao longo do plano de falha entre as formações Três Marias e Paraopeba.

- Desenvolvimento de "slickenside" ao longo das superfícies dos planos de falha.

- Presença de "breccia" de falha com fragmentos angulares de rochas das formações Paraopeba e Três Marias, imersos numa matriz silicosa.

- Presença constante de quartzo de veio

- Nas proximidades da zona de falha há grande diversificação nas direções das atitudes. As dobras tendem a assumir o padrão "slip fold".

- Desenvolvimento de uma estreita faixa de ardósias ao longo da zona de falhamento.

- Camadas repetidas do arcócio Três Marias intercaladas em rochas da facies silto-argilosa da Formação Paraopeba.

Em direção ao sul, esses falhamentos alternam-se passando gradativamente a predominar dobras apertadas.

A coexistência de faixas intensamente dobradas com áreas horizontalizadas, provavelmente está relacionada às litologias que compõem o embasamento e profundidade da bacia. As áreas onde o Bambuí apresenta-se tectonizado estariam assentadas sobre um embasamento tectonicamente instável, constituído provavelmente, pelos matamorfitos do Canastra ou Espinhaço. Esta interferência é reforçada pelas exposições das litologias pertencentes ao Grupo Canastra na região ao sul de Pindaíbas e ocorrências de blocos e matações rolados desta unidade ao longo da região afetada pela falha Traçadal. (foto nº 40). (Aerofoto nº 11)

As faixas horizontalizadas, provavelmente não foram afetadas pela fase orogenética que provocou os do-

FOTO 41 - Falha de rejeito inverso (reserve slip fault) que colocou em contato lateral os arcósios - (ac) com os siltitos calcíferos (S), pertencentes à Formação Três Marias. As setas indicam o acamamento original.

LOCAL - Córrego da Cachoeirinha
NR-316 (450,342)
Folha Três Marias

FOTO 42 - Pseudo marcas de ondas de origem tectônica nas ardósias da Formação Paraopeba.

LOCAL - BR-135, trecho compreendido entre Buenópolis e Joaquim Felício
GM-316 (355,067)
Folha de Pirapora



NOV • 77



NOV • 77

bramentos no Grupo Bambuí, uma vez que localmente, estariam assentadas sobre o embasamento cratonizado.

Fato digno de nota é que o desenvolvimento de clivagem deu-se apenas nas áreas onde predominavam dobras do tipo similar. Nas faixas onde ocorrem dobramentos do tipo concêntrico, mesmo naquelas intensamente tectonizadas com dobras apertadas, não se processou o desenvolvimento de clivagens. Este relacionamento ainda não está totalmente explicado, o que provavelmente poderá ser feito com trabalhos de detalhes específicos (foto nº 39).

As diáclases, muito frequentes, ocorrem em dois sistemas principais, um com direção $N70^{\circ}W$ e outro $N60^{\circ}E$, havendo localmente reorientação dos minerais micáceos nestas direções.

Segundo Braun e Francisconi (1976), as duas principais direções de fraturas profundas em todo o pré-cambriano brasileiro (NE/NW) sofreram reativações na fase final da sedimentação Bambuí. Este fato é evidenciado em diversas exposições ao sul de Sete Lagoas (Folha de Belo Horizonte), no contato da Formação Paraopeba e o complexo basal. Localmente, constataram-se pequenos deslocamentos das camadas basais do Bambuí, quando em contato com as zonas de fraturas do complexo basal.

Durante o evento diastrófico (ciclo brasileiro), que deformou a seqüência Bambuí, as direções de esforços foram parcialmente desviadas do "trend" regional pelas direções das geoclases (NE/NW) pré-existentes, o que provocou certo encurvamento nas direções dos falhamentos.

6.8.5.9 Idade

No trabalho "Reconhecimento Geológico do Vale do São Francisco" (1880) O.A. Derby, coletou amostras nas rochas carbonáticas de Bom Jesus da Iapa, supondo ter encontrado estruturas fósseis de corais. Este autor classificou tais estruturas como restos de Favosites e Chaetetes, posicionando-as no Siluriano. Em 1920 H.E. Williams, também coletou amostras, que devido ao aspecto morfológico, classificou-as como restos de corais (in Guimarães, 1964). Posteriormente, estudos de detalhe realizados por Camargo e Wernock (1964) demonstraram que estas feições eram concreções com aparência coralina. Baseado na presença de camadas de fosforitos e nas interrelações litológicas e genéticas entre a Série Lavras e o Bambuí, Guimarães (1969) cita que "a Série Bambuí não pode ser mais velha que a Ordovicianiana".

Devido à falta de fósseis indiscutíveis, Barbosa (1969), baseava-se em considerações estruturais concluindo que a estruturação Bambuí poderia ter-se iniciado no final da orogênese Charniana (600 m.a.), sendo anterior à Caledoniana. Determinações geocronológicas realizadas por G. Amaral e Kawschko nas camadas Bambuí, situa-as em torno de 600 m.a. (in Barbosa, 1969), posicionando-o no eó-Cambriano.

H. Gervásio, (1972), baseado na presença de estromatólitos dos tipos Conophyton coletados por Dardane em Cabeludo (MG) e São Gabriel (GO), posiciona esta unidade no pré-Cambriano, por ser este um fóssil indicativo desta era. A presença de Conophyton Basalticum e C.cf ganbiza é indicativa de que a idade desta seqüência chegou ao

Vanadiano Superior.

Considerando a presença destas estruturas estromatolíticas, este autor conclui que o Grupo Bambuí pode ser colocado dentro do Rifeano Médio (parte superior) a Rifeano Superior, isto é, um intervalo que varia desde 1.000 a 650 m.a.. Pode chegar até o Vanadiano, mas sem superar a idade de 570 m.a., limite do começo do Cambriano.

Neste trabalho esta unidade é considerada como pertencente ao intervalo situado entre o final do pré-Cambriano e o início do Cambriano.

6.9 Unidades Cretácicas

6.9.1 Histórico

As primeiras observações sobre as rochas cretácicas do Oeste de Minas, na região do Planalto da Mata da Corda, datam de Oliveira (1881), que assinalou a presença de arenitos vermelhos no vale do rio Chumbo e na região de Abaeté. Entretanto, ^{em 1914} (Willians (in Rimmann, 191⁷)) é o primeiro a se referir formalmente a essas rochas, chamando de Arenito Areado o pacote arenítico da seqüência mesozóica inferior e de Arenito Capacete os arenitos de caráter cinerítico que se encontram logo acima desses. Prosseguindo seus estudos, Willians (1914 e 1925) detem sua atenção nos tufos e lavas melanocráticas do Planalto da Mata da Corda que recobrem o Arenito Areado. Os mesmos foram estudados também por Rimmann (1917) e são conhecidos na literatura geológica brasileira como Tufos Vulcânicos da Mata da Corda, principalmente após os estudos petrológicos de Guimarães (1951, 1955).

Oliveira (1926) denomina "Arenito Urucuia" os arenitos que coroam as serras e chapadões que dividem as bacias dos rios Tocantins e São Francisco, descritos anteriormente por Derby (1879), Oliveira (1881) e Moraes Rego (1926, 1930).

Freyberg (1932) estabelece a sucessão estratigráfica da sua Série Gondwana, a partir de estudos minuciosos da geologia da bacia do São Francisco, tendo na parte basal e média a seqüência psamítica denominada Arenito Areado.

Barbosa (1934), baseando-se em estudos petrográficos e em bibliografias, propõe a eliminação do termo Arenito Areado para os arenitos da bacia do São Francisco, por considerá-los pertencentes ao Arenito Botucatu.

Costa e Branco (1961) descrevem os arenitos de Canoeiros na rodovia Belo Horizonte - Brasília, correlacionando-os com o Botucatu. Por outro lado, no mesmo ano Pflug observa deformações sinsedimentares nos mesmos arenitos de Canoeiros, devido à "slumps", relacionando-os com a Série Urucuia.

Ladeira e Brito (1963) restabelecem a denominação Arenito Areado para os arenitos do Planalto da Mata da Corda, pelas características encontradas que os diferenciam dos arenitos da Formação Botucatu. Descrevem também o arenito cinerítico denominando-o Capacete, sugerindo ser o mesmo de ambiente subaquático; denominam Fragata, o conglomerado com seixos de vulcanitos, e distinguem derrames de lavas ultrabásico-alcalinos nos Tufos Vulcânicos da Mata da Corda. Posteriormente, Barbosa (1965) também redefine sua

FOTO 43 - Concreções nodulares de material calcífero,
da facies Quiricó (Formação Areado).

LOCAL - Rio da Prata
NR-227 (138,265)
Folha Três Marias

FOTO 44 - Relevo de "degraus" no arenito Três Barras.
Tal morfologia resulta das intercalações de
estratos de arenitos grosseiros calcíferos,
com arenitos finos argilosos.

LOCAL - Rodovia Varjão à Andrequicé
NR-221 (169,253)
Folha Três Marias



posição e restabelece a denominação Formação Areado, diferenciando-a do Arenito Botucatu, e propõe sua subdivisão em três membros: Abaeté, Quiricó e Três Barras.

Em reconhecimento geológico na Bacia do São Francisco, Oliveira (1967) descreve e apresenta perfis geológicos das formações Bauru, Urucuaia e Uberaba, não se referindo ao Arenito Areado.

Hassui (1968) apresenta o primeiro mapa geológico do Triângulo Mineiro. Assinala as diferenças litológicas entre os arenitos Areado e Botucatu, e propõe a denominação Grupo Areado, sem, contudo, apresentar subdivisões. Correlaciona as rochas vulcânicas de Uberaba com parte dos vulcanitos do Planalto da Mata da Corda, agrupando-as sob a denominação de Formação Uberaba. Propõe-se também o termo Formação Patos aos vulcanitos da Mata da Corda sobrepostos à Formação Uberaba, ocorrente na região meridional do planalto.

Revedo a estratigrafia das seqüências do Planalto da Mata da Corda, Ladeira e Brito (1968) propõem uma divisão para o que denominaram de Grupo Mata da Corda em quatro facies: São Gonçalo, Patos, Fragata e Capacete. Estes autores realizaram estudo petrográfico dos vulcanitos e recompuseram a paleogeografia da sedimentação Areado, caracterizando-a como pedimentar-lacustre-deltaica.

Cardoso (1968a-1968b), propõe para o Arca do a categoria de grupo e assimila a divisão proposta por Barbosa (1965), mas com o sentido de facies. Notícia de formações penecontemporâneas devidas a "slumps", fornecendo também descrição dos filópodos fósseis que ele, Dyer, Barbosa,

Ladeira e Brito coletaram.

Barbosa et alii (1970) confirmam a divisão do Areado em Abaeté, Quiricó e Três Barras, fornecendo em quadro paleográfico da sedimentação Areado.

Braun (1970) correlaciona os sedimentos pós-Areado da bacia São Francisco com os da bacia Maranhense e os engloba sob a denominação Formação Serra Negra (Campbell et alii, 1949), caracterizando duas facies: Capacete (idêntica à de Ladeira e Brito, 1968; Sad, Cardoso e Costa, 1971) e Serra Negra. Esta última é análoga à facies Urucuia proposta por Sad, Cardoso e Costa (1972, ined.), quando estes dividem faciologicamente a associação vulcânica do Planalto da Mata da Corda nas facies Patos, Capacete e Urucuia, denominando o conjunto de Formação Mata da Corda.

Por ocasião do XXV Congresso Brasileiro de Geologia (1971), realizou-se uma Mesa Redonda, da qual participaram Ladeira, Braun, Cardoso, Hassui, Arid, Barbosa, Price e Sad, com o objetivo de integrar a grande quantidade de informações sobre o Cretáceo de Minas, procurando estabelecer uma coluna estratigráfica uniforme numa tentativa de eliminar conceitos conflitantes. Na parte das conclusões, os membros da Mesa são unânimes em considerar o Areado como formação, mas apresentam divergências quanto à sua divisão formal em membros ou facies. Contudo, reconhecem as designações propostas por Barbosa (1965), isto é, Abaeté, Quiricó e Três Barras.

Quanto aos vulcanitos e vulcanoclastos do Planalto da Mata da Corda concordam em englobá-los sob a designação de Formação Mata da Corda (Ladeira e Brito, 1968), apresentando a divisão Patos e Capacete com o sentido de fa-

cies. O termo facies Fragata é abolido e os constituintes desta, integrados sob a designação facies Capacete. A facies São Gonçalo, de Ladeira e Brito (1968), é correlacionada com a facies Urucuia de Sad et alii (1971), prevalecendo a denominação Urucuia até que estudos posteriores possam provar a existência das duas facies.

Por outro lado, os membros da Mesa chegam à conclusão de que as litologias agrupadas por Braun (1970), como Formação Serra Negra (Campbell et alii, 1949) são equivalentes à litologias chamadas de Urucuia por Sad et alii (1971). Por questão de prioridade concluem ser necessário a abolição do termo Serra Negra em favor da denominação Urucuia (originalmente devida a Oliveira, 1926), mas com o significado de formação. As formações Urucuia e Mata da Corda são consideradas contemporâneas, apesar dos precários conhecimentos que se têm das mesmas. As relações entre as formações Areado e Urucuia também são consideradas insatisfatórias.

Para maior elucidação da estratigrafia do Cretáceo no Oeste de Minas, os membros da Mesa chegaram à conclusão da necessidade de levantamentos geológicos, que permitirão um aperfeiçoamento do quadro tectônico-paleogeográfico da área.

6.9.2 Comentários Gerais

Nas conclusões finais da Mesa Redonda do XXV Congresso Brasileiro de Geologia ficaram por solucionar os seguintes problemas, cuja solução dependeria de um mapeamento sistemático de detalhe:

- Estabelecer as relações entre as formações Areado e Urucuia e entre esta e a Formação Mata da Corda.

- Estabelecer o limite físico setentrional da Formação Urucuia. Sabia-se que o limite de ocorrência entre as formações Mata da Corda e Urucuia, estava situado no talvegue do rio Preto e seu prolongamento pelo rio Paracatu, à jusante da confluência.

- Definição do "status" de formação ou grupo para a Sucessão Areado.

O mapeamento geológico do Projeto Três Marias procurou trazer subsídios para a elucidação destas questões. As observações de campo levam a concluir:

- Para a sucessão Areado foi conservado o "status" de formação, constituída pelas facies Conglomerado Abaeté, Quiricó e Três Barras. Para a unidade pefítica basal foi mantida a designação original de Conglomerado Abaeté usada por Lisboa (1907) e citada por Freyberg (1932) ao estabelecer a estratigrafia da seqüência denominada Gondwana. Apesar de apresentarem características litoestratigráficas e feições estruturais sedimentares típicas, extensão lateral, espessura que as tornariam mapeáveis na escala 1:250.000, o comportamento faciológico destas unidades é bem evidenciado pelo limite físico entre as mesmas, que se dá por uma superfície irregular, caracterizando uma zona de interdigitamento, o que impossibilita uma delimitação precisa das mesmas.

- As facies Patos e Capacete mostram-se perfeitamente identificáveis nos afloramentos, por suas características litológicas como foram redefinidas pelos participantes da mesa redonda do XXV Congresso Brasileiro de Geologia. No ma-

peamento regional revelou-se inviável elevar essas litologias à categoria de formação, devido ao seu comportamento faciológico evidenciado nos perfis e seções ao longo de toda área. Em certos locais eles são perfeitamente separáveis, o que não se verifica em termos regionais, onde as graduações laterais e verticais de um tipo para outro são uma constante, impossibilitando o controle seguro de campo e mesmo dos padrões fotogeológicos e critérios seguros para a individualização nas áreas de predominância. Preferiu-se, portanto, manter o "status" de formação indivisa para a seqüência Mata da Corda, não se efetuando qualquer separação em mapa, mas apenas uma descrição das facies observadas.

- Durante os trabalhos de campo verificou-se que o topo da seqüência da Formação Mata da Corda apresenta características litológicas que o classifica como sedimento constituído essencialmente por clásticos praticamente sem contribuição piroclástica, a não ser a presença de magnetita em pequena percentagem, cuja participação decresce para o norte. As análises por espectrometria de absorção atômica em amostras intemperizadas da Formação Mata da Corda e da seqüência de topo evidenciaram que esta unidade litológica não constitui prolongamento lateral da primeira. Isto se levamos em conta que para Zn, Ni, Co e Cu obteve-se, respectivamente, as seguintes médias para a Formação Mata da Corda 140 ppm, 140 ppm, 64 ppm e 80 ppm e para a unidade de topo 5,7 ppm, 5,8 ppm, 5,4 ppm e 5,4 ppm. Por outro lado, análises realizadas nos seixos (bolotas) de argila do conglomerado basal da facies arenítica, revelaram que são constituídos por caulinita, não sendo confirmada a presença de montmorilonita. Pelo exposto torna-se sugestivo que esta "unidade de topo" po

de representar uma sedimentação terciária. Esta possibilidade já tinha sido aventada por Ladeira e Brito (1968), que denominaram de Arenito Chapadão aos arenitos ferruginosos que "recobre a maioria dos chapadões do Oeste Mineiro", colocando-o como Cenozóico, Terciário (?), sem contudo, entrar em maiores detalhes ou justificar o porquê deste posicionamento. Pelo fato desta unidade apresentar-se parcialmente lateritizada, notadamente no contato com as facies Patos e Capacete, não se encontrou qualquer exposição que fosse elucidativa em termos do relacionamento destas unidades. Até que haja um trabalho de detalhe para aquela região, com o objetivo de elucidar este problema, optou-se em manter esta unidade de topo como pertencente à Formação Mata da Corda, denominando-a de facies arenítica.

Foi mantido como limite sul da área de ocorrência da Formação Urucuia, o talvegue do rio Preto e seu prolongamento pelo rio Urucuia à jusante da confluência, conforme proposição estabelecida pela Mesa Redonda do XXV Congresso Brasileiro de Geologia. No entanto, os arenitos que coroam a serra das Maravilhas (Folha João Pinheiro), apresentam características litológicas e estruturas primárias típicas que permitem englobá-los como pertencente à Formação Urucuia.

6.9.3 Formação Areado

6.9.3.1 Facies Conglomerado Abaeté

6.9.3.1.1 Distribuição Geográfica

Aflora de forma quase contínua na base da

chapada da serra das Almas, que serve de divisor entre as bacias dos rios Santo Antonio e Abaeté.

Na área ao norte da BR-265 (Patos de Minas à BR-040), delimitada a este pela falha de Traçadal, esses clásticos grosseiros vão gradativamente desaparecendo e a exposição mais ao norte encontrada, foi próximo ao córrego João Fernandes (Folha João Pinheiro), onde já se apresenta bem pouco espessa.

Sua área de ocorrência torna-se novamente frequente e extensa na base da chapada que serve de suporte ao chapadão dos Gerais, no interflúvio dos rios do Sono e São Francisco. (Figura 18)

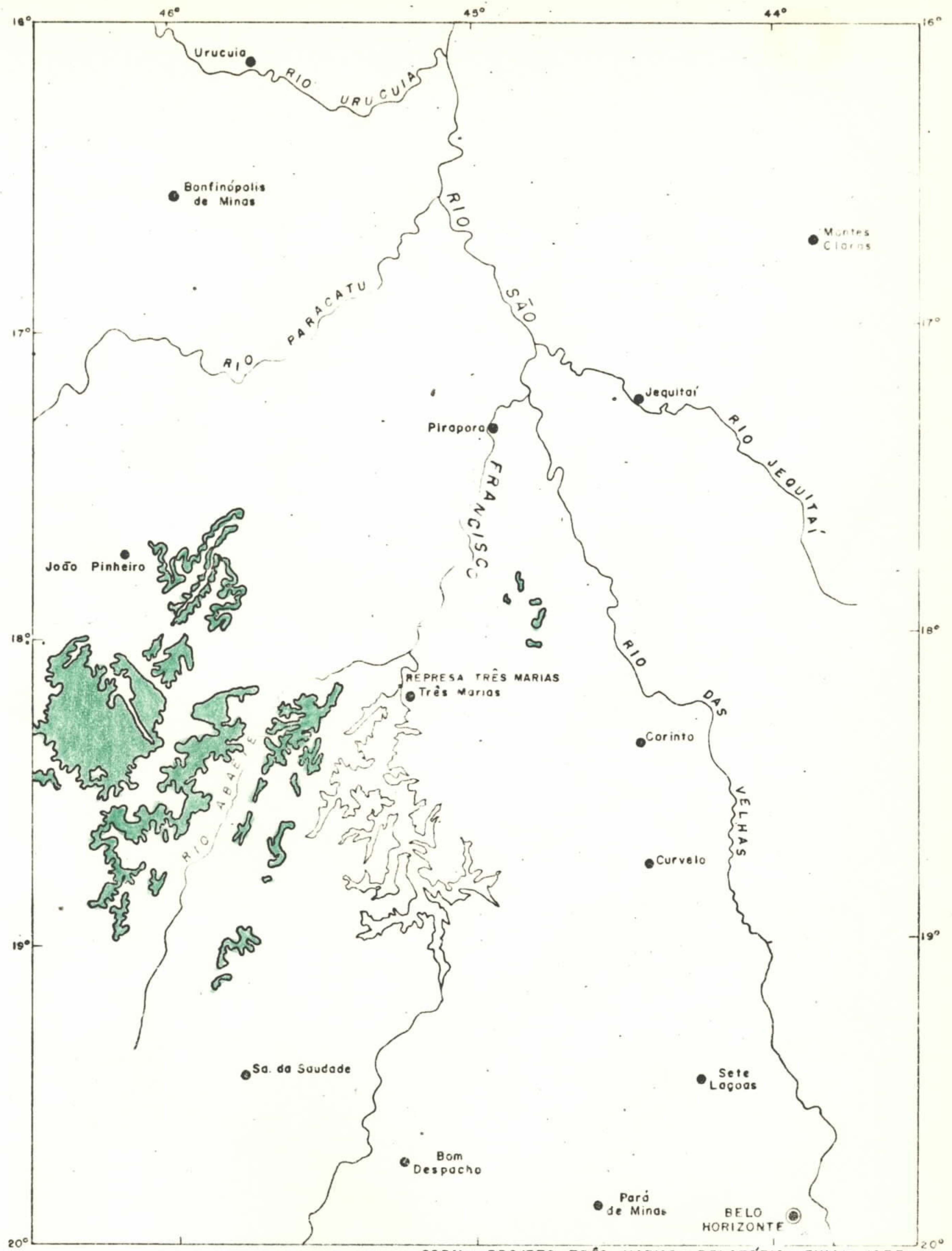
6.9.3.1.2 Expressão Topográfica

Por via de regra, essa unidade encontra-se recoberta pelos clásticos da facies Três Barras. Suas melhores exposições encontram-se sempre nas voçorocas ou em qualquer outra forma destrutível de relevo causada por desmoronamentos.

Por essas razões, tornam-se inviáveis o estabelecimento de um padrão morfológico típico e a delimitação mais precisa de sua configuração, bem como a locação dos prováveis antigos altos estruturais, atualmente exumados, que teriam sido a fonte de suprimento desses pefitos.

6.9.3.1.3 Relações de Contato

Sobrepõe-se à seqüência do Grupo Bambuí em discordância angular do tipo não conformidade. Normal-



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO AREADO

Escala : 1 : 2.000.000

Figura : 18

mente, está preenchendo paleodpressões, esculpidas nesta seqüência basal.

6.9.3.1.4 Litologia

É uma unidade psefítica por excelência, predominando conglomerados, conglomerados arenosos, arenitos líticos e arenitos seixosos. A matriz é um arenito grosso, argiloso, mal selecionado, com grânulos de quartzo subarredondados e esfericidade média. Em poucos locais, o mesmo contém cimento que pode ser calcífero ou silicoso, constituindo conglomeritos. A matriz também pode se constituir de uma mesóstase siltico-arenosa, proveniente em grande parte da desagregação dos psamitos do Grupo Bambuí. Em geral é de cor amarelada a esbranquiçada e adquire coloração vermelho-tijolo pela limonitização da magnetita. A relação entre a matriz e os seixos é bem variável. É frequente uma graduação do conglomerado arenoso para o arenito, já pertencente à facies Três Barras. São geneticamente classificados como epiclásticos, extraformacionais (ortoconglomerados) e petromíticos. Os megaclastos têm dimensões que variam de grânulos até matações com 35 x 15 cm. Diversas exposições apresentam seixos com faces triangulares, evidenciando ter sofrido abrasão eólica ("dreikanTERS"). Para o centro da bacia, a angulosidade dessas faces suaviza-se gradativamente, prevalecendo seixos arredondados com formas discóides, oblatas, ovóides, etc., normalmente com esfericidade baixa. São principalmente de quartzito, quartzo de veio, quartzito cataclasado, quartzito sericítico, itabirito, quartzito ferruginoso, brecha, etc.. Nas proximidades do ribeirão Cachoeirinha (Folha Três Marias), foram encontra-

dos seixos de gnaïsse. A 3,0 km ao sul da vila de Canoeiras essa unidade conta com grande participação de seixos arredondados de esfericidade baixa a média, de siltitos e arcósios da Formação Três Marias. Na maioria dos afloramentos visitados, verificou-se a existência em pequena porcentagem de seixos esféricos de quartzo de veio.

Estudos petrográficos comparativos revelam que, na sua maioria, esses seixos são derivados das litologias componentes do Grupo Canastra e, secundariamente, da Formação Três Marias. A estrutura primária presente é a estratificação cruzada de corrente do tipo acanalado, na facies arenosa. Os seixos, frequentemente estão embricados indicando a direção das correntes aquosas.

6.9.3.1.5 Espessura

Até hoje sua espessura máxima documentada foi de oito metros, numa faixa irregular entre São Gonçalo do Abaeté e Abaeté (E.A. Ladeira, O.P.G. Braun, 1969). Segundo esses autores a espessura aumentava "na direção oeste, o que seria consequência direta de maior proximidade da área fonte". Entretanto, na fazenda Lajinha e a este da margem direita do rio do Sono uma espessura aproximada de 10 metros foi registrada para esta unidade. Isto pode levar a supor a existência de um paleoalto nas proximidades que teria sido a fonte de suprimento desses clásticos grosseiros.

Cascalheiras residuais e afloramentos de menor expressão ocorrem no interflúvio dos rios Indaiá e São Francisco, mais precisamente nas serras do Palmital, do Pali e Selada.

6.9.3.2 Facies Quiricó

6.9.3.2.1 Distribuição Geográfica

A sua principal área de distribuição situa-se na Folha de Três Marias, na região drenada pelos formadores da bacia do rio da Prata em seu curso superior. Outra área de expressão é a compreendida entre a margem esquerda do rio Abaeté, e a drenada pelos principais afluentes da margem esquerda do rio São Bento, na parte sul do chapadão que serve de divisor entre as bacias desse rio e do da Prata. Vários outros afloramentos sem expressão topográfica foram identificados em diversos locais, como ao longo da BR-040, na Folha de João Pinheiro, e na base da chapa localizada ao norte do rio do Sono, na Folha de João Pinheiro. (Figura 18)

6.9.3.2.2 Expressão Topográfica

Suas áreas de exposição são relativamente reduzidas, uma vez que normalmente estão recobertas pelos arenitos da facies Três Barras. Nas áreas em que esta unidade predomina constitui relevo de região plana, suavemente ondulada, sem grandes desníveis ou elevações que possam ter realce em termos regionais. Por sua pequena espessura, seu relevo está de modo geral, moldado às irregularidades topográficas das unidades sobrejacentes.

Sua característica litológica lhe empresta um caráter de relativa impermeabilidade e, em consequência a rede de drenagem desenvolvida é bem densa, com tribu-

tários menores de quarta ou quinta ordem. O padrão geral é o dendrítico, com grande parte dos cursos d'água temporários, já que esta litologia não se presta como armazenadora de água.

Devido a constante presença do cimento calcífero, o solo desenvolvido normalmente é bom para agricultura e pastagens.

6.9.3.2.3 Relações de Contato

Em todos afloramentos visitados, constatou-se que a facies Quiricó está assentada sobre as litologias do Grupo Bambuí, por uma superfície erosiva, irregular, constituindo discordância angular do tipo inconformidade.

6.9.3.2.4 Litologia

Predominam clásticos finos constituindo estratos médios e finos de argilitos, folhelhos e siltitos cinza-esverdeados, sendo que no topo da seqüência, passa a predominar um arenito fino cinza-avermelhado.

A cor primária é verde e por intemperismo adquire tonalidade cinza-avermelhada. O cimento comumente é calcífero. Os folhelhos têm a fissilidade bem desenvolvida, enquanto os siltitos e argilitos alternam-se em faixas fracamente laminadas ou por vezes, constituem estratos médios de lamitos.

A estrutura primária mais característica é a estratificação planoparalela repetida, embora também o-

corram marcas de onda e acamamento lenticular, chegando inclusive, as lentes a alcançar valores de até 40 cm de comprimento por 15 cm de espessura.

Próximo à confluência dos rios da Prata e Quiricó, onde afloram as melhores exposições, a litologia da base para o topo é:

- Argilito síltico, cinza-esverdeado, bastante coerente, aspecto maciço, cimento calcífero. Dispersos no corpo da rocha, encontram-se grânulos de quartzo tamanho areia fina a média. Ao longo do acamamento dispõem-se estratos finos, descontínuos de cor cinza-clara com concentração de calcita recristalizada. A rocha em si tem pouco feldspato, é bastante micácea, predominando plaquetas de moscovita e biotita.

- Siltito de cor verde-pálido, com cimento calcífero; bastante micáceo (biotita e moscovita), com concentração destes minerais ao longo dos planos de acamamento. Intercalam-se níveis milimétricos, lenticulares de arenito fino, micáceo. Verticalmente, o siltito gradua para um arenito fino, cinza-esverdeado, com cimento calcífero, quando passa a aumentar a percentagem de feldspato, torna-se micáceo predominando plaquetas milimétricas de moscovita que se concentram ao longo dos planos de acamamento. Intercalam-se estratos médios e finos de folhelho calcífero, micáceo, com fissilidade bem desenvolvida. Nesta litologia, é comum o desenvolvimento de estruturas singenéticas do tipo concreções nodulares calcíferas, que chegam a alcançar diâmetros de até 20 cm de comprimento. Predomina a forma discóide, embora na rodovia entre Galena e rio Prata, as concreções apresentem-se como pseudofósseis devido a sua simetria. Têm

aspectos morfológicos semelhantes a pelecípodos e gasterópodos. Sua origem singenética evidencia-se pela não interrupção nos mesmos, da estratificação original do sedimento, o que vem sugerir uma consolidação tardia. Nódulos irregulares de sílica são também comuns, embora ocorram com menos frequência. Apresentam dimensões pequenas, oscilando entre 2 a 3 cm, e formas rombudas e botroidais, ocorrendo com mais frequência nos siltitos verdes calcíferos. Por vezes, exibem-se interdigitados, constituindo estratos finos, descontínuos, dispostos ao longo do acamamento. É provável que tenham sido precipitados originalmente por sílica gelatinosa, coloidal (foto nº 43).

Na vila Andrequicé, excepcionalmente devido à proximidade da crista do calcário da falha João Pinheiro, constataram-se estratos médios, lenticulares de calcário cinza-claro, com granulometria média (calcarenito). Apresentam pequenos cristais de calcita preta e branca, recristalizados, constituindo depósitos do tipo caliche.

Na fazenda Floresta, situada à margem direita da rodovia Varjão a Andrequicé, na base da seqüência, intercalam-se estratos médios de um folhelho cinza-amarronzado, betuminoso que, na região, recebe impropriamente o nome de "xisto betuminoso". Sua coloração é devida à percentagem de matéria orgânica betuminosa presente. Tem delicada laminação planoparalela, tato untuoso e, quando cortado em pedaços pequenos, incendeiava-se ao contato com o fogo, sendo por esta razão conhecido por "querosene". Em associação, foi encontrado um jazigo fossilífero de peixes pertencentes à espécie de *Dastilbae* Moraeses, que Santos (1955), descreveu na fazenda São José do Jeribá. Esta unidade caracte-

teriza-se também por ser extremamente fossilífera. Invariavelmente, nos afloramentos visitados, constatou-se a presença de microfósseis, notadamente ostracódios.

No extremo nordeste da área (Folha João Pinheiro), predomina na base um argilito síltico de cor verde, muito coerente, bastante plástico, com finos leitons lenticulares de matéria orgânica. Este argilito apresenta laminação convoluta. Verticalmente, gradua-se para um arenito fino, cimento calcífero bastante coerente. Seleção granulométrica boa e com pequena percentagem de minerais micáceos. Há níveis enriquecidos com grânulos de minerais ferromagnesianos. Apresenta estratificação cruzada de corrente com dimensões centimétricas.

Constatou-se a presença de bolotas de argila com certa regularidade, associadas aos níveis superiores. Geralmente, concentram-se em estratos médios e finos, lenticulares, com pequena extensão lateral, constituindo típicos conglomerados intraformacionais de "bolas de argilas". A forma desses seixos é bastante variada, por vezes apresentando um alto índice de esfericidade ou não, ovais e discóides no caso dos seixos de argilito síltico-micáceo. O tamanho geralmente varia de 4 a 5 mm e as cores de verde ao vermelho.

6.9.3.2.5 Espessura

A máxima espessura medida da facies Qui-ricó foi de cerca de 30 metros próximo à vila de Andrequicé.

6.9.3.3 Facies Três Barras

6.9.3.3.1 Distribuição Geográfica

Ocorre nas folhas de Três Marias, João Pinheiro e Serra da Saudade, e a grosso modo, situa-se a oeste da margem esquerda do rio São Francisco. Na margem direita deste rio, as duas únicas áreas com extensões superficiais representáveis situam-se ao sul da sua confluência com o rio das Velhas e ao norte da margem direita do rio Jequi-taí.

Sua distribuição geográfica é atualmente muito irregular na própria área de predominância, onde exhibe dimensões e formatos bastante irregulares, assemelhando-se a retalhos, a pequenas ilhas e a extensas chapadas residuais, remanescentes nos interflúvios dos principais cursos d'água, cuja erosão remontante as remodela continuamente. (Fig. 18)

6.9.3.3.2 Expressão Topográfica

Esta unidade constitui uma extensa superfície irregular, na qual a erosão diferencial produziu duas morfologias distintas, correlacionadas com parâmetros tais como de matriz, cimento e constituição mineralógica.

Na Folha Três Marias e porção setentrional da Folha de João Pinheiro, na área delimitada pelas falhas Traçadal e João Pinheiro, predomina o arenito com cimento calcífero e matriz argilosa, que dá maior consistência à rocha. Nestes locais, a grande dissecação produziu relevo em forma de retalhos isolados com elevações de formas

irregulares, às vezes formando grosseiros alinhamentos extensos e estreitos. Tais feições mostram-se escarpadas ou com bordos em declividade abrupta, todos aplainados, constituindo feições típicas denominadas por Barbosa (1970) de peões, mesetas, torres, etc.. Notadamente na bacia dos formadores dos rios da Prata e do Peixe, são frequentes as intercalações de estratos grosseiros com cimento calcífero, matriz argilosa, o que determina diferentes graus de resistência intempérica aos agentes erosivos, formando-se em consequência um relevo em degraus bastante característico. (foto nº 44). Nos locais onde a espessura desses sedimentos é mais expressiva, formam-se verdadeiros "canyons", como no curso inferior do rio da Prata.

Na base do chapadão dos Gerais, por serem mais friáveis, esses arenitos constituem relevo em forma de extensas chapadas arenosas, com bordas suavemente onduladas.

Nas demais áreas, onde a rocha é mais consistente, o padrão de drenagem é típico, muito irregular, predominando o modelo dendrítico retangular e, geneticamente, os rios podem ser classificados como consequentes e insetantes, não se verificando evidências de condicionamentos estruturais.

6.9.3.3.3 Relações de Contato

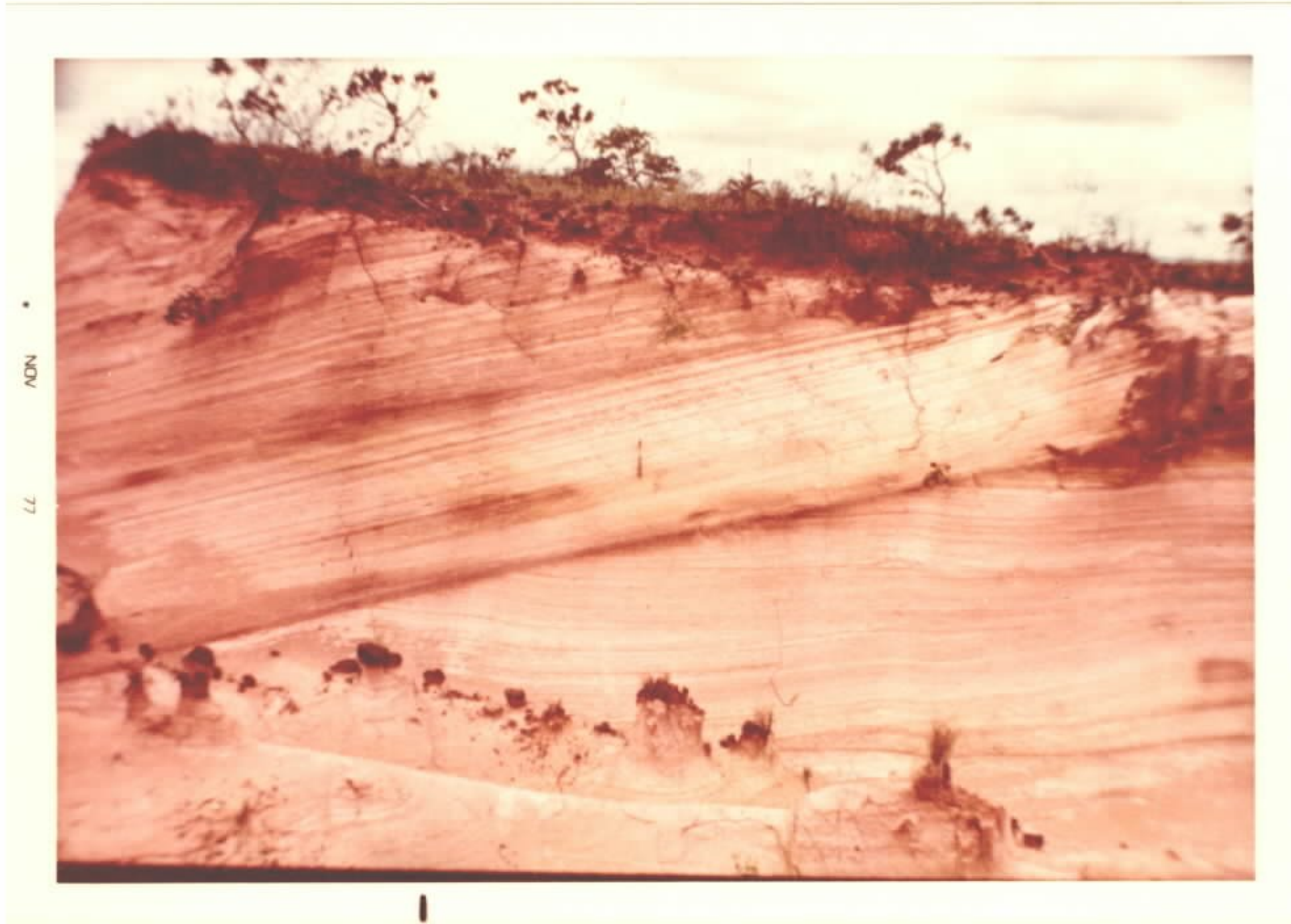
Com as unidades pré-cambrianas do Grupo Bambuí, mantêm discordância angular erosiva nas áreas onde estas apresentam-se dobradas. Quando estruturalmente tal fenômeno não acontece o contato é erosivo litológico (dis-

FOTO 45 - Conglomerado basal da facies Três Barras (Formação Areado). Os seixos são de calcário da Formação Paraopeba.

LOCAL - Rodovia Areado a Major Porto
NR-047 (122,165)
Folha Três Marias

FOTO 46 - Estratificação cruzada de corrente que por suas dimensões assemelham-se aos tipos eólicos. É típica do arenito Três Barras (Formação Areado).

LOCAL - Rodovia Tiros a São Gonçalo do Abaeté
NR-95 (304,147)
Folha Três Marias



conformidade), já que o arenito Três Barras está amoldado à topografia e pendor regional. Tal fato acontece principalmente na região onde aflora a Formação Três Marias.

Com a Facies Conglomerado Abaeté, seu contato é transicional e em diversos locais verificam-se passagens graduais de um para outro, não se observando uma superfície nítida de contato.

Devido a sua gênese e ambiente deposicional, a literatura geralmente relata um suposto contato gradual com a facies Quiricó. Barbosa (1950), cita a presença de "pedriscos" ocorrendo no contato dessas duas unidades cretácicas. Nesse mesmo trabalho o autor cita que "descobrimos um conglomerado basal no contato Quiricó/Três Barras, os seixos desse conglomerado sendo constituído por fragmentos do arenito fino argiloso que lhe está sobposto".

Em campo, normalmente não se evidenciam boas exposições no contato dessas unidades, o que de início, pode trazer certas dificuldades no seu estabelecimento.

No trecho entre vila Araçá a Quintinos (NR-15), a base da facies Três Barras constitui um conglomerado intraformacional com seixos centimétricos, rolados, de lamito do topo da facies Quiricó. Tais seixos têm formas oblatas, discóides e arredondadas, evidenciando pequeno transporte. Estão embricados ao longo das camadas frontais e basais das estratificações cruzadas acanaladas ou então dispostos em estratos lenticulares. A matriz é um arenito argiloso com percentual alto de minerais micáceos. Normalmente, constitui estratos médios a finos e não foi possível

estimar, regionalmente, a sua continuidade lateral. Quando a superfície de contato dessas unidades cretáceas se faz sobre o argilito vermelho, evidencia-se mais essa discordância erosiva litológica (diastema). Esse argilito pode faltar no topo da seqüência e o contato, então far-se-á entre os arenitos e, neste caso, a suposta discordância (diastema) não será bem evidenciada.

6.9.3.3.4 Litologia

Esta seqüência de "red beds" compõe-se de diversos tipos litológicos, formando uma unidade predominantemente arenosa.

A cor primitiva é a cinza-avermelhada, dada por pigmentos de óxido de ferro hidratado (limonita), típicos de ambiente oxidante, não marinho. O litótopo é um arenito avermelhado com matriz silto-argilosa, localmente com cimento calcífero ou silicoso. Granulometria média a grosseira; sua maturidade mineralógica é baixa em termos de percentual de feldspato, o que o coloca na categoria de arenito feldspático a arcosiano. Os grânulos de quartzo são arredondados com esfericidade baixa a média. Normalmente são bimodais, existindo uma outra fração tamanho areia fina em que os grânulos de quartzo são angulares com esfericidade baixa. Em geral, o arenito Três Barras é mal selecionado, por vezes conglomerático ou seixoso. Os "grãos" de feldspato são arredondados, compondo a fração tamanho areia fina a média.

Os minerais micáceos encontram-se em estratos alternados, predominando a moscovita. A biotita é

rara. Menos frequente é a presença de minerais pesados opacos, embora possa apresentar-se com valores que oscilam entre 5 a 10%; são arredondados e concentram-se em faixas alternadas.

Nas proximidades de vila Fragata (Folha Serra da Saudade), observa-se a passagem das rochas arenosas imaturas para outras maduras do topo.

O cimento calcífero tem sua existência, principalmente condicionada à proximidade de áreas onde predominam rochas carbonáticas da Formação Paraopeba. Nestes arenitos calcíferos é frequente a existência de concreções e estratos lenticulares de calcarenito ou calcário puro de cor cinza-clara. Essas estruturas sedimentares singenéticas são nodulares, de conformação ovalada localmente com hábito botroidal, com dendritos de manganês no seu interior.

Por vezes dispõem-se em horizontes constituindo pseudo-estratos conglomeráticos e alcançam dimensões máximas de 10 a 12 cm. Os estratos lenticulares de calcário associam-se com mais frequência ao acamamento dos foresets das estratificações cruzadas acanaladas. Tais estruturas estão bem expostas na rodovia Presidente Olegário a Cruzeiro da Prata e no trecho que liga a BR-365 a São Gonçalo do Abaeté.

Na fazenda Macaco, mais precisamente no leito do córrego Moreira, afluente do rio da Prata, no arenito Três Barras desenvolveram-se estruturas de ambientes do tipo espélico. São cavernas que se formaram pela dissolução do cimento calcífero por águas percolantes e o consequente desmoronamento. No seu interior são encontradas es

truturas, de estalactites e estalagmites.

As observações de campo demonstram que o aporte deste cimento calcífero não se fez por horizontes preferenciais e tornou-se impraticável a tentativa de se estabelecer um controle estratigráfico para os mesmos. É comum em um mesmo afloramento a coexistência de estratos médios de arenitos calcíferos grosseiros e arenitos finos, com matriz silto-argilosa (foto nº 44). Estas intercalações são bem evidenciadas na fazenda do Saco do Boi (vila Andrequicé, Folha de Três Marias), serra do Salitre e rodovia Presidente Olegário a Cruzeiro da Prata.

Em muitos locais, o início da sedimentação do arenito Três Barras é documentado por uma facies pseudofítica de limitada espessura e pequena extensão lateral. A este da vila de Capão Preto (Folha de Três Marias), essa unidade rudácea consta de um conglomerado monomítico com seixos de argilito verde (verdete) da própria Formação Paraopeba, que lhe serve de pavimento. O tamanho destes seixos com valores extremos oscilam entre 4 a 50 mm. Têm a forma planicóide ou discóide, subangulares, com esfericidade baixa. Dispõe-se de forma caótica sem uma aparente organização preferencial. Essa disposição espacial sugere que periodicamente os cursos de água tinham sua competência aumentada. Estão dispersos em um arenito feldspático, grosseiro, mal selecionado, com matriz silto-argilosa. Apresenta estratificação cruzada de corrente. No percurso entre Major Porto a Areado, esta facies apresenta seixos de calcário cinza-escuro, subarredondados, com esfericidade média a baixa, e dimensões máximas de 3 x 5 cm. São idênticos à rocha calcária da Formação Paraopeba, subjacente. A matriz é um areni

to calcífero idêntico à do afloramento descrito anteriormente. Na margem esquerda do rio do Sono (Folha João Pinheiro), esta litologia faz-se representar sobre os arcósios da Formação Três Marias. Os seixos são do próprio arcósio e do siltito e arenito feldspático, com dimensões de até 8 cm, ocorrendo matacões soltos de quartzo nas proximidades. A matriz é um arenito argiloso feldspático (foto nº 45).

Na região da Barragem de Três Marias, no interflúvio dos rios Borrachudo e Abaeté, o topo do arenito Três Barras gradua para uma facies psefítica, refletindo condições ambientais típicas de canais anastomosados de transbordamento. São extensos lençóis descontínuos, lenticulares de ortoconglomerado epiclástico. O arcabouço é constituído por seixos com tipos litológicos idênticos aos encontrados na Formação Conglomerado Abaeté. São em geral bem arredondados, com valores bem variáveis na esfericidade, já que a conformação varia de oblata até esférica, não se constatando a presença de ventifactos. Há uma maior participação percentual de fenoclastos dos arcósios da Formação Três Marias. Estes conglomerados constituem faixas irregulares com 0,5 a 2,0 m de espessura, intercalando-se em um arenito argiloso, pouco feldspático, mal selecionado, grã média a grosseira, com grãos de quartzo arredondados e esfericidade média a baixa, servindo de matriz ao conglomerado. A estratificação é grosseira pouco perceptível. Os seixos encontram-se embricados, indicando o sentido geral das correntes.

Apesar de sua relativa constância na composição mineralógica, constatou-se pelo menos uma interrupção na seqüência deposicional desses clásticos, associada a uma fase de caráter erosivo, constituindo um diastema. Esta

fase erosional é documentada pela existência de uma camada centimétrica de argilito ao longo dessa superfície de morfologia irregular.

Esta seqüência psamítica é também caracterizada por suas estruturas primárias, principalmente, na Folha de Três Marias e porção meridional da Folha de João Pinheiro. As mais frequentes e conspícuas são as estratificações cruzadas de corrente aquática (current cross lamination), do tipo acanalada (weðge shaped). Um fato que chama atenção, são as suas dimensões métricas, com valores exagerados comparativamente aos tipos clássicos descritos na literatura. O ângulo entre as camadas do "bottomset" e "topset" tem valores moderados no intervalo de 18° a 34° (torrencial cross bedding), sendo comum o truncamento na interfaces dessas camadas frontais e as do topo; por essas feições, tais estruturas são semelhantes e mesmo confundidas com os tipos eólicos (foto nº 46).

Grossi Sad (1968), aborda esse problema de semelhança e cita O. Barbosa, que conclui a presença de seixos nos "foresets" e o conteúdo de argila não são adequados para classificar essas estruturas geneticamente com os tipos pneumatolíticos.

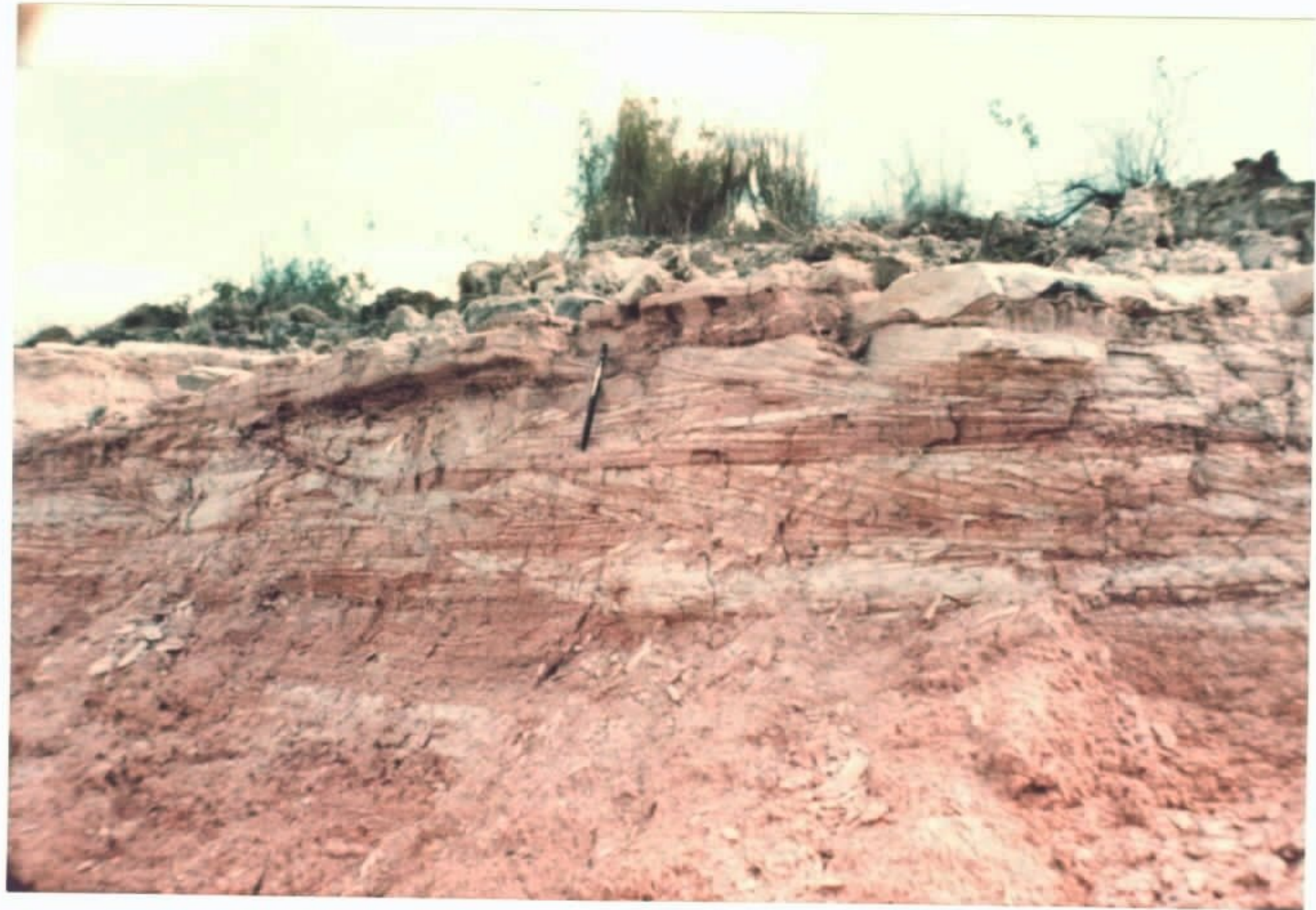
Localmente, em associação, ocorrem estratificações cruzadas de corrente com dimensões centimétricas, típicas de canais anastomosados. São frequentes associações dos tipos estratificações cruzadas, tabular e acanalada. Contudo, o normal é que os estratos frontais tenham conformação assintótica ao se aproximarem das camadas basais (foto nº 47).

FOTO 47 - Estratificações cruzadas de corrente de canal, no arenito Três Barras.

LOCAL - Capão de Santa Cruz da Prata
NR-201 (074,344)
Folha Três Marias

FOTO 48 - Arenito Três Barras com aspecto maciço e alteração tipo "casco de tartaruga".

LOCAL - Capão da Santa Cruz da Prata
NR-202 (074,391)
Folha Três Marias



Em um mesmo afloramento são comuns estratos médios a grosseiros com estratificação cruzada de canal, intercalados, ou mesmo graduando para estratos homogêneos, estes últimos normalmente apresentam esfoliação esferoidal em placas côncavas, tipo "casco de tartaruga" (foto nº 48).

Ao norte da Folha Três Marias estruturas sedimentares tornam-se cada vez menores e menos frequentes, quando passa a predominar um arenito com acamamento pouco perceptível, muito friável que se intemperiza facilmente.

A estratificação planoparalela em bancos horizontais é dada pela alternância de estratos centimétricos de arenito grosseiro feldspático com níveis mais finos, argilosos.

6.9.3.3.5 Espessura

Sua maior espessura aflorante medida foi num dos "canyons" do rio da Prata, na fazenda Macacos (Folha Três Marias), com aproximadamente 130 metros.

6.9.4 Origem e Ambiente de Sedimentação

Estudos anteriores realizados nesta unidade levaram Ladeira, Braun e outros (1970) a concluir que a sucessão Areado apresenta evidências de ter-se depositado em ambiente flúvio-lacustre em clima árido com participação deltaica dominante. "O conglomerado Abaeté retrata o clima desértico existente no início da sedimentação associado a fortes aguaceiros ocasionais. A Formação Quiricó representa a deposição nas zonas mais interioranas da bacia de sedi

FOTO 49 - Dobras convolutas de caráter penecontemporâneo, desenvolvidas no arenito Três Barras no contato com a facies Patos da Formação Mata da Corda. Sua origem relaciona-se diretamente com perturbações singenéticas na época das atividades vulcânicas.

LOCAL - Rodovia Carmo do Paranaíba a Quintinos
NR-15 (142,044)
Folha Três Marias.

FOTO 50 - Idem ao ponto anterior.



• NOV 77



• NOV 77

mentação onde reinavam condições mais duradouras sobre as quais teriam se acumulado águas e sedimentos provenientes das zonas periféricas. O arenito Três Barras demonstra ser proveniente de sedimentação deltaico-fluvial, correspondendo ao assoreamento da bacia com deltas progressivos coalescentes".

As observações obtidas na fase de trabalhos de campo permitiram confirmar este palco deposicional por uma série de evidências que são conclusivas:

- A presença constante de ventifactos próximo à área fonte reflete que ainda imperava um clima desértico nos primórdios dessa sedimentação, estando os efeitos desse clima impressos nas feições morfológicas dos "dreikanter". A esse deserto associavam-se fortes aguaceiros que transportavam os seixos em águas altamente turbulentas de rios periódicos. Esse transporte, em direção ao centro da bacia teria suavizado os cantos das faces triangulares. Esse palco sedimentar é comprovado pela presença de estratificação cruzada de corrente, na facies arenosa, nos seixos embricados e na graduação desta unidade para o arenito Três Barras.

- A ocorrência em um mesmo afloramento de seixos pertencentes a litologias bem distintas com valores extremos nas dimensões, arredondamentos e esfericidade, indicam que muitos deles são produtos de retrabalhamento de rochas pertencentes a diferentes ciclos sedimentares. A comprovação desse fenômeno é a presença de seixos de antigas brechas e conglomerados.

- Presença de estruturas primárias típicas, tais como laminação horizontal, linear, repetida e, ocasionalmen

te, ondulada, reflete interrupções frequentes e de caráter temporário na sedimentação devido a pequenas mudanças periódicas no aporte do material e na velocidade do meio de transporte. Tal interferência fundamenta-se nas constantes intercalações de estratos finos e lâminas de siltitos, folhelhos, argilitos e arenitos finos e lâminas praticamente sazonais. Em direção ao topo da seqüência a presença mais frequente de estratificação convoluta, acamamento lenticular e marcas de onda de oscilação condizem com a origem pelo deslocamento de silte, areias e argilas saturadas. Tais feições sugerem que o fundo do lago original, de início praticamente estagnado passou a ser continuamente agitado à medida em que a sedimentação se processava. A subsidência foi praticamente nula.

- A existência do conglomerado intraformacional com seixos de argilito vermelho no contato com a facies geral de progressão flúvio-deltaica deixa transparecer implicações paleoclimáticas. Torna-se sugestivo que nessa época a sedimentação foi subaérea em ambiente de planície de enchente, numa fase anterior ao assoreamento definitivo. Então, provavelmente, existiam alternâncias climáticas marcantes com uma fase úmida e períodos prolongados de seca. Assim, os estratos argilosos eram depositados em épocas chuvosas, com a invasão das planícies pelas águas de inundação. Nos períodos subseqüentes haveria recuo das águas ou mesmo evaporação, com o seqüencial endurecimento, litificação e quebra dos estratos recém-depositados, constituindo as gretas de ressecamento. Na estação chuvosa seguinte, com o aporte de novos cursos d'água, esses fragmentos argilíticos eram arrancados e transportados para os sítios mais próximos, sen-

do depositados em associação com a unidade cuja deposição se processava. Muitos dos seixos que possuem formas achatadas e discóides sugerem que ainda não estavam totalmente litificados quando foram transportados.

Tal inferência paleoclimática é reforçada pela presença de leitos de calcário do tipo caliche e por níveis de calcário fibroso associado. Barbosa (1970), refere-se à existência de finas faixas de calcário fibroso cinza-arroxeadado, intercaladas nesta unidade como "altamente sugestiva de uma fase evaporimétrica. Segundo Pettijohn (1970), tais depósitos são importantes indicadores paleoclimáticos, pois só se formam em climas áridos a semiáridos com pouca precipitação.

A cor vermelha da facies de topo deve-se à exposição prolongada a que estes sedimentos estiveram submetidos e conseqüente oxidação aérea.

A presença dos leitos de matéria orgânica, relaciona-se às áreas pantanosas mal drenadas das planícies de inundação aluvial. A ação bacteriana criou condições ambientais para favorecer a desintegração da matéria orgânica e estabelecer um ambiente altamente redutor. A grande acidez destrói os remanescentes da fauna (Krinine, 1950; Dunbar and Rogers, 1952).

O aspecto homogêneo do arenito do topo desta unidade reflete a deposição rápida no "front" da facies deltaica em que não se estabeleceram as condições necessárias para um selecionamento granulométrico.

A seqüência basal, finamente laminada, com estruturas horizontais pode indicar que nas zonas interiora

nas mais profundas a sedimentação inicial realizou-se em um ambiente desfavorável para o desenvolvimento de vida bentônica. A ausência de animais cavadores possibilitou a preservação dessas estruturas.

A presença de estratos de folhelhos pirobetuminosos reforça esta suposição em que as águas estagnadas evitavam a decomposição dos resíduos vegetais.

No início do processo foi importante a ação desenvolvida pelos fungos e bactérias. A gradual cobertura por camadas mais jovens teria criado as condições redutoras necessárias e a substituição das bactérias aeróbias por aneróbias.

Este ambiente tornou-se propício para a fossilização dos peixes que habitavam as zonas mais superficiais, nas quais havia condições para o desenvolvimento da vida.

Um outro suporte que evidencia a origem lacustrina é a presença de peixes fósseis pertencentes ao gênero *Dastilbae*, estérias, ostracódios e restos de vegetais seguramente de origem continental, lacustrina.

Braun (1977, comunicação oral), baseado nos estudos de fósseis por ele pesquisado, nesta litologia, conclui que originalmente o lago era rico em microrganismos, predominando nas vizinhanças uma vegetação rica em coníferas.

A presença de depósitos de caliche é indicativa de elevada taxa de evaporação, o que tornava as águas salobras.

A cor primária vermelha dada pelo pigmento

to de óxido de ferro hidratado indica exposição de planície oxidante em ambiente não marinho.

As estruturas primárias de fluxo unidirecional, tipo estratificações cruzadas de calha e acanalada, têm semelhança com os tipos eólicos, o que pode levar a interpretações genéticas paleoclimáticas, devido a certas identificações existentes entre as condições em que se formaram essas estruturas e as de ambiente desértico misto (foto nº 46). Os rigores do clima árido que imperaram no palco sedimentar deltaico do arenito Três Barras, proporcionou as condições necessárias para que se gerassem estratificações com geometria e configurações similares às eólicas, embora, sob condições subaquosas.

Essa inferência paleoclimática é reforçada pela associação litológica constituída por clásticos grosseiros, variando do tipo de arenitos feldspáticos a arcóseanos e a presença de estratos de rochas carbonáticas cinza-claras tipo caliche, intercalados nos arenitos calcíferos.

A relativa constância na homogeneidade da composição mineralógica e textural pode ser indicação de que o palco da sedimentação desses clásticos permaneceu praticamente inerte em sua dinâmica de subsidência. Por outro lado, a sua composição mineralógica realçada pelo teor de feldspatos indica um relevo acentuado em áreas fontes próximas.

Os níveis conglomeráticos intraformacionais no topo da unidade indicam que enquanto a sedimentação se processava no interior dessa bacia, suas áreas marginais

já sofriam processos erosivos degradacionais, que teriam transportado os seixos do Conglomerado Abaeté para aquele sítio. São típicos de ambiente de canais anastomosados com os clásticos mais grosseiros ocorrendo nos paleocanais e que lateralmente gradua para sedimentos típicos de zonas marginais de transbordamento.

6.9.5 Aspectos Estruturais

A Formação Areado apresenta-se horizontalizada sem apresentar evidências de tectonismo, a não ser pequenas falhas de acomodação e estruturas de escorregamento (slumping).

6.9.6 Idade e Correlações

Na fazenda São José do Geribá, próximo ao arraial Varjão, foram encontrados restos vegetais e peixes teleosteos intercalados nos folhelhos betuminosos, posteriormente descritos por Santos (1955), como Dastilbe moraesii e referidos ao Cretáceo devido à associação desses peixes com os da fauna da Formação Santana (Araripe). Investigando a idade da Formação Araripe, O. Barbosa (1965) considerou-a como Jurássica, baseando-se em dois gêneros de peixes Lepiototus e Aspidorrhynchus, que se distribuem do Jurássico ao Cretáceo Inferior e ocorrem juntamente com o Dastilbe. Além disso, Barbosa (1963) identificou plantas da flora gondwana superior nas camadas Cíceros Dantas, as quais desaparecem no Jurássico. Baseado nesses fatos, concluiu que as camadas com Dastilbe têm uma idade que vai do Jurássico ao Cretáceo Inferior e adota a idade jurássica para o

Grupo Areado, mas deixa a questão em aberto. Propõe também uma correlação deste grupo com a Formação Botucatu do Grupo São Bento baseado na similaridade do ambiente de sedimentação e na presença de Eustheria, Bairdstheria e Estheriella, no Grupo São Bento da bacia do Paraná, que reforçam a idade jurássica.

Posteriormente, o Dastilbe, característico da Formação Santana, foi posicionado no topo do Cretáceo Inferior (Albiano-Aptiano), baseado nos estudos de Braun (1969) sobre a presença de ostracódios.

Braun, O. Barbosa e outros (1970) em trabalho publicado sobre a geologia da região do Triângulo Mineiro acusaram a presença de diferentes gêneros de ostracódios na Formação Areado do mesmo grupo fauniano dos da Formação Santana. Levando em conta, também, a idade da Formação Mata da Corda, que capeia a Formação Areado, datada entre 80 e 70 m.a., conclui-se que a Formação Areado pertence ao Cretáceo Inferior para o Superior, isto é, Neoconiano a Albiano.

Posteriormente, a análise paleo-palinológica feita pela PETROBRÁS (Salvador) em folhelhos da fazenda São José, município de Presidente Olegário, revelou idade aptiana inferior para o Grupo Areado.

Braun (1970) estudando a sedimentação da Formação Areado estabeleceu sua continuidade desde o oeste de Minas Gerais até o Maranhão, considerando-a pós-Botucatu, e admitindo sua idade como aptiana-albiana.

6.10 Formação Mata da Corda

6.10.1 Distribuição Geográfica

Constitui uma extensa faixa que se inicia nas proximidades da vila de Cachoeirinha, prolongando-se para o norte até próximo a confluência dos rios Paracatu e São Francisco. Sua área de ocorrência está delimitada a este pelo rio São Francisco e a oeste, ultrapassa os limites da área do Projeto. (Figura 19)

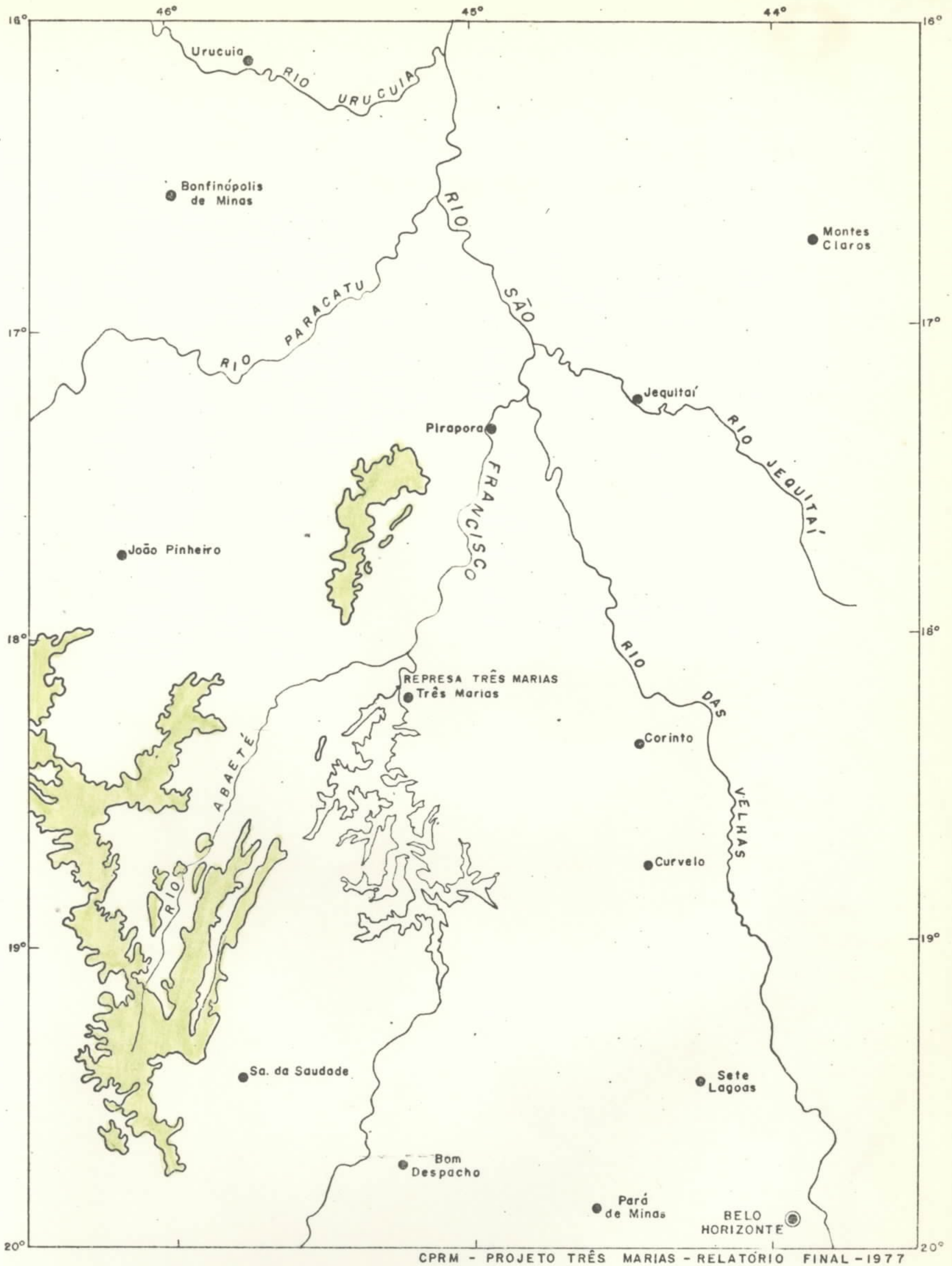
A implantação da rede hidrográfica promoveu uma descontinuidade na sua distribuição lateral, remanescendo atualmente como áreas de conformações irregulares, distribuídas esparsamente no topo dos interflúvios dos principais formadores do São Francisco, pela margem esquerda.

6.10.2 Expressão Topográfica

Ocupando cotas entre 1.000 a 1.150 metros os arenitos desta formação, em termos regionais, constituem as formas de relevo com as maiores expressões topográficas.

Nas áreas de predominância da facies arenítica estes chapadões formam extensas superfícies aplainadas, monótonas, sem qualquer expressão topográfica ressaltável.

Graças aos efeitos de silicificação e/ou lateritização existentes nos topos, os arenitos adquiriram consistência suportando as ações intempéricas. Em consequência, o relevo atingiu a senilidade, constituindo exten-



- ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO MATA DA CORDA

sos chapadões, mesas, mesetas, com escarpas abruptas.

Quando predomina a facies Patos, o relevo típico é constituído de espigões alongados com bordas suavemente onduladas. Em uma mesma região essa forma de relevo apresenta um aparente alinhamento sem estar sujeito a qualquer controle estrutural. Os corpos menores, isolados, constituem colinas suavemente onduladas. Normalmente, o topo desses espigões encontra-se em avançado estágio de intemperismo, em consequência de que, os melhores afloramentos sempre ocorrem ao longo das meia-encostas das chapadas, nos ravamentos e demais formas destrutivas de relevo.

Boas exposições encontram-se nas rodovias que ligam Patos de Minas a Presidente Olegário e a Varjão; Arapuá a Quintinos; Lagoa Formosa a Limeira e Carmo do Paranaíba a Quintinos. (Aerofoto nº 12)

Por suas extensões e altitudes, regionalmente constituem acidentes geográficos bem conhecidos. Na Folha Serra da Saudade ocupa o topo do planalto da Mata da Corda, entre a vila de Cachoeirinha e Carmo do Paranaíba. Na Folha Três Marias formam os chapadões da Ponte Firme, Várzea da Palma, serra Vermelha, serra das Almas, serra Selada, capão Preto e serra do Angá. Mais ao norte, constituem os topos dos chapadões dos Gerais, serra Vermelha e serra das Maravilhas (Folha João Pinheiro).

6.10.3 Relações de Contato

Os piroclastos da Formação Mata da Corda estão sotopostos ao Arenito Três Barras, mantendo com o mesmo um contato de interdigitamento. Este relacionamento es-

tá bem evidenciado nos cortes existentes ao longo da rodovia BR-265, no trecho entre Patos de Minas a Varjão e Presidente Olegário a Patos.

Na rodovia Varjão a Galena (NR-246-B) evidenciam-se intercalações de estratos finos a médios, descontínuos, do arenito Três Barras e da facies Patos. Nesse mesmo trecho, nota-se uma discordância erosiva litológica entre essas duas unidades em que os tufos vulcânicos estão depositados sobre uma paleotopografia parcialmente dissecada, formada pelos arenitos Três Barras. Não se evidenciou contato direto entre a facies Patos e a Formação Quiricó, entretanto, foram identificados cristais de olivina, provenientes desse vulcanismo nos argilitos dessa formação.

Nas proximidades da facies vulcânica, mais precisamente no contato da facies Patos e o arenito Três Barras, desenvolveram-se localmente nos arenitos dobras convolutas de caráter penecontemporâneo (fotos n.ºs 49 e 50). Sua origem relaciona-se diretamente com as perturbações sin genéticas na época das atividades vulcânicas. Boas exposições destas estruturas são encontradas ao longo da rodovia Carmo do Paranaíba a Quintinos, e entre Pindaíbas e as vilas Leal e Monjolinho.

Em geral, o topo do arenito Três Barras está silicificado no contato com a facies Patos e esta sílica amorfa, por vezes concentra-se em faixas descontínuas. A origem dessa silicificação deriva-se da decomposição intempérica dos tufos e cinzas vulcânicas com a conseqüente liberação de sílica coloidal, que se precipita "per descensum". Essa alteração nos piroclastos é facilitada pela extrema instabilidade mineralógica de seus constituintes.

FOTO 51 - Perfil em corte artificial da unidade Quaternária Pleistocena Holocena Indiferenciada (Qphi). Siltito da Formação Paraopeba e elúvio desta unidade; horizonte de seixos e sedimentos arenosos transportados (coluvionar).

LOCAL - Estrada para a nova BR-496, no trecho Lassance - Várzea da Palma.

GM-417 (124,160)

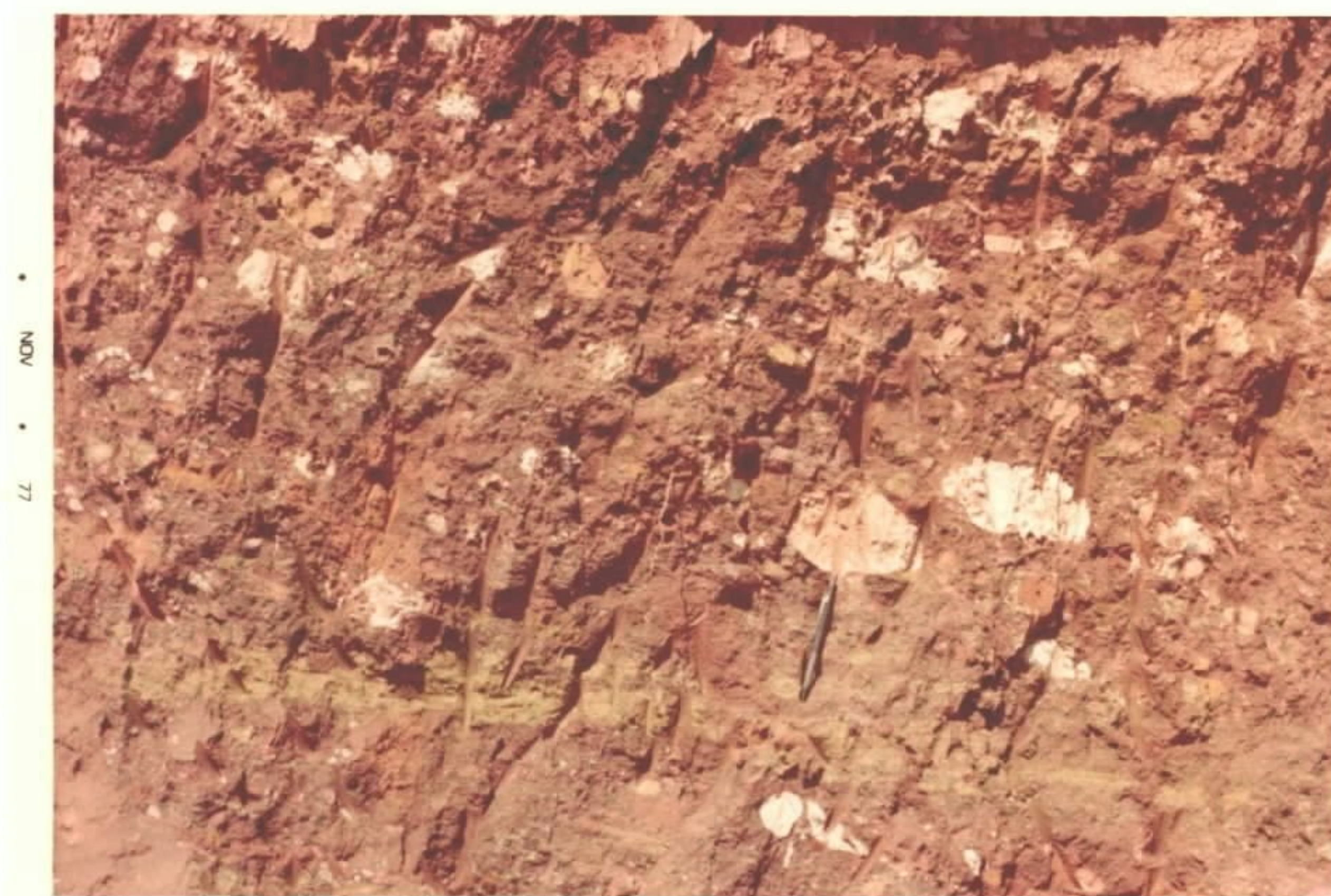
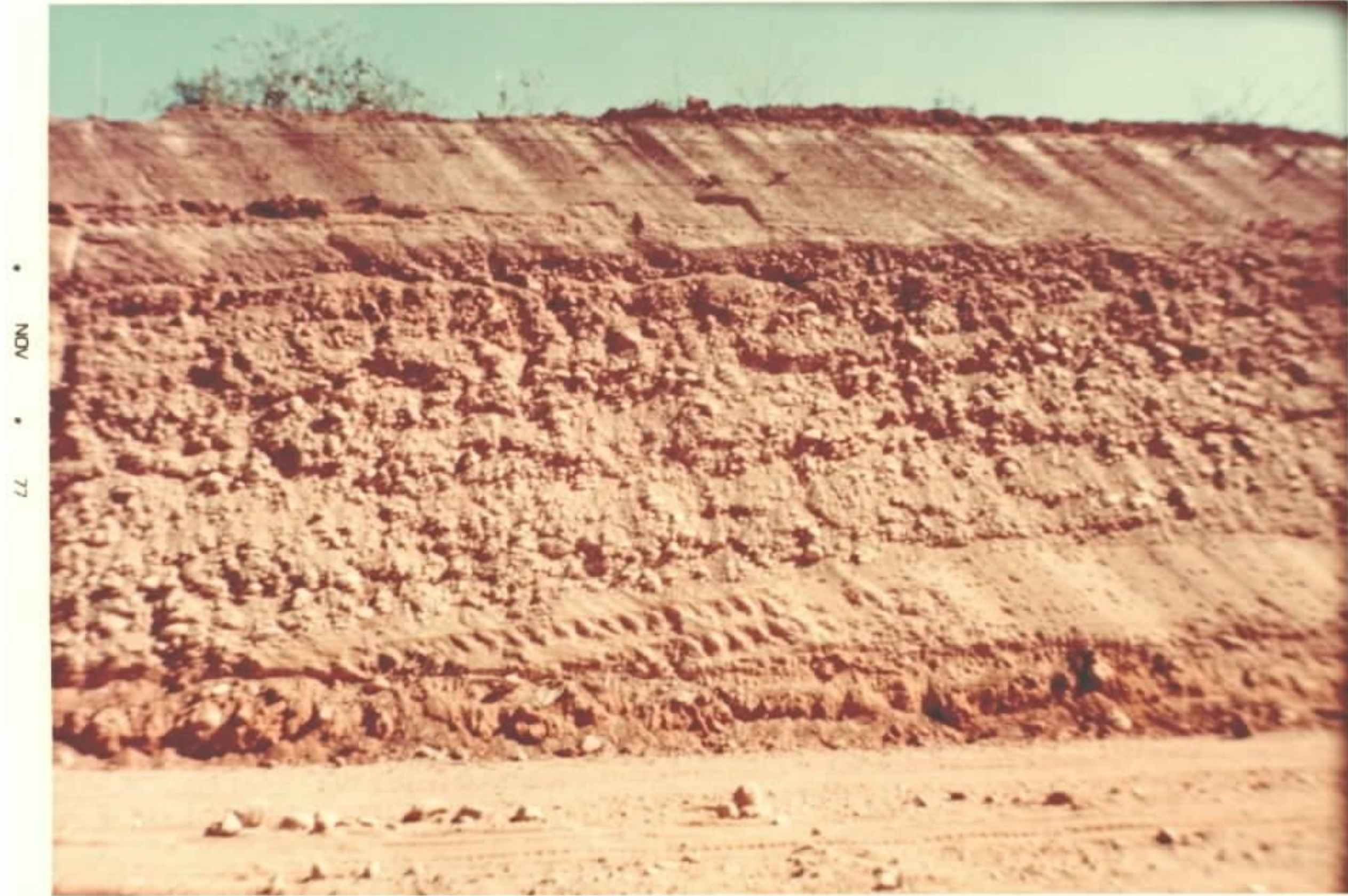
Folha Pirapora

FOTO 52 - Ejectólitos nas formas de bombas, blocos, lápilis, cinzas vulcânicas, disseminadas nos tufos e tufos de lápilis, parcialmente intemperizados. O conjunto tem aspecto conglomerático (Formação Mata da Corda).

LOCAL - Próximo a Arapuá

NR-14 (130,131)

Folha Serra da Saudade



Em profundidade, a silicificação decresce gradativamente. Ladeira et alii (1969) a considera de origem relacionada a fenômenos hidrotermais, o que não se verifica, já que isto implicaria num processo ascendente e não se constatou até o momento a evidência da existência dos supostos condutores.

6.10.4 Litologia

6.10.4.1 Facies Arenítica

Esta unidade apresenta-se normalmente em estágio avançado de intemperismo, constituído de solo vermelho-bordô. Esta coloração secundária é originada por intemperismo devido à presença de hidróxidos de ferro resultantes, provavelmente, do retrabalhamento de camadas vermelhas antigas. Sua unidade basal consta de um conglomerado epiclástico extraformacional (ortoconglomerado), polimítico. Os megaclastos alcançam dimensões máximas de 8 x 5 cm, com valores de esfericidade e arredondamento bem variáveis, originados da desagregação de rochas cretáceas e da Associação Araxá. São frequentes seixos de caulim, arredondados, com esfericidade alta, chegando inclusive a formar esferas perfeitas "bolotas". Internamente constata-se a sua cor branca original, enquanto que superficialmente apresenta aspecto rugoso. A origem destas bolotas de caulim não está ainda devidamente esclarecida.

Os seixos provenientes do arenito Três Barras são bem raros e os poucos encontrados estão parcialmente silicificados, preservando ainda evidências de terem

sofrido dobramentos penecontemporâneos e silicificação.

A maior contribuição de fenoclastos com aproximadamente 60% de participação proveio dos metamorfitos do Grupo Canastra. São de quartzitos micáceos, quartzitos cataclasados e ortoquartzitos; a matriz é um arenito médio a grosseiro, mal selecionado, argiloso, feldspático.

Próximo à área fonte este pavimento rudáceo apresenta uma espessura considerável, sendo que o valor máximo medido foi de dezenove metros no km-7 do trecho que liga a BR-262 à cidade de São Gotardo. Fato digno de observação é que nas proximidades deste afloramento, no leito do rio Abaeté, onde está construída a usina hidrelétrica, já afloram os quartzitos do Grupo Canastra, que teriam sido uma das fontes destes seixos.

No km-315 da BR-354 estimou-se uma espessura de 30 metros para esta unidade, sendo que neste ponto o conglomerado apresenta-se descontínuo em sua exposição vertical, constituído de camadas lenticulares de 2 a 3 metros de espessura, que se alternam com o arenito grosseiro que compõe a matriz. Em idênticas condições, verificou-se existir outro afloramento na vila de Guarda dos Ferreiros com espessura máxima aproximada de 35 metros.

O fato que chama atenção é a presença constante desta facies psefítica que, em direção ao norte, vai paulatinamente diminuindo a espessura. Na base do chapadão dos Gerais torna-se mais difícil identificá-la e não foi encontrada nenhuma boa exposição, já que as existentes exibem avançado estágio de lateritização. Porém, um acurado exame destes corpos permite identificar, com certa mar-

gem de segurança, a filiação dos seixos que compõem este conglomerado. Em direção ao topo esta facies gradua a um arenito marrom-avermelhado, normalmente bastante intemperizado. A granulometria é média a fina, mal classificada, matriz argilosa, embora, por vezes, escassa. Com frequência apresenta cimento silicoso ou ferruginoso. A fração areia fina é predominantemente composta de grânulos de quartzo subangulares com esfericidade média a baixa. A fração tamanho médio é representada por grânulos arredondados, com esfericidade média, dispersos na massa. Os grânulos de quartzo são de diversas variedades, predominando em ordem crescente os leitosos, hialinos, esfumaçados e com tonalidade rósea-avermelhada. No extremo sul do chapadão dos Gerais, o arenito apresenta pequenas percentagens de feldspato detrítico, arredondado, enquanto no extremo noroeste, em um dos poucos afloramentos preservados, consta de um arenito castanho-avermelhado, com cimento silicoso, bem selecionado, constituído essencialmente de grânulos de quartzo subarredondados com esfericidade alta. Neste ponto ainda estão preservadas, incipientemente, estratificações cruzadas de corrente centimétricas. No geral, devido ao grau de intemperismo, praticamente todas as estruturas sedimentares pré-existent foram obliteradas.

Constatou-se a presença de magnetita em pequena percentagem, cuja participação decresce para o norte.

A seqüência aflorante no topo da serra das Maravilhas consta de um arenito de cor marrom-avermelhada, grã fina, seleção granulométrica boa; maturidade mineralógica alta, constituído essencialmente por grânulos de

quartzo. Ao intemperizar-se, torna-se bastante friável e poroso. Predomina a fração areia fina com grânulos de quartzo subangulares e esfericidade média. Dispersos existem grânulos médios arredondados com boa esfericidade. Não há matriz argilosa, sendo comum, no entanto, fenômenos de silicificação intempérica. Tal processo propicia o aparecimento de corpos concrecionais de sílica pura, sob a forma de sílex, que em geral tem conformação irregular, com extremidades ponteagudas. Internamente estas concreções apresentam uma faixa mais periférica com coloração avermelhada, devida provavelmente à impureza ou à presença de óxidos de ferro, e uma faixa central com coloração esbranquiçada. Têm dimensões máximas de 5 a 8 cm. Algumas exibem cristais de quartzo em seu interior na forma de drusas. É mais provável que sejam epigenéticas, segundo a classificação de Werril (in Suguio, 1973).

Este fenômeno de silicificação superficial é de origem intempérica e similar ao que ocorre no Cretáceo da bacia do Paraná. Experiências desenvolvidas por Paraguassu, em 1963 (in Suguio, 1973), demonstram que a sílica existente na água que percola o arenito, mesmo nas condições atuais, é suficiente para provocar fenômenos de silicificação. Este fenômeno estaria ligado à mobilização da sílica pela água subterrânea, não sendo necessário admitir condições especiais, como elevado Ph e soluções silicosas concentradas.

A parte sul da serra das Maravilhas, foi o único local em que se expõem estratificações cruzadas bem preservadas, do tipo calha (trough cross stratification). A espessura de cada conjunto de estratos cruzados varia de

1 a 2 metros, e o valor do mergulho oscila entre 16° a 25° . A laminação da estratificação horizontal encontra-se ausente ou imperceptível.

6.10.4.2 Facies Patos

Predominam tufos caóticos e soldados ("caotic and welded tuff", segundo Rimman, 1962), e cineritos associados. Normalmente se apresentam como massa argilosa, rica em argilo-minerais e micas hidratadas.

Relacionado a estes tufos ocorre, ao sul de Presidente Olegário, um dique de kimberlito (mica peridotito) intrusivo na Formação Três Barras. Outros diques e "plugs" de material ultrabásico afloram a oeste do córrego Carrancas, na rodovia Monjolinho a Pindaíbas, em que o arenito Três Barras constitui parte do seu conduto vulcânico (Folha Três Marias).

As cores predominantes são o verde-claro, devido a montmorilonita, vermelho-chocolate (alteração de minerais ferromagnesianos e nontronita) e branca (argilo-minerais). Estas cores distribuem-se em faixas com dimensões e formas bastante irregulares, num mesmo afloramento.

Localmente, adquire aspecto conglomerático devido à presença de ejectólitos em forma de bombas, blocos, lápilis e cinza vulcânica. Os tufos e tufos de lápilis parcialmente intemperizados constituem a matriz na qual se encontram disseminados os blocos e bombas vulcânicas. Essa estrutura constitui aglomerados e/ou brechas vulcânicas. Os seixos vulcânicos, localmente, são subarredonda

dos evidenciando pequeno transporte, provavelmente em meio aquoso, embora não se tenha encontrado elementos suficientes para tal comprovação (foto nº 52). Os ejectólitos estão intimamente relacionados com sedimentos sílticos e argilosos, sendo portanto, geneticamente, classificados como rochas vulcanoclásticas.

Intensa silicificação e efeitos de hidrotermalismo de baixa temperatura são evidenciados pelo preenchimento de fraturas com barita e calcita, como foi observado na vila Morro do Sabão, ao norte de Arapuá (Chaves, 1971).

6.10.4.3 Facies Capacete

As melhores exposições encontram-se na rodovia São Gotardo a Santa Rosa da Serra, no topo da serra do Angá, na serra do Capacete (local tipo) em Guarda dos Ferreiros e na região de Três Marias ao sul de Cedro do Abaeté. A cor original é a cinza-esverdeada, e por intemperismo a rocha adquire coloração avermelhada.

A tonalidade verde é devido à presença de nontronita, produto de alteração do material piroclástico que ao intemperizar-se, a oxidação do ferro presente apresenta-lhe coloração vermelha. O arenito Capacete tem granulometria fina a média, matriz argilosa, seleção granulométrica má, localmente, com níveis conglomeráticos, muito friável e poroso. Constituído essencialmente por grânulos de minerais pesados (magnetita) e, secundariamente, por grânulos de quartzo, minerais micáceos (biotita e moscovita) e feldspatos que estão caulinizados. Distalmente dos centros vulcânicos passam a predominar os grânulos de quartzo sobre

os minerais ferromagnesianos. Intercalam-se estratos finos e lâminas descontínuas repetidas de material argiloso.

O arenito Capacete normalmente apresenta aspecto homogêneo aparente com acamamento original pouco perceptível. Estratificações cruzadas de canal com dimensões pequenas a médias, foram comprovadas na serra do Angá e nas proximidades oeste de São Gotardo.

Preferencialmente, na base desta facies localiza-se um conglomerado intraformacional, com matriz areno-argilosa micácea. O arcabouço é rompido com as megalentes variando de grânulos a seixos centimétricos de rochas vulcânicas de caráter básico e ultrabásico. Pelo avançado estágio de intemperismo tornou-se impraticável uma identificação mais precisa dos mesmos. Tem esfericidade e arredondamento com valores bem variáveis. Esse conglomerado foi correlacionado com o descrito por Ladeira nos morros Fragata e Nau de Guerra, próximos à vila de Fragata. Nessas localidades foram identificados seixos constituídos por rochas sieníticas, jacupiranguitos, picritos, quartzo e quartzito. Ao contrário do que foi concebido, a presença desses ruditos não está restrita aos locais acima citados, onde foram descritos, pois, constatou-se a ocorrência dos mesmos em diversos afloramentos nas áreas circunvizinhas de São Gotardo, Arapuá e Tiros.

6.10.5 Espessura

Na rodovia que liga Patos de Minas a Ser^{ta}ozinho, esta seqüência vulcanoclástica tem a sua espessura máxima aflorante, em torno de 150 metros.

6.10.6 Origem e Ambiente de Sedimentação

Apesar do avançado estágio de intemperismo que transformou profundamente as lavas vulcânicas em massas argilosas, em alguns afloramentos ainda se conserva, de forma incipiente, a estrutura original desses derrames, como por exemplo, o aspecto brechóide e a textura fluidal. Os estudos petrográficos realizados por Djalma Guimarães levaram-no a classificar os tufos e lavas como sendo de origem ultrabásica-alcalina, gerados pela diferenciação magmática a partir de um magma original de caráter básico. Tal magnetismo teria também dado origem às rochas alcalinas dos complexos de Araxá, Tapira, Salitre, Serra Negra, etc.. O caráter ultrabásico foi confirmado pela presença de Cr, Ni e Cu.

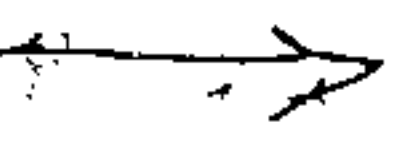
Os ejetólitos apresentam-se em forma de seixos arredondados, o que evidencia um pequeno transporte, provavelmente em meio aquoso.

A presença de estratificação cruzada de corrente do tipo calha aliada a estratos argilosos sugere uma origem subaquática para a facies Capacete. O Conglomerado Fragata representaria o preenchimento de paleocanais dentro dessa unidade.

Na facies arenítica de topo a incipiente preservação das estruturas sedimentares primárias dificulta a interpretação da geometria ambiental, das condições limitantes do material, da energia e das feições biológicas que teriam atuado e impresso seus caracteres nesta unidade. Os dados interpretativos das estruturas primárias preservadas, aliados às características litológicas evidenciam que esta

unidade depositou-se em um ambiente misto, subaéreo, com participação importante de cursos de águas temporários e lagos que constituíam uma planície aluvionar em expansão em um clima árido a desértico, não estritamente eólico. A facies conglomerática basal é típica de ambiente torrencial com rios de alta energia. O suprimento para esta seqüência teve como área fonte as litologias da Formação Canastra e o arenito Três Barras. Esta plurifiliação vem explicar a grande variedade de tipos de grânulos de quartzo e a constituição litológica do seu conglomerado de base.

6.10.7 Idade e Correlações

Datações realizadas por Hassui e U.G. Cordani (1968) pelo método K/Ar, no Centro de Pesquisa Geocronológica da Universidade de São Paulo acusam uma idade em torno de 80 m.a. para o vulcanismo explosivo da Mata da Corda, que o coloca no Cretáceo Superior (Turoniano). 

As facies Patos e Uberaba, pertencentes às bacias sanfranciscana e do Paraná respectivamente, são correlacionadas à mesma fase de vulcanismo de natureza ultrabásica-alcalina, com caráter explosivo.

6.11 Formação Urucuia

6.11.1 Distribuição Geográfica

Os remanescentes desta unidade ocorrem como retalhos de conformações irregulares, esparsamente distribuídos ao norte do paralelo que delimita a confluência

dos rios Preto, e Paracatu.

A maior expressão em termos de continuidade de área verifica-se no topo do chapadão da serra Geral do Rio Preto, onde na sua grande maioria acha-se intemperizado, constituindo espessa cobertura arenosa. A outra área de expressão situa-se nas proximidades de Brasília de Minas e Ubaí; ocorrências restritas situam-se ao sul de Montes Claros e ao norte de Coração de Jesus. (Figura 20)

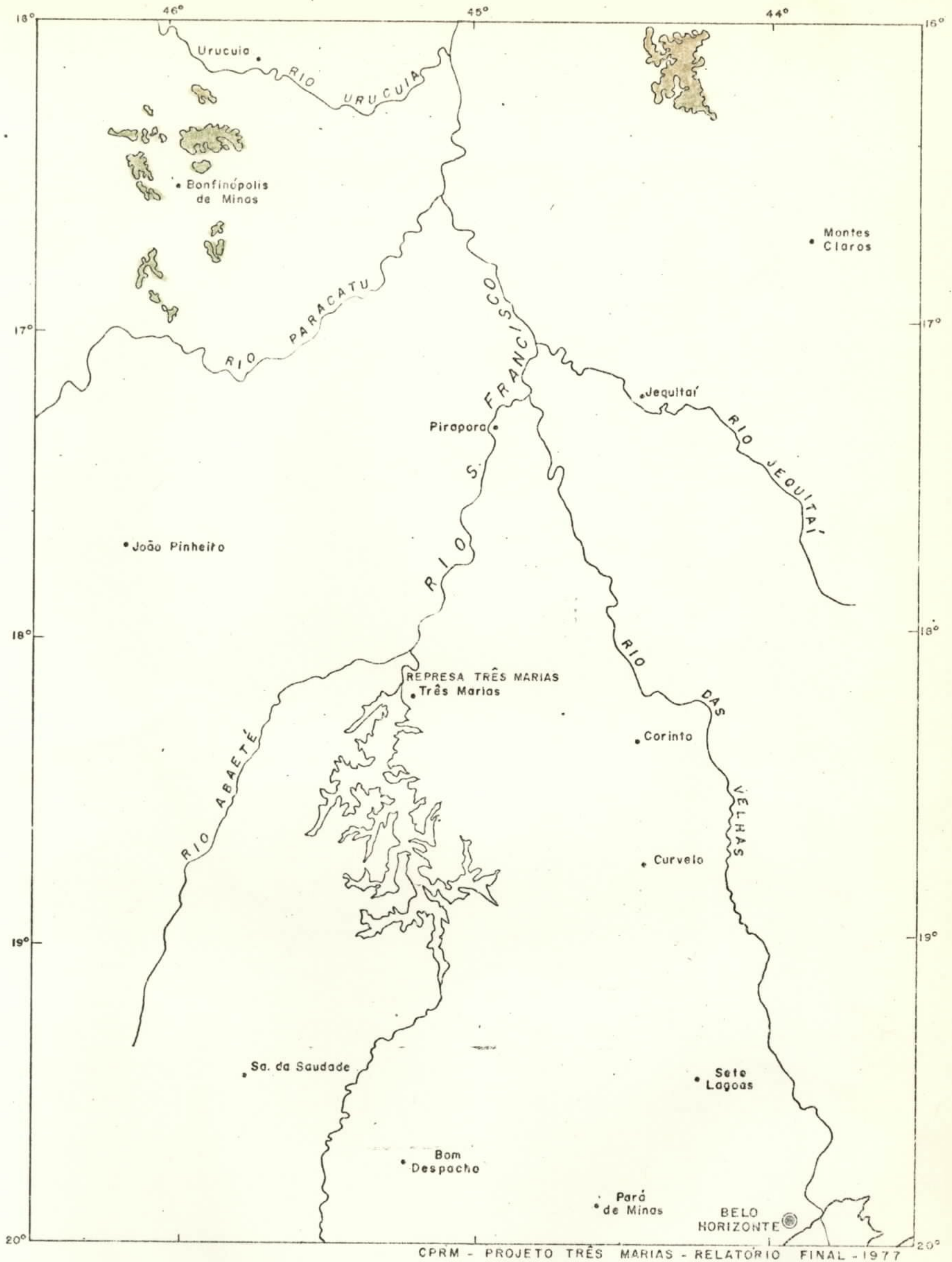
6.11.2 Expressão Topográfica

Ocupando cotas entre 950 a 1.130 metros os arenitos desta formação constituem extensos chapadões, mesas e mesetas, aplainados, com bordos suavemente escarpados. Por suas extensões e altitudes, regionalmente constituem acidentes geográficos bem conhecidos, tais como a serra da Ilha, serra Geral do Rio Preto (Folha Urucuia) e serra dos Fonsecaas (Folha Montes Claros).

Sua rede de drenagem é pobre, constituída essencialmente por cursos d'água alongados em que praticamente inexistente a drenagem de segunda e terceira ordem. Por constituir chapadões arenosos, fornece excelentes reservatórios que alimentam de forma permanente a drenagem principal. Nos locais onde há maior número de cursos d'água o padrão é dendrítico.

6.11.3 Relações de Contato

O arenito Urucuia sobrepõe-se às litologias do Grupo Bambuí, por uma discordância erosiva angular.



- ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA FORMAÇÃO URUCUIA

6.11.4 Litologia

Consta essencialmente de uma facies psamítica basal e uma psamítica no topo. A primeira foi identificada em diversos pontos: nas rodovias Coração de Jesus a Brasília de Minas, São Francisco a Brasília de Minas e de Luizlândia a Ubaí.

Ao norte de Coração de Jesus (NR-361), este conglomerado tem espessura média de 40 a 50 cm. É essencialmente monomítico, com seixos de dimensões de até 5 x 3 cm, constituídos exclusivamente de ortoquartzito, quartzo, de formas facetadas (dreikanfers), associados a outros seixos arredondados com esfericidade baixa. A matriz é um arenito argiloso, grã média a grosseira, mal selecionado. Na rodovia Brasília de Minas a Luizlândia e desta para Ubaí, esta facies tem aproximadamente 1,5 m de espessura.

Fato digno de nota é a constância desses seixos em formarem pequenas cascalheiras residuais, distribuídas esparsamente sobre as coberturas arenosas (TQi) e unidades pré-paleozóicas sobrejacentes em toda a região, o que dá idéia da sua área de distribuição. Outras características são a constância das dimensões e a litologia dos seixos.

A unidade psamítica do topo é um arenito branco, que em geral se apresenta com a coloração secundária marrom-avermelhada. Sua cor original branca é devida a constituição ser essencialmente de quartzo-hialino, caracterizando um sedimento mineralogicamente supermaturo.

A seleção granulométrica é boa, grã fina a média, não apresenta matriz, embora localmente se apresente com cimento silicoso; quando isento de cimento torna-se

muito friável, desagregando-se em areia limpa ao menor contato.

Estratificação cruzada eólica foi a única estrutura primária constatada, mesmo assim rara e em estado precário de preservação (NR-161):

Na rodovia Montes Claros a Bocaiúva (NR-354-B), o arenito apresenta níveis com granulometria mais grosseira, que provavelmente representam antigas superfícies de deflagração.

Na Folha de Urucuia ao sul de Bonfinópolis, a litologia dessa unidade é a seguinte da base para o topo:

- Arenito cinza-róseo, matriz argilosa, parcialmente intemperizado e seleção granulométrica regular. Intercaam-se níveis descontínuos com formato de pequenos paleocanais, preenchidos com arenitos médios, com pouca matriz. Nestes níveis, o quartzo tem granulometria maior que a predominante na rocha. São subangulares a subarredondados. Têm estratificação cruzada de corrente, tipo acanalado. Na parte superior dessa sequência, gradua-se para um arenito fino, já passando a siltito grosseiro parcialmente intemperizado, poroso, muito friável, aspecto maciço, não mais se evidenciando estruturas primárias. Este conjunto litológico é semelhante ao que se encontra na base da serra das Araras, que vem ser prolongamento sul da serra Geral de Goiás, situada ao norte da área do Projeto. A mesma foi considerada como "local tipo" da Formação Urucuia, pelos integrantes da PROSPEC no relatório Brasília.

O chapadão da Serra Geral do Rio Preto, embora ocupe uma extensa área é, na sua grande maioria, re-

coberto por areias provenientes da desagregação do arenito Urucuia e são raríssimos os locais onde a rocha ainda é preservada na sua forma original. Um destes poucos locais é o leito da Vereda da Pedra, na fazenda homônima. Trata-se de um arenito de cor original branca, granulometria fina a média, regularmente selecionado. Não apresenta matriz mas, sim, cimento silicoso, constituído essencialmente de grânulos de quartzo hialino, subangulares com esfericidade média.

Na área de ocorrência da Formação Urucuia poucos são os locais que ainda preservam suas estruturas sedimentares primárias, sendo a serra dos Fonseca, ao sul de Montes Claros, onde estão preservadas de forma incipiente estratificações cruzadas de médio porte, provavelmente de origem eólica.

A espessura máxima encontrada no arenito Urucuia foi de 70 metros, na serra Geral do Rio Preto.

6.11.5 Idade e Correlações.

Embora admitissem que o conhecimento da Formação Urucuia era precário, os integrantes da Mesa Redonda do XXV Congresso Brasileiro de Geologia consideraram uma contemporaneidade entre a época da deposição do arenito Urucuia e o vulcanismo ultrabásico alcalino da Mata da Corda.

Braun (1969) correlaciona esta unidade com a Formação Serra Negra, descrita no Estado do Maranhão pelos geólogos do Conselho Nacional do Petróleo D. F. Campbell, L.A. de Almeida e S. de Oliveira Silva. Os referidos autores desdobraram-na em dois membros - Sopé e Serra, que nessa região sobrepõem-se à Formação Codó, cuja idade calcu

lada pelos fósseis marinhos é Aptiano - Albiano.

O vulcanismo da Mata da Corda foi datado no Centro de Pesquisas Geocronológicas da U.S.P. por Y. Hassui e U.G. Cordani, em 1968 (in Braun), em torno de 80 m.a..

Conseqüentemente, a época da sedimentação Urucuia estaria situada no intervalo Turoniano-Senonian.

6.11.6 Origem e Ambiente de Sedimentação

O arenito Urucuia apresenta características que sugerem ter-se depositado em um ambiente desértico, provavelmente eólico, embora em alguns locais ainda apresente evidências de ambiente desértico com características mistas.

Para esta interpretação ambiental os principais critérios utilizados foram as feições sedimentares e estudos comparativos com outras unidades seguramente de filiação eólica.

a) Estruturas sedimentares primárias - as estratificações cruzadas que ocorrem nestes arenitos, são idênticas às descritas por Bigarella nos arenitos eólicos que ocorrem no sul e nordeste do Brasil.

b) Litologia - arenitos brancos, supermaturados, bem classificados, constituídos essencialmente por grânulos de quartzo, subarredondados. A relação minerais leves e pesados é forte indicação da gênese eólica desses arenitos.

c) Ocorrência de ventifactos na base é sugestiva

que nos primórdios da sedimentação havia fortes aguaceiros temporários, principalmente nas regiões montanhosas onde ocorria desagregação do material que posteriormente seria transportado por enxurradas para as planícies adjacentes. A sua fonte de origem provavelmente foi a ^{na} litologia que compunha o Super Grupo Espinhaço e a Formação Três Marias.

d) As intercalações de níveis com grânulos arredondados de dimensões maiores que a granulometria média do arenito refletem variações na velocidade do vento durante a deposição.

6.12 Coberturas Indiferenciadas

6.12.1 Terciário Quaternário Indiferenciado (TQi)

6.12.1.1 Distribuição Geográfica

Sedimentos terciários quaternários, constituindo coberturas detríticas lateritizadas, desenvolveram-se nos chapadões da Mata da Corda, com cotas variando de 1.000 a 1.150 metros, nivelando-se com as superfícies pediplanizadas situadas entre altitudes de 900 a 1.250 metros, na região extremo ocidental da serra do Espinhaço. Na região central, persistem nas extensas chapadas, com cotas em torno de 900 metros, desenvolvidas na seqüência psamítica da Formação Três Marias. Na área extremo sul seus remanescentes persistem no topo da serra da Canastra, com cotas variando de 1.110 a 1.200 metros, sendo, localmente, referidos por Barbosa (1956) como Superfície de Erosão Canastra.

No extremo nordeste, essas superfícies preservam-se em extensas áreas do chapadão da Serra Geral do

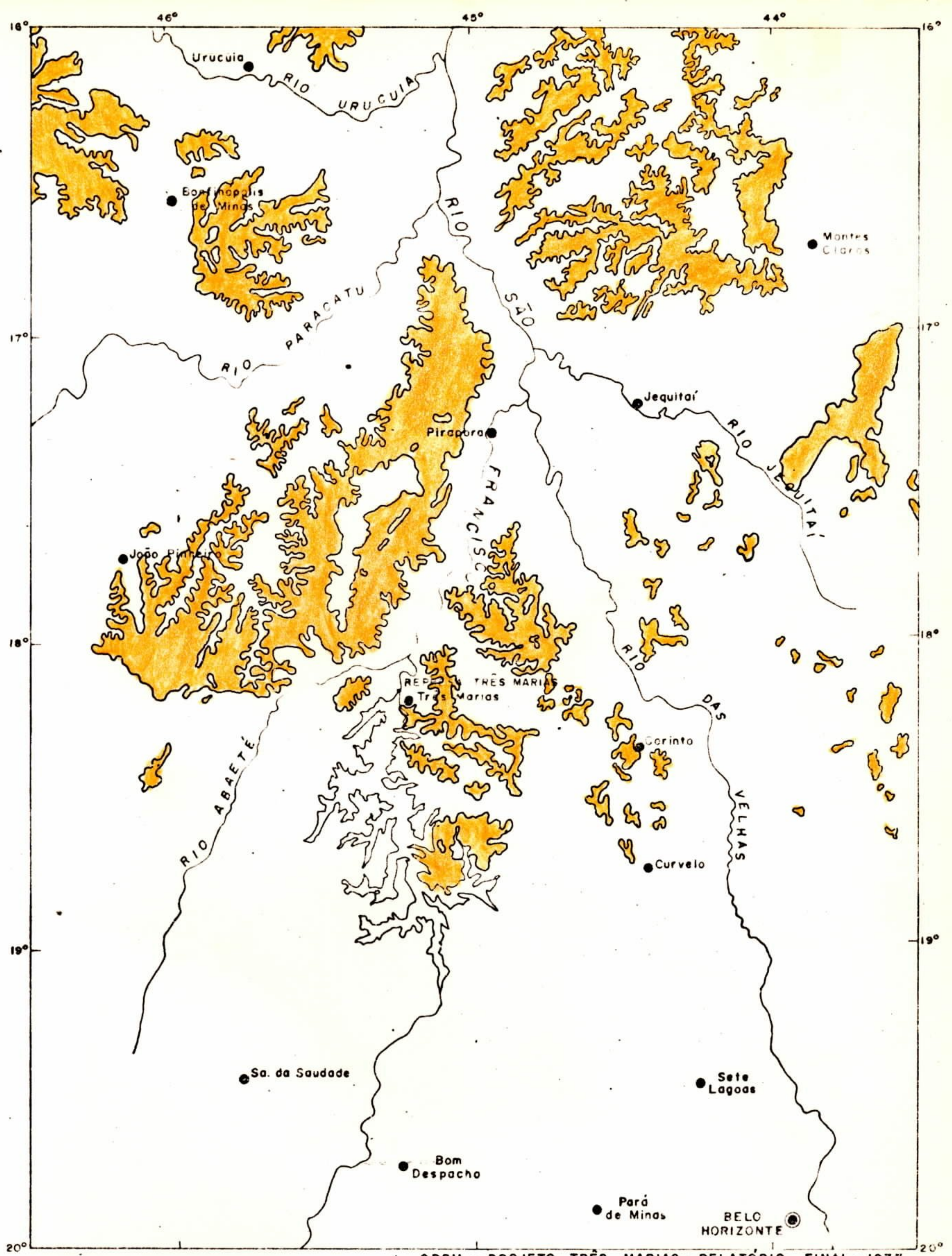
Rio Preto e adjacências, em cotas que oscilam de 1.100 a 900 metros. Por toda área do projeto são encontradas chapas isoladas, de menor expressão areal, sobre as diversas unidades, constituindo por vezes, localmente, mais de uma superfície com níveis ligeiramente mais baixos, porém com as mesmas características. (Figura 21)

6.12.1.2 Litologia


Sobre os remanescentes mais elevados das antigas superfícies de erosão (ciclo Sul-Americano), distribuem-se areias, cascalhos e material siltico-argiloso, inconsistentes ou parcialmente lateritizados ("silcrete e ferricrete"), que podem alcançar dezenas de metros de espessura. O teor de areias e argilas apresenta-se em proporções variáveis, sendo freqüente o desenvolvimento de horizontes de cascalheiras provenientes de conglomerados detríticos por vezes cimentados por limonita e blocos de canga ferruginosa. Sobre essa cobertura desenvolveram-se saprólitos profundos nas rochas subjacentes que, no caso dos sedimentos detríticos lateríticos do Grupo Bambuí, podem apresentar aspectos de estratos mais jovens (p.ex., margas arenosas passam a arenitos argilosos por lixiviação do carbonato de cálcio).

Porém, dentro dos limites dessa unidade podem ocorrer afloramentos esparsos das unidades inferiores, não identificáveis em fotos aéreas. É possível que existam remanescentes de sedimentos cretáceos preservados sob a cobertura.

Uma das principais características dessa superfície é que os solos que a cobrem (em geral colúvio-e-luvial), mantêm a integridade de seus caracteres nos dife-



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DAS COBERTURAS INDIFERENCIADAS

Escala 1 : 2.000.000

Figura: 21

rentes tipos litológicos. Muitas vezes são encontradas verdadeiras capas sedimentares, embora delgadas, desenvolvidas nessas superfícies (Braun, 1971).

Notadamente nas folhas Três Marias e João Pinheiro, as coberturas mais elevadas começam a aparecer por alteração, lateritização e desagregação das rochas mais antigas, principalmente das formações Mata da Corda e Três Marias, formando colúvios que, a partir dos testemunhos daquelas formações, derramam-se sobre as chapadas, ocultando os remanescentes esparsos da Formação Areado. Formado pelo retrabalhamento das unidades mais antigas, sua composição varia com o substrato próximo e seus cascalhos formam-se dos mesmos seixos do Conglomerado Abaeté. Sob essas coberturas, as camadas subhorizontais da Formação Três Marias foram completamente lavadas, restando um arenito muito fino, claro, com leitos micáceos, que muito se assemelha às camadas Areado, com as quais facilmente se confunde. Por outro lado, testemunhos daquela formação pré-paleozóica, apresentam-se lateritizados, sendo confundidos com as formações Mata da Corda (facies arenítica), ou Urucuia. Expressivos exemplos ocorrem no canto nordeste da folha, nas proximidades de Mateus José, Porto Pontal e nas margens da BR-040, entre o riacho do Boi e o rio São Francisco.

Por ser constituído predominantemente de rochas quartzíticas que apresentam maior resistência intempérica, essa superfície alcança suas maiores altitudes no conjunto orogénico da serra do Espinhaço. Nas cimeiras das quartzíticas, na área das lavras diamantíferas, a cobertura é espessa e desenvolve-se sobre uma paleotopografia extremamente acidentada (ruiniforme), que proporcionou o acú-

mulo dos cascalhos em profundas depressões, como nas cavidades de diques e pequenos corpos de metabasitos. Nesses depósitos formam-se espessas crostas lateríticas endurecidas, que permanecem como cristas nas áreas recém-dissecadas, formando retalhos de diques num relevo positivo.

No topo da chapada das serras da Mata da Corda e da Água Fria, os sedimentos terciários quaternários são constituídos por areias e argilas, em proporções variáveis e frações intermediárias, de cores geralmente avermelhadas e às vezes marrom-escuras. Frequentemente se desenvolvem horizontes de cascalheiras provenientes de aglomerados detríticos cimentados por limonita e blocos de canga ferruginosa. Os fragmentos (seixos) são em geral angulosos, sem seleção, e predominantemente quartzo de veio. Quanto ao tamanho dos fragmentos, variam desde grânulos a seixos de 10 a 15 cm. Os grânulos de concreções limoníticas ocorrem misturados indistintamente com as frações mais finas.

Notadamente nas folhas Serra da Saudade e Três Marias, os altos aplainados são praticamente revestidos por lateritos que localmente formam uma capa contínua ou espessas concreções de goetita. O assoalhamento de extensas regiões por este material detrítico laterítico, propicia a preservação dessas áreas contra os agentes intempéricos.

Braun (1970) refere-se à existência das lagoas rasas distribuídas sobre essas chapadas, como remanescentes de antiquíssimos meandros que remontam à época da formação dos pediplanos sul-americanos.

O topo do chapadão da serra Geral do Rio

Preto é constituído de espessos depósitos de areias residuais provenientes da desagregação do arenito Urucuia.

Sobre as rochas da Formação Macaúbas predomina a fração arenosa, desenvolvendo-se na base um conglomerado cimentado por limonita.

As superfícies de aplainamento, ao sul de Pratinha (Folha Serra da Saudade), são constituídas de solo arenoso residual, originário dos próprios metamorfitos do Canastra que se desmantelam no horizonte superior em pequenos fragmentos angulosos conhecidos como "gorgulho", devido a seu elevado teor de quartzo de veio.

6.12.2 Quaternário Pleistoceno.Holoceno (Qphi)

6.12.2.1 Distribuição Geográfica

Essas coberturas detríticas desenvolvem-se sobre superfícies não lateritizadas, com altitudes médias de 500 a 600 metros, condicionadas aos níveis de base dos principais cursos d'água.

O material retrabalhado das coberturas antigas foi redistribuído pelos terraços e planícies em expansão da drenagem mais recente (ciclo Velhas), ocupando sob a forma de colúvios as encostas mais suaves, onde se torna difícil sua separação dos depósitos mais antigos. Sua maior distribuição é provavelmente pleistocênica, dado às formas fósseis encontradas nas planícies dos rios São Francisco, Paracatu e Velhas; contudo, continuam a se acumular durante o holoceno.

Distribuem-se praticamente em toda área

do projeto, cobrindo descontinuamente solos pouco profundos, preferencialmente desenvolvidos sobre as unidades litológicas da Formação Paraopeba. No entanto, em termos de continuidade física, as maiores extensões situam-se nas áreas marginais dos cursos médios dos rios São Francisco e seus formadores da margem esquerda, os rios Urucuaia e Paracatu que constituem uma extensa planície denominada "Alvéolo do Paracatu". (Aerofoto nº 13) (Figura 22)

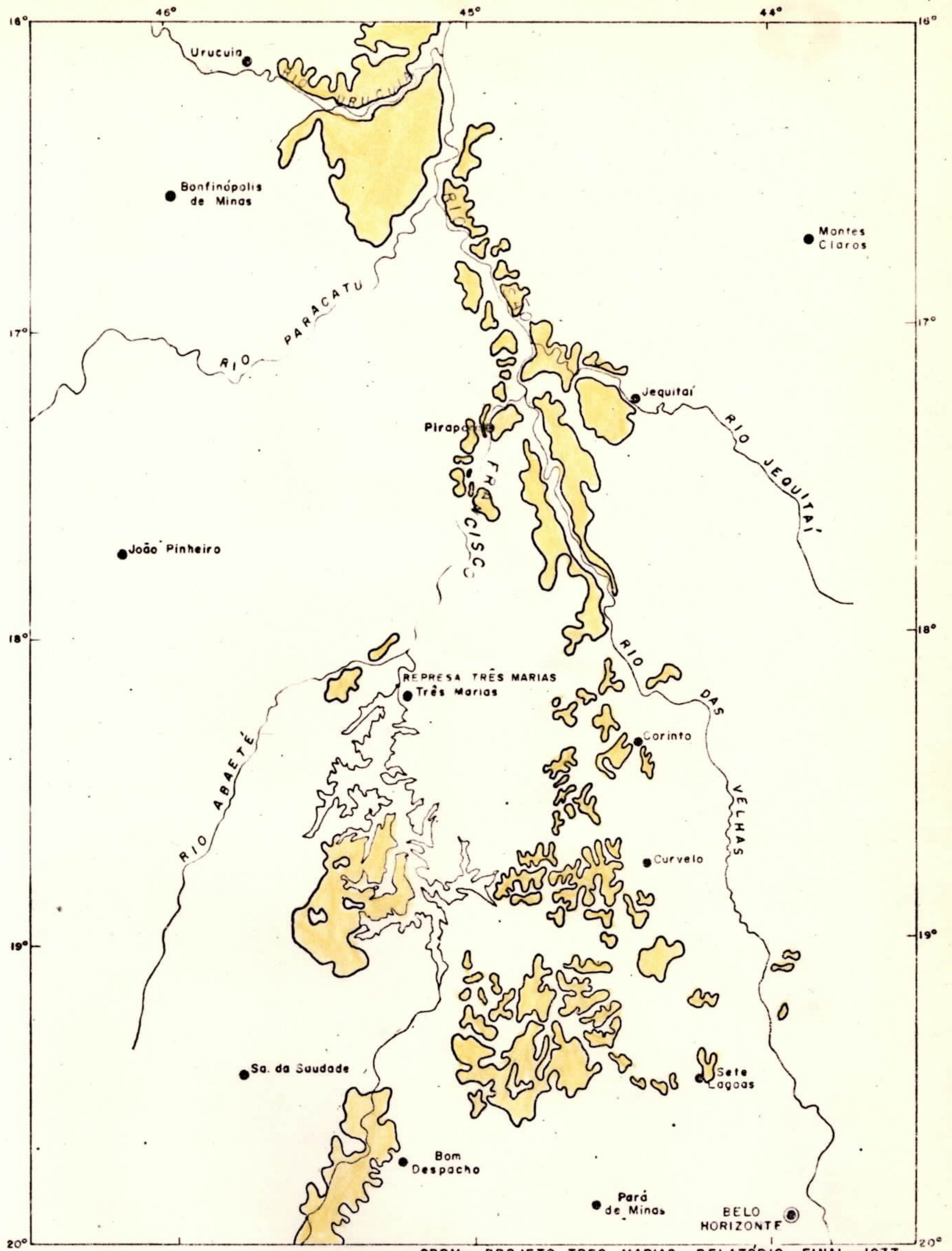
Outra área onde esta superfície é relativamente extensa é ao longo do talvegue do rio das Velhas.

6.12.2.2 Litologia

Sobre as chapadas peneplanizadas, exibidas pela antiga planície de inundação dos principais rios, acumulam-se espessas coberturas de solo, que se podem dividir em dois estágios de evolução pedológica: eluvionar e coluvionar.

No primeiro estágio pode-se frequentemente diferenciar os horizontes A e B. O horizonte A, geralmente é uma capa de solo eluvionar siltico-argiloso de cores variando do branco-amarelado a amarelado com tonalidade avermelhada. O horizonte B é a rocha ^{isto é hor. C} sotoposta intemperizada (siltitos ou arcósios), sem estrutura, porém ainda coesa. Em determinados afloramentos o material foi totalmente decomposto e transformado em argila. A espessura desse horizonte ^{BC} AB aflorante é variável, geralmente não ultrapassando 0,5 m em cortes naturais (foto 51).

O segundo estágio, quando completo, é composto de três níveis de contribuição coluvionar litológi



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

Qphi - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DAS COBERTURAS INDIFERENCIADAS

camente distintos. Geralmente, o perfil pedológico revela um ou dois níveis. O primeiro nível, assentado sobre o horizonte A, é constituído de seixos arredondados e angulosos de quartzito, quartzo e arenitos, variando no tamanho desde grânulos até blocos de 10 cm de diâmetro, sempre de formato esférico. Frequentemente pode-se observar estrutura graduada nesse nível dos depósitos, estando os blocos na sua base e os grânulos no topo. Sua espessura é variável, atingindo no máximo 1 metro. O segundo nível é constituído de seixos pouco arredondados, e até angulosos, de arcósios vermelhos bastante friáveis e siltitos arcosianos. Os seixos variam desde 5 cm até grânulos. O conjunto assume cor avermelhada intensa com espessura variável, em média 30 cm. O terceiro e último nível é uma camada de sedimentos síltico-arenosos (finos) de coloração marrom-avermelhada e espessura média de 2 metros.

Atentando-se para um perfil completo, como é o caso de uma exposição na BR-365 entre Barão de Guaiçuí e Jequitaiá, nota-se que litologicamente os níveis se superpõem em ordem inversa à seqüência das rochas sedimentares da região, fato explicado pela "teoria da biorresistência", segundo a qual os sedimentos depositados sucedem-se em ordem inversa à evolução pedológica das litologias fontes do material depositado.

Nem sempre o perfil típico encontra-se completo e, muitas vezes, o segundo estágio, ou seja, o estágio coluvionar encontra-se ausente. Nesses casos o perfil do solo é tipicamente eluvionar, com sedimentos síltico-argilosos ou síltico-arenosos e a rocha sotoposta alterada.

As melhores exposições dessas coberturas detríticas encontram-se no trecho Lassance-Várzea da Palma, em corte artificial da nova BR-496; na chapada ao nordeste de Pirapora, entre os rios São Francisco e das Velhas; e no trecho da BR-365, entre Barão do Guaicuí e Jequitaiá, de onde se extraiu o perfil típico descrito.

6.13 Depósitos Recentes (Qha)

6.13.1 Comentários Gerais

No trabalho "Reconhecimento e Estudos Preliminares na Bacia do Urucuia", realizado por José Kerekes, em 1967, no capítulo intitulado "Terciário-Quaternário", pag. A-16, o referido autor relata:

"2) Antes dos tempos holocênicos, num período então que a costa brasileira sofreu movimentos ascensionais, revelados nos terraços marinhos, no território de Urucuia observamos, em vez de fenômenos de rejuvenescimento, uma fase de deposição cumulativa, provavelmente no pleistoceno superior sendo presentes esses sedimentos até no interior da zona montanhosa dos vales, achamos provável a sua origem puramente climática. Parece-nos por isto justificado sugerir a restrição da denominação da "formação das Vazantes" aos sedimentos deste período de acumulação em clima semi-árido, com variações anuais intensas da descarga dos rios, com a formação parcial da canga e dos "areões" das encostas baixas e dos peneplanos altos, a das depressões das lagoas, e com ação eólica mais acentuada".

Durante os trabalhos de campo constatou-

-se ser impraticável a utilização deste conceito de "formação das Vazantes", em termos regionais, principalmente na falta por parte do autor de uma definição e caracterização em termos de litologia e estruturas para esta unidade proposta. Optou-se então na permanência da denominação de Depósitos Recentes para essas litologias recém-depositadas no Quaternário Superior.

6.13.2 Distribuição Geográfica

Embora exista uma boa densidade de drenagem em toda área do projeto as aluviões tornam-se mais frequentes em termos de continuidade e extensão lateral ao norte da Barragem de Três Marias. Esta disposição dá-se ao longo das faixas marginais do rio São Francisco e área de captação dos seus principais afluentes, os rios Urucuia, Paracatu, das Velhas e Jequitaiá.

A leste da área, no bordo ocidental da serra do Espinhaço, as aluviões acompanham o rio Jequitinhonha em quase toda a sua extensão.

Na porção sul esta unidade constitui pequenos trechos, geralmente descontínuos, situados preferencialmente nas regiões arrasadas, onde afloram coberturas diferenciadas (Qphi), desenvolvidas sobre a Formação Paraopeba.

Em geral, estas planícies aluviais formam-se preferencialmente nas baixadas onde afloram as unidades cretáceas, constituindo extensões laterais consideráveis, como é o caso da confluência dos rios Urucuia e São Francisco, em que chega a ter quatorze quilômetros de exten

são. Outra área de destaque é na confluência desse último com o rio Paracatu. (Figura 23)

6.13.3 Expressão Topográfica

Os depósitos recentes se destacam por invariavelmente constituírem planícies aluviais de inundação, bordejando os principais cursos d'água em áreas morfologicamente arrasadas.

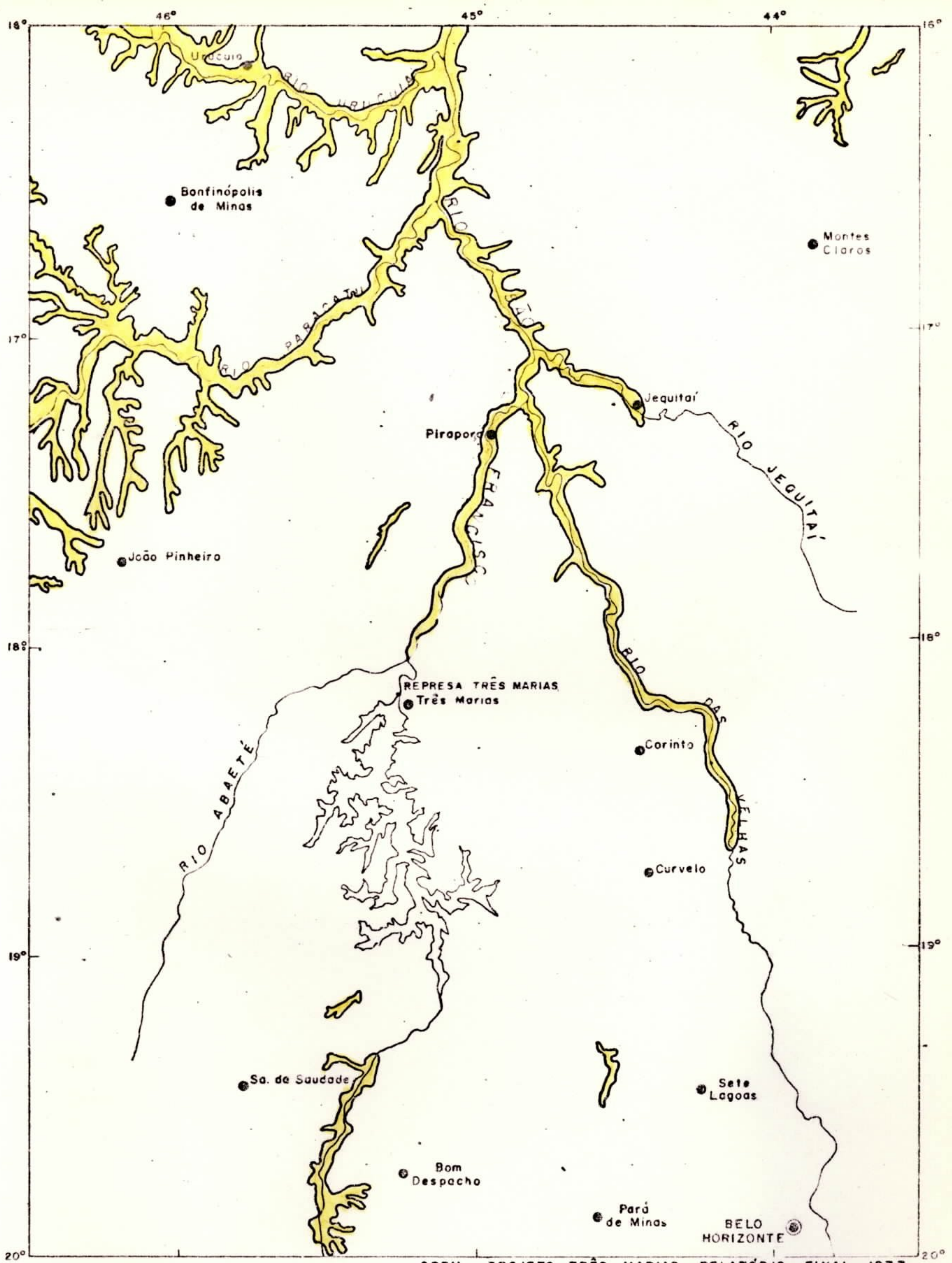
Estas planícies quando extensas, apresentam uma drenagem com padrão anastomótico, em que os cursos vagueiam em meandros desordenados. Em consequência deste fato é comum a presença de braços abandonados (ox-bow-lake), canais entrelaçados, diques marginais e pequenos lagos.

A vegetação é característica, constituída pelos tipos hidrófilos que sempre se destacam em termos regionais. Alguns trechos das aluviões principais apresentam matas ciliares.

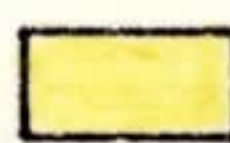
6.13.4 Litologia

As aluviões são constituídas por uma sedimentação detrítica areno-argilosa, transportada pelos rios e depositada ao longo de suas planícies de inundação. Numa seção ao longo do canal é comum a existência de leitos de cascalhos constituindo terraços aluvionares.

Num aspecto geral, compõem-se de sedimentos predominantemente quartzosos, de granulometria variando entre areia grossa e fina. Num perfil lateral ao longo da planície aluvial há diminuição gradativa na granulometria,



CPRM - PROJETO TRÊS MARIAS - RELATÓRIO FINAL - 1977

 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DAS COBERTURAS ALUVIONARES

Escala 1 : 2.000.000

Figura : 23

sendo que nas áreas mais afastadas do canal predominam sedimentos silto-argilosos.

A contribuição de matéria orgânica varia localmente.

7. TECTÔNICA

Na área da Associação Gnáissica-Migmatítica os alinhamentos estruturais apresentam direção preferencial NW, às vezes também NE, coincidentes com as direções de diques de rochas básicas que cortam as rochas desta associação.

Na parte ocidental, a feição estrutural marcante é a xistosidade, normalmente bem evidenciada orientando-se segundo NNW, com mergulhos acentuados para NE. Os corpos gnáissicos apresentam-se com estrutura cataclástica coincidente com a foliação dos micaxistos.

Os metamorfitos Ibiá e Canastra pertencentes a Associação Araxá apresentam notável laminação tectônica que imprimiu um perfeito bandeamento à rocha. Esta clivagem ou xistosidade que se faz segundo o plano axial das microdobras, está evidenciada pelos relictos preservados entre aqueles planos. Ainda deve-se considerar que tanto a clivagem como a xistosidade apresentam-se dobradas. Desse modo os metamorfitos Canastra e Ibiá sofreram no mínimo três fases tectônicas.

Os lineamentos estruturais apresentados nas litologias do Super Grupo Rio das Velhas apresentam direção preferencial NW-SE; no entanto, o principal sistema de falhas que afeta as rochas do Grupo Nova Lima apresenta direção NE-SE, sendo que a clivagem tem direção NE e mergulhos com valores médios para SE. Em geral as rochas do Super Grupo Rio das Velhas apresentam estilos de dobramento complicados, com antififormes e siniformes apertadas e reviradas com eixos nos sentidos NE-SW e E-W.

Tectonicamente muito afetadas, as rochas do Super Grupo Minas apresentam estilos de dobramento complexos, com eixos nas direções NE-SW e E-W na parte sudeste da área, e NE-SW e NS na região sudoeste, onde evidenciam-se falhas de empurrão com direções NE-SW e E-W.

O Super Grupo Espinhaço apresenta os eixos dos dobramentos regionais com direção norte-sul, sofrendo inflexões para SSE-NNW na região meridional da serra, porém retornando à direção geral na parte norte da mesma, alcançando às vezes direção SSW-NNE. A direção das camadas também muda de norte-sul, na parte norte, para N150°-160° na região central, retomando a direção aproximada norte-sul no extremo meridional da serra. Nas regiões axiais das dobras regionais, o acamamento toma direção E-W. Quando se intercalam camadas filíticas nos quartzitos desenvolvem-se dobras de arrasto.

Lineações são encontradas nas zonas das charneiras, fornecendo os eixos das dobras, sendo mais frequentes nas rochas filíticas.

O Espinhaço propriamente dito (serra Mineira ou serra de Minas), constitui uma grande antifor-me a leste de Montes Claros, da qual apenas estreita parte do flanco ocidental aparece no âmbito do presente projeto. Esta antifor-me é limitada a oeste e sudoeste por duas extensas falhas inversas paralelas.

A serra do Cabral constitui-se de dois braqui-antiformes geminados por uma estreita zona de falha meridiana.

As camadas quartzíticas que ao norte do

rio Paraúna apresentam-se onduladas e cortadas por pequenas falhas e fraturas tornam-se extremamente deformadas para o sul por sucessivas superfícies de cisalhamento, com direção norte-noroeste que obliteram completamente o acamamento.

Um grande número de fraturas emerge das zonas de falha inversa dirigindo-se para noroeste, oeste e sudoeste ou formando arcos concêntricos. Um verdadeiro mosaico de quartzitos é formado por esta rede de fraturas.

As estruturas de dobramento regional estão sobrepostas às dobras concêntricas, cujos flancos possuem mergulhos variando entre 5 e 50°, sendo que os flancos do leste apresentam sempre valores menores.

Na porção central da serra, próximo ao embasamento, as camadas apresentam-se dobradas, mais apertadamente, deslocadas por sucessivas falhas inversas, tendendo ao estilo similar.

As direções de falhamentos são predominantemente transversais e diagonais ao eixo estrutural principal. São falhas transversais e diagonais ao eixo estrutural principal, normais, oblíquas, com componentes horizontais e verticais. Para estes falhamentos, as direções predominantes nas serras Mineira, do Cabral e do Bicudo são N60°W e N40°E. Para o sul a direção dessas falhas apresenta uma variação de cerca de 20° em torno da direção E-W.

Outros falhamentos importantes são aqueles aproximadamente paralelos ao eixo estrutural principal que na região setentrional alinham-se norte-sul. Estas direções apresentam valores em torno de N30°-N40°W e N10°-20°E.

No prolongamento sul da serra do Espinhaço predominam as falhas transcorrentes, com direção aproximada EW, culminando em um falhamento inverso na região de contato com as rochas do Super Grupo Minas.

Diagonalmente ao eixo de dobramento desenvolveu-se um intenso diaclasamento, formando um mosaico triangular, cujas principais direções são $N70^{\circ}W$, $N20^{\circ}W$ e $N60^{\circ}E$.

As rochas da Formação Macaúbas foram afetadas tectonicamente em diferentes graus, de acordo com seu posicionamento espacial.

As ocorrências que se distribuem no bordo oeste da serra do Espinhaço e na região oeste desta, mostram comportamento estrutural semelhante ao do Super Grupo Espinhaço. O estilo de dobramento apesar de ser o mesmo, é menos intenso no Macaúbas e apenas as falhas maiores e mais jovens passam do Super Grupo Espinhaço para as rochas da Formação Macaúbas. Uma clivagem pronunciada com direção norte-sul e mergulhos fortes entre 50° - 70° sempre para este, predomina regionalmente.

Nas ocorrências a leste da área as condições tectônicas foram outras. Tectonicamente bastante afetado, o conjunto litológico apresenta-se fortemente plissado em dobras agudas e apertadas (flow fold), com destruição do acamamento, obliterado por uma laminação tectônica, originada por fluxo e cisalhamento nos planos axiais. Esta estruturação cataclástica proeminente na direção norte-sul, tem mergulhos fortes sempre para este.

No geral duas clivagens podem ser reco-

nhecidas. Uma delas, a mais forte, é paralela aos planos de estratificação e a outra, quase imperceptível, orienta-se norte-sul, com mergulho de 50° para leste, sendo paralela aos planos axiais dos dobramentos concêntricos, tendendo ao similar.

Nos ritmitos o acamamento original é bem evidenciado, segundo a direção geral $N20^{\circ}W/30^{\circ}NE$.

O conjunto Paraopeba-Três Marias caracteriza-se principalmente por apresentar faixas que refletem diferentes graus de tectonismo, onde áreas intensamente dobradas alternam-se com outras praticamente horizontalizadas.

No bordo oriental a Formação Paraopeba apresenta-se intensamente tectonizada, com o desenvolvimento de dobras apertadas e invertidas, do tipo similar, promovendo o aparecimento de clivagem ardosiana nos pacotes argilosos e fraturas de clivagem nas rochas menos competentes.

Nas proximidades da serra do Espinhaço as dobras similares passam a dobras de fluxo (flow fold). A clivagem é bem desenvolvida com direção geral NNE e mergulho SE, caracterizando uma vergência para oeste destes dobramentos. A direção geral das camadas é NNE, com mergulhos variáveis para NW e SE, sendo a relação clivagem/acamamento quase sempre observada.

No bordo oriental a deformação predominantemente plástica das rochas do Bambuí não promoveu falhamentos de grande porte.

Em direção a oeste, a intensidade dos dobramentos atenua-se gradativamente, passando a predominar dobras do tipo concêntrico, quando os estratos tendem a hori-

zontalizar-se, apresentando suaves mergulhos para NW. O eixo principal das estruturas regionais tem a direção variando entre N-S a N^w-SE, com mergulho para norte, embora localmente os eixos das dobras menores tenham caimento para o norte ou para o sul. Os planos axiais das dobras têm caimento para W, com ângulos altos situados na faixa de 50° a 80°.

Em geral, predominam dobras do tipo flexuras de dobramento (flexural slip fold). Dobras de fluxo e por flexão (flow fold e slip fold) ocorrem associadas à faixa de cisalhamento.

Os flancos das estruturas regionais têm direções N15°E a N20°W.

Os grandes falhamentos têm caráter inverso e são desenvolvidos ao longo das charneiras das estruturas anticlinais por esforços compressivos de ruptura por escorregamento. Estas zonas de fraquezas são desenvolvidas preferencialmente na direção NNW (N30°W), com formação de ângulo forte ao longo dos planos de falhas (40° a 45°SW).

As diaclases ocorrem em dois sistemas principais, um com direção N70°W e outro N60°E.

As unidades cretácicas apresentam-se horizontalizadas, sem evidências de tectonismo, a não ser pequenas falhas de acomodação e estruturas de escorregamento (slumping).

8. GEOLOGIA ECONÔMICA

8.1 In Memoriam

Esta pequena homenagem é inserida neste capítulo por ter sido um dos temas geológicos em que mais se identificava, embora tenha marcado sua presença em quase todos os ramos da geologia.

Além de sua constante espontaneidade em transmitir seu vasto conhecimento técnico, nos legou ricas lições de humildade, de humanidade, de amizade e de vida em família.

Sua avidez por conhecimento técnico foi uma constante em sua vida, como um exemplo às novas gerações.

Deixamos aqui, a nossa gratidão, e uma conceituação que a tornamos publicada:

" Economia mineral tem por objetivo promover a coordenação entre as atividades que visam ao conhecimento e avaliação das jazidas minerais e ao aproveitamento, a valorização e comércio de bens minerais ".

Benedito Paulo Alves
Outubro/76

8.2 Principais Jazidas

8.2.1 Ferro

Sem sombra de dúvida, o minério de ferro é o que mais se destaca no setor mineral da área do Projeto.

As principais jazidas situam-se no Grupo Itabira, que constitui o andar médio do Super Grupo Minas. Dentro da pequena porção do "Quadrilátero Ferrífero", abrangido pelo Projeto, salientam-se duas principais jazidas:

- Jazida de Águas Claras, situada na serra do Curral, próxima a Belo Horizonte, explorada pela Minerações Reunidas Brasileira, com uma produção anual de 11 milhões de toneladas.

- Jazida da Mutuca, situada na serra do Curral, explorada pelo Grupo Mannesmann, com uma produção anual por volta de um milhão de toneladas.

8.2.2 Calcário

Além da destacada posição ocupada pelo Estado de Minas Gerais na produção de cimento, acresce o vertiginoso crescimento de indústrias de moagem de calcário para fins agrícolas. Isto se deve à orientação técnica dada pelos órgãos estaduais, federais e organizações particulares de crédito agrícola, nos últimos anos.

Dentro da área do projeto, obviamente, por conter a maior província de rocha carbonática pertencente ao Grupo Bambuí, é que se concentram os principais polos in-

dustriais de produção de cimento, do Estado de Minas Gerais.

Para a produção de cimento podem ser citadas:

- Região carbonática compreendida pelos municípios de Sete Lagoas, Pedro Leopoldo, Vespasiano e Matosinhos, que congregam vários jazimentos para atender as indústrias Cauê, Ciminias, Comince, Soeicom e Itaú. Nesta área, salienta-se a indústria de calcinação - Ical - como a maior produtora de cal que atende a toda região metropolitana de Belo Horizonte.

- Região carbonática do município de Montes Claros. A única indústria - MATSULFUR - produtora do Cimento Montes Claros tem sua jazida situada no distrito industrial da referida cidade.

8.2.3 Corretivo de Solo

A principal indústria de moagem de rocha carbonática, na área do projeto, situa-se no município de Campos Altos, na Folha Serra da Saudade.

No município de Campos Altos, na localidade denominada Fazenda do Tigre, a empresa Corresolo S/A, tem uma produção diária de 600 toneladas. Esta jazida, atende ao programa agrícola dos municípios de Carmo do Paranaíba, Rio Paranaíba, São Gotardo e Campos Altos.

As análises efetuadas no Laboratório de Minérios da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, na Superintendência Regional de Belo Horizonte, revelaram:

ANÁLISE - LAB. 485/74--CPRM

| Amostra | FUS-1 | FUS-2 | FUS-3 |
|------------------|--------|-------|-------|
| CaO | 34,49% | 35,02 | 39,54 |
| MgO | 17,73% | 17,41 | 12,80 |
| SiO ₂ | 1,74% | - | - |
| R.I. | 0,18% | 0,75 | 2,21 |
| P.F. | 42,51% | 45,93 | 44,51 |

8.2.4 Mármore

As principais jazidas de mármore situam-se nos municípios de Campos Altos, Santana do Riacho e Sete Lagoas.

A jazida Serra do Cipó, situada às margens da rodovia Belo Horizonte-Conceição do Mato Dentro, ao se iniciar a subida da serra do Espinhaço (localmente denominada serra do Cipó), na localidade de Cardeal Mota, pertencente ao município de Santana do Riacho. É explorada pela firma Mármore e Granitos do Brasil. Sua produção média é por volta de 30 m³/mês.

Esta jazida está encaixada na Formação Paraopeba do Grupo Bambuí. Como foi acentuado em capítulos anteriores, o dobramento do Grupo Bambuí é mais intenso nas imediações dos seus bordos, e, isto é comprovado pelo dobramento de fluxo exibido na referida jazida. Este dobramento promoveu uma completa reorganização textural da rocha carbonática em que os cristais de calcita foram estirados segundo a direção de laminação. Conseqüentemente, a pequena fração argilosa contida na rocha carbonática, recristalizou-se em clorita e em sericita. Desse modo, nas porções do jazimento

com maior percentagem em material clorítico-sericítico, tem a rocha uma tonalidade esverdeada, a qual é conhecida comercialmente pela designação de "mármore cipolino". Obviamente, promoveu um apertado arranjo dos cristais de calcita, tornando-a ainda mais coerente, que lhe permite a sua utilização ornamental, embora micro-fraturas sejam muito frequentes. Em algumas porções do jazimento ocorrem pequenas faixas de mármore esbranquiçados, isentos de clorita, mas com rara sericita. É de maior valor comercial.

No município de Campos Altos, na localidade da Fazenda da Prata, a firma Enrico Guarnieri, lavra uma jazida de mármore com uma produção mensal por volta de 15m³. Este jazimento encontra-se encaixado entre sericita-clorita-filito e micaxistos carbonáticos pertencentes à Unidade Canastra da Associação Araxá. O mármore é listrado em que se alternam faixas amareladas, esverdeadas e avermelhadas. Tal laminação é de origem tetônica em que os cristais de carbonato, encontram-se estirados naquela direção. A rocha encontra-se intensamente fraturada e exhibe inúmeras pequenas falhas.

No Município de Sete Lagoas a empresa SAMBRA S.A., lavra uma pedreira de mármore da Formação Paraopeba do Grupo Bambuí, situada nas proximidades da propriedade agrícola da empresa Andrade Guetierrez na rodovia para Inhaúmas.

8.2.5 Ouro

O principal distrito aurífero situa-se no município de Nova Lima, com as jazidas de Morro Velho, Rapo-

... sos, Faria e Mina Grande, exploradas pela Companhia de Mineração Morro Velho S.A., com uma produção média de 450 kg/mês. Este distrito aurífero situa-se no Grupo Nova Lima, pertencente ao Super Grupo Rio das Velhas.

Nas aluviões do rio Jequitinhonha, no município de Diamantina, a Companhia Tejuicana explora ouro como subproduto da lavra de diamante.

Salienta-se a garimpagem intermitente por toda a serra do Espinhaço.

8.2.6 Manganês

Pequenas jazidas ocorrem no bordo oriental da serra do Espinhaço nas folhas Belo Horizonte e Curvelo, respectivamente, nos municípios de Jaboticatubas e Santana do Pirapama. Tais depósitos são lavrados intermitentemente.

A jazida do município de Jaboticatubas situa-se em São José da Serra, a nordeste da localidade sede do município. A do município de Santana do Pirapama é explorada pela Mineração Paraúna, localizada na Fazenda das Penas, a nordeste daquela localidade e ao sul do distrito de Fechados. Ambos os depósitos originaram-se por concentração residual sobre rochas filíticas-mangano-ferríferas do Super Grupo Espinhaço.

8.2.7 Diamante

O principal polo produtor de diamante na área do projeto situa-se no município de Diamantina. De longe

ga data, estão sendo lavrados os conglomerados diamantíferos de Sopa, Guinda e Datas, e mais recentemente, a lavra do Jobô, situada na serra Mineira, ao norte de São João da Chapada, na estrada para o povoado de Macacos, encaixados em rochas do Super Grupo Espinhaço.

A Mineração Tejucana S.A. constitui a maior produtora de diamante, extraíndo-o das aluviões do rio Jequitinhonha. A garimpagem intermitente é largamente desenvolvida em todo o curso do rio Jequitinhonha através da serra do Espinhaço.

Na região de Jequitai as aluviões do rio Jequitai e os conglomerados decompostos (Lavra da Coruja) são lavrados para diamante, tendo ouro como subproduto.

Garimpagens móveis e intermitentes são desenvolvidas ao longo dos rios Abaeté, Borrachudo e do Sono, pertencentes a bacia hidrográfica do rio São Francisco, na Folha Três Marias e no córrego Misericórdia, na Folha Serra da Saudade. O diamante aí encontrado, é oriundo da desagregação da facies Conglomerado Abaeté, da Formação Areado (Cre^{táceo} Aptiano-Albiano).

8.2.8 Cristal de Rocha

É extraído por garimpagem. A sua extração é intermitente e condicionada às oscilações de preço e mercado.

As principais lavras situam-se na serra do Cabral, na Folha Pirapora. Citam-se as lavras dos Porcos, de Santo Antônio e da Comexa. São alcançadas através da

estrada que corta a serra do Cabral ligando Joaquim Felício à Francisco Dumont.

Tais jazimentos de origem hidrotermal ocorrem sob a forma de veios recortando as rochas filíticas e quartzíticas do Super Grupo Espinhaço.

Também, veios de quartzo hidrotermal cortando rochas pelíticas da Formação Paraopeba do Grupo Bambuí, são periodicamente garimpados nas regiões de Curvelo e Tomaz Gonzaga, na Folha Curvelo e em Sete Lagoas, na Folha Belo Horizonte.

8.2.9 Algamatolito

Ocorre na serra do rio do Peixe, na divisa dos municípios de Pitangui e Pequi e na serra ao lado da cidade de Mateus Leme. Estes jazimentos encontram-se associados as sequências metabasíticas-ultrabasíticas, pertencentes ao Super Grupo Espinhaço, cuja origem está ligada a processos metassomáticos.

8.2.10 Material de Construção

8.2.10.1 Brita, Areia e Cascalho

São largamente exploradas as aluviões dos rios que fazem parte da região metropolitana de Belo Horizonte. Britagem de pedreiras graníticas concentram-se em Belo Horizonte, Betim e Sabará. Brita de pedreiras calcárias são extraídas em Pedro Leopoldo, Vespasiano e Matosinhos.

8.2.11 Argila

Depósitos de argila para o fabrico de tijolos, telhas e manilhas, distribuem-se na região de Betim, Caeté, Pará de Minas e Sete Lagoas. Excetuando esta última, cujos depósitos originam-se dos argilitos da Formação Paraopeba, as demais são depósitos aluvionares sobre rochas da Associação Gnáissica-Migmatítica.

8.2.12 Revestimento

Como material de revestimento para construção civil são lavradas as pedreiras de ardósia, da Formação Paraopeba do Grupo Bambuí, da região de Sete Lagoas (Jazida do Maciel, logo a frente de Sete Lagoas, na rodovia 040), e de filito cinzento da Formação Sabará, que é a unidade do topo do Grupo Piracicaba do Super Grupo Minas, na entrada da cidade de Sabará.

Como revestimento urbano são lavradas as pedreiras de siltitos e arcósios da Formação Três Marias do Grupo Bambuí, em Pirapora, Três Marias e Curvelo. Também são utilizadas as pedreiras de calcário nas regiões de Sete Lagoas, Pedro Leopoldo, Vespasiano, Lagoa Santa e Matosinhos.

8.2.13 Indícios de Mineralizações

Localmente, são encontrados alguns indícios de mineralizações, que, se cuidadosamente estudados, poderão aquilatar ainda mais o acervo mineral do Estado de Minas Gerais.

Assim, podem ser citados:

Indícios de Sulfetos (chumbo e zinco)

- ao longo dos falhamentos João Pinheiro e São Domingos, nas folhas João Pinheiro, Três Marias e Urucuia.
- na região de Tiros e Major Porto, na Folha Três Marias.

Indícios de cristal de rocha

- na Formação Paraopeba, do Grupo Bambuí.

Seis áreas se destacam pelas suas ocorrências e que deveriam merecer um trabalho específico de avaliação mineral. São elas as regiões de Sete Lagoas, Jaboticatubas, Curvelo, Tomaz Gonzaga, Bocaiúva e Santana do Riacho.

- na Formação Macaúbas do Grupo Bambuí
- entre Olhos D'Água e Inhaí na Folha Pirapora.
- no Super Grupo Espinhaço

Na Serra do Espinhaço, nos municípios de Gouveia, Datas, São João da Chapada e Inhaí, nas folhas Curvelo e Pirapora. Também a serra do Cabral, deveria ser objeto de pesquisa para o dimensionamento de sua potencialidade.

- Manganês

Pequenos indícios associados às rochas pelíticas da Formação Paraopeba do Grupo Bambuí, são registrados nos municípios de Jaboticatubas, de Santana do Riacho, de Santana do Pirapama e em Guaraciama, distrito de Bocaiúva.

- Diamante

Como já foi acentuado o diamante encontrado nos rios Abaeté, Borrachudo e do Sono é oriundo da desagregação dos conglomerados da Formação Areado (Facies Conglomerado Abaeté). Desse modo, os conglomerados decompostos " in

situ" ocorrentes nas folhas Três Marias e João Pinheiro, deverão ser futuramente avaliados as suas potencialidades.

- Algamatolito

A faixa metabásica-ultrabásica desde Mateus Leme, passando por Pará de Minas até Pitangui e Pequi, merece um estudo de avaliação, haja vista, os jazimentos em produção lá encontrados.

9. RECOMENDAÇÕES

Evidentemente, o mapeamento geológico de cunho regional tem entre seus objetivos fornecer subsídios para o descobrimento de jazidas minerais. Entretanto, à medida que se aumenta o grau de conhecimento de determinada área impõe-se a execução de alguns trabalhos específicos auxiliares para a corroboração de idéias previamente formuladas. Assim, como trabalhos específicos, podem ser recomendados:

- análise ambiental da bacia do Grupo Bambuí, objetivando o estudo do desenvolvimento de sistemas deposicionais e o conseqüente conhecimento da evolução do arcabouço tectônico sinsedimentar;
- perfis geofísicos (métodos sísmicos e gravimétricos) nas porções marginais oriental e ocidental da bacia com o fim de se precisar a natureza e os paleoaltos de seu embasamento;

Tendo-se em conta o atual estágio de conhecimento geológico da área do Projeto Três Marias, e comparando-a com as faixas mineralizadas mundiais que ocorrem nas ambiências de plataformas e de faixas móveis, podem ser recomendados os seguintes mapeamentos geológicos de detalhe voltados unicamente para a descoberta de jazimentos minerais:

- porção marginal da bacia do Grupo Bambuí nas folhas Serra da Saudade e Três Marias, englobando, tanto a zona de transição das formações Paraopeba e Três Marias, como a continuação das falhas

João Pinheiro e São Domingos, com vistas à descoberta de jazimentos plumbo-zincíferos e cupríferos;

- zona de transição das formações Macaúbas e Parapeba nas folhas de Pirapora e Montes Claros voltada para pesquisa de jazimentos plumbo-zincíferos e cupríferos;
- faixa central da serra do Espinhaço da Folha Curvelo interessando à Associação Gnáissica-Migmatítica e os vulcanitos ácidos e básicos do Super Grupo Espinhaço para jazimentos de sulfetos metálicos (Cu, Pb, Zn e Fe);
- faixa de metabasitos compreendida entre as localidades de Pará de Minas, Pequi e Pitangui para jazimentos de almatolito, talco e sulfetos metálicos.

10. BIBLIOGRAFIA

- ABBATE, Ernesto & SAGRI, Mário - The eugeosynclinal sequence. Sedimentary Geology, Amsterdam, 4 (3/4): 251-340, nov. 1970. (Special Issue).
- ABBATE, Ernesto et alii - Olistostromes and olistoliths. Sedimentary Geology, Amsterdam, 4 (3/4): 521-557, nov. 1970. (Special Issue).
- ALLEN, J. R. L - Time-lag of dunes in unsteady flows: an analysis of Nasner's data from the R. Weser, Germany. Sedimentary Geology, Amsterdam, 16 (2): 309-321, aug. 1976.
- AMARAL, Gilberto & KAWASHITA, Koji - Determinação da idade do Grupo Bambuí pelo método Rb-Sr. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21, Curitiba, 1967. Anais do ... Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia, 1967.
- ANDERSON, Edwin J. - Sedimentary structure assemblages in transgressive and regressive calcarenites. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24. Montreal, 1972. Section 6. p. 369-378.
- ANDRADE RAMOS, J. R. de - Folhas de São João del Rei e Barbacena. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia. Relatório anual do diretor; 1955. Rio de Janeiro, 1956.
- BANERJEE, Indranil - Turbidites in a glacial sequence: a study from the Talchir formation, Raniganj coalfield, India. Journal of Geology, Chicago, 74 (5): 593-606, sep. 1966.
- BARBOSA, Octávio - Evolution du geosynclinal Espinhaço. In: CONGRESS GEOLOGIQUE INTERNATIONAL, 19, Alger, 1952. Comptes rendus ... Alger 1954. (Section, 13 Fasc, 14). p. 17-36. il. mapa.
- _____ - Geologia econômica e aplicada a uma parte do planalto brasileiro. (In: Simpósio das formações Eo-paleozóicas do Brasil) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 19, Rio de Janeiro, 1965. Anais do ... Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia, 1965.

BARBOSA, Octávio - Guia das excursões do IX Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia; noticiário nº 3. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 1955.

_____ - Idade do Grupo Bambuí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 20, Rio de Janeiro, 1966. Anais do ... Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia, 1966. p. 77.

_____ - Jazida de minérios de zinco e prata em Januária, norte de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 2 (9): 204, set. 1937.

_____ - Nota sobre plantas fósseis da Formação Cícero Dantas no Cretáceo da Bahia. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 22 (1): 25-28, 1950.

_____ - Relatório preliminar sobre o projeto Goiânia. s.n. t. (Relatório inédito da Prospec) 39 p.

_____ - Resumo da geologia do Estado de Minas. Rio de Janeiro, s. ed, s. d. (Relatório inédito do DNPM, 556) 44 p.

_____ - Resumo da geologia do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, s. ed, 1934. MINAS GERAIS. (Secretaria de Agricultura, boletim, 3).

_____ - Simpósio das formações Eo-paleozóicas do Brasil, Série Bambuí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 19, Rio de Janeiro, 1965. Anais do ... Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia, 1965. 11 p.

BARBOSA, O. & OPPENHEIN, Viktor - Sobre a geologia da Bacia do São Francisco no Norte de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 2 (7): 37-42, maio/jun, 1937.

BARBOSA, O. & OPPENHEIN, Viktor - Sobre a geologia da Bacia do São Francisco no Norte de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 2 (8): 121-124, jul./ago, 1937.

BARBOSA, Octávio et alii - Geologia da região do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, DNPM, 1970. 140 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 136).

BARBOSA, Octávio et alii - Geologia e inventário dos recursos minerais do Projeto Brasília. In: _____ - Relatório

preliminar do Projeto Brasília. Rio de Janeiro, s.ed, 1966.
(Relatório inédito do DNPM).

- BELEZKIJ, Wladimir - Sobre uma ocorrência singular de Platina e geologia da Parte Central da Serra do Cipó. Rio de Janeiro, DNPM, 1959. 77 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 106).
- BIGARELLA, João José - Eolian environments; their characteristics, recognition and importance. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s. 1, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 12-62 (Special Publication, 16).
- BOGGS Jr, San & JONES, Charles A - Seasonal reversal of flood-tide dominant sediment transport in a small Oregon estuary. Geological Society of America Bulletin, Austin, 87 (3): 419-426, mar. 1976.
- BORTOLOTT, Valerio et alii - The miogeosynclinal sequences. Sedimentary Geology, Amsterdam, 4 (3/4): 342-444, nov. 1970. (Special Issue).
- BRANCO, José Jaime Rodrigues - Roteiro para a excursão Belo Horizonte - Brasília; contribuição ao XIVº Congresso Brasileiro de Geologia. Belo Horizonte, IPR, 1961. (Instituto de Pesquisas Radioativas, boletim, 15).
- BRAUN, O. P. G - Contribuição a geologia das Folhas Parana e Taguatina, nos Estados de Goiás e Bahia. In: _____ - Relatório preliminar do Projeto Brasília. Rio de Janeiro, s. ed, 1966. (Relatório inédito do DNPM).
- _____ - Contribuição a geomorfologia do Brasil Central. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 32 (3): 3-39, jul./set. 1970.
- _____ - Neck de alkali-basalto no Oeste de Minas Gerais. Boletim do Instituto de Geologia, Ouro Preto, 2 (1): mar. 1967.
- BRAUN, Oscar P. G - Contribuição a estratigrafia do Grupo Bambuí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22, Belo Horizonte, 1968. Anais do ... Belo Horizonte, Sociedade Bra

- sileira de Geologia, 1968. p. 154-166.
- BRAUN, Oscar P. G. - Formação Areado e Formação Serra Negra. Revista da Escola de Minas, Ouro Preto, 23 (3): 100-106, maio, 1964.
- BRAUN, Oscar P. G. & BAPTISTA, Milton Brand - Considerações sobre a geologia pré-Cambriana da região sudeste e parte da região Centro-Oeste. s.n.t.*
- BRAUN, Oscar P. G. & FRANCISCONI, Odimo - Algumas considerações sobre o Grupo Bambuí em face dos conceitos mais atuais. s.n.t.**
- BULL, William B - Recognition of alluvial fan deposits in the stratigraphic record. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s.l, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. (Special Publication, 16). p. 63-83.
- CAMPBELL, D. F. et alii - Correlação estratigráfica preliminar das principais unidades da bacia do Alto São Francisco. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro, 1: 94-95, 1966.
- CARVALHO, Roberto Thompson de & MIRANDA, Luis Lima Freire de - A geologia da folha Unai. Rio de Janeiro, s.ed, 1968. (Relatório inédito Geoexplorações, 15). 33 p.
- CHAVES, Adamir Gonçalves et alii - Projeto Fosfato Cedro do Abaeté. Rio de Janeiro, s. ed, 1977. (Relatório inédito do DNPM/CPRM, 1490) 67 p.
- COBRA, R. Q - Laminação de fluxo e cisalhamento na Serra do Espinhaço, Minas Gerais. Recife, SUDENE, 1969, 38 p. BRASIL. (SUDENE. Departamento de Recursos Naturais. Divisão de Geologia, boletim da série especial, 11).
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - Projeto Alterosa; relatório único de pesquisa realizada no município de Morada Nova de Minas, Minas Gerais: Belo Horizonte, s.
- * Trabalho apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Geologia, em Belo Horizonte, 1976.
- ** Trabalho apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Geologia, em Ouro Preto, 1976.

- ed, 1974 (Relatório inédito da CPRM). 14 p.
- CONDIE, Kent C. Late - Precambrian rocks of the northeastern great basin and vicinity. Journal of Geology, Chicago, 74 (5): 631-636, sep. 1966.
- CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA - Relatório de reconhecimento geológico-geofísico; Pequi-Minas Gerais. Belo Horizonte, s. ed, 1975 (Relatório inédito CPRM/CGBA). 14 p.
- CORDANI, Umberto G - Evolução geológica pré-Cambriana da faixa costeira do Brasil, entre Salvador e Vitória. (Tese, Livre Docência, Inst. Geoc. Univ. São Paulo). São Paulo, s. ed, 1973. 95 p.
- CROSBY, Eleanor J - Classification of sedimentary environments. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s.l, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 4-11 (Special Publication, 16).
- DERBY, O. A - Lavras diamantinas. Revista do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, Salvador, 21 (30): 113-153, s. d.
- DERBY, Orville Adalbert - Contribuições para o estudo da geologia do Valle do Rio São Francisco. Archivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 4: 87-119, 1879.
- _____ - Observações sobre algumas rochas diamantíferas da Província de Minas Gerais. Archivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 4: 121-132, 1879.
- _____ - Reconhecimento geológico dos vales dos Rios das Velhas e Alto São Francisco. Rio de Janeiro, s. ed, 1882. (Relatório inédito do Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas).
- DICKINSON, Kendell A: et alii - Criteria for recognising ancient barrier coastlines. In: RIGBY J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s.l, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 192-214. (Special Publication, 16).
- DIETZ, Robert & HOLDEN, John C - Miogeoclines (miogeosynclines) in space and time. Journal of Geology, Chicago,

74 (5): 566-583, sep. 1966.

DORR II, John Van Nostrand - Estratigrafia; Série Rio das Velhas. In: _____ . Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Rio de Janeiro. DNPM, 1959. p. 9-10. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, publicação especial, 1).

_____ - Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Prof. paper U. S. Geol. Survey. 641-A: A-1-A 110, 1969.

_____ - Revisão da estratigrafia pré-Cambriana do Quadrilátero Ferrífero. Rio de Janeiro, DNPM, 1957. p. 7-58. BRASIL (Departamento da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, avulso 81).

DORR II, John Van Nostrand & BARBOSA, A. L. M - Geology and ore deposits of the Itabira District. U. S. Geol. Surv. prof. paper, Washington, 341-C: 5-C-110-C, 1963. il. mapas. graf.

DORR II, John Van Nostrand et alii - Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, 1959. 120 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, publicação especial, 1).

DUMBAR, Carl O. & RODGERS, John - Princípios de Estratigrafia. México, Continental, 1963. 422 p.

EBERLE, Walter & RIEPER, Mário C - A geologia da folha Diamantina. Rio de Janeiro, s. ed, 1968. (Relatório inédito Geoexplorações, 41). 40 p.

ESCHWEGE, Wilhelm Ludwig - Pluto brasiliensis. Tradução de Domicio Figueiredo Murta. São Paulo, Nacional, 1944. 2 v.

FERRARI, Pedro Gervásio - Excursão 3; primeira parte. (XXIX Congresso Brasileiro de Geologia). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, 1976. (Roteiro das excursões) p. 31-41.

FERRARI, Pedro Gervásio & BRANDALISE, Luís Alberto - Projeto Folha do Rio de Janeiro; geologia da região do Médio

- Rio Grande, Minas Gerais, na escala 1:100.000. Belo Horizonte, s. ed, 1971. (Relatório inédito DNPM/CPRM).
- FREYBERG, B. von - Resultado de pesquisas geológicas em Minas Gerais, Brasil. Trad. José Menescal Campos. Rio de Janeiro, s. ed, 1932. (Relatório inédito, DNPM, 33).
- FOLK, Robert L - Petrology of sedimentary rocks. Austin, Hemphill, 1974. 182 p.
- GAIR, Jacob & - Geology and ore deposits of Nova Lima and Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. U. S. Geol. Survey prof. paper, Washington, 341-A: 5A-65A, 1962. 11 mapas.
- GOULD, H. R - Environments indicators - a key to the stratigraphic record. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s. l., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 1-3 (Special Publication, 16).
- GUILD, P. W - Geology and mineral resources of the Congonhas District, Minas Gerais, Brazil. U. S. Geol. Survey prof. paper, Washington, 290: 5-90, 1957.
- GUIMARÃES, D - Arqui-Brasil e sua evolução geológica. Rio de Janeiro, DNPM, 1951. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim, 88).
- GUIMARÃES, D - Contribuição ao estudo da origem dos depósitos de minério de ferro e manganês do Centro de Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1935. 20 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Serviço de Fomento da Produção Mineral, boletim, 8). ests, mapas.
- GUIMARÃES, D - Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, 1964. 674 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, memória, 1).
- GUIMARÃES, D. & MORAES, Luciano Jacques de. - Geologia da região diamantífera do Norte de Minas Gerais. Annaes da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2 (3): 153-186, set. 1930.
- GUIMARÃES, Djalma - Contribuição a geologia do Estado de Mi-

nas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1931. 34 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Serviço Geológico e Mineralógico, boletim, 55).

GUIMARÃES, Djalma - Contribuição ao estudo das formações arqueo-proterozóicas do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, 1966. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, avulso, 89).

_____ - Contribuição ao estudo dos tufos vulcânicos da Mata da Corda. Belo Horizonte, ITI, 1955. 27 p. MINAS GERAIS (Instituto de Tecnologia Industrial, boletim, 18).

_____ - Ocorrência de fosforita no Município de Abaeté, Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1967. p. 3-18. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, notas preliminares e estudos, 144).

_____ - Ouro, Minas Gerais, Brasil. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral. Relatório da diretoria; 1944. Rio de Janeiro, DNPM, 1946. p. 91-96.

GUIMARÃES, Djalma & DUTRA, C. V - Contribuição ao estudo da Série Bambuí. Rio de Janeiro, DNPM, 1969. 27 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim, 243).

GUIMARÃES, Djalma et alii - Projeto fosfato de Cedro do Abaeté. Brasil. Belo Horizonte, s. ed, 1969. (Relatório inédito do DNPM, 1973). 5 p.

GUIMARÃES, Maria Rita da Silva & DUARTE, Aluísio Copdeville, ed - Geografia do Brasil; grande região leste. Rio de Janeiro, IBGE, 1965. v. 5 t.A.

HAPRE, W. & KREUZER, H - Datações K/Ar de hornblendas em dois gabros da região de Monte Carmelo. Belo Horizonte, s. ed, 1976. (Relatório inédito, BfB/CGA).

HARDER, E. C. & CHAMBERLIN, R. T - The geology of Central Minas Gerais, Brazil. Journal of Geology, Chicago, 23 (4): 341-378, april 1915.

_____ - The geology of Central Minas Gerais, Brazil. Journal of Geology, Chicago, 23 (5): 385-424, may 1915.

- HASUI, Yociteru - O cretáceo do Oeste Mineiro. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 18 (1): 39-56, dez. 1969.
- HECKEL, Philip H - Recognition of ancient shallow marine environments. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s.l., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 226-286 (Special Publication, 16).
- HEDBERG, Hollis D, ed. - Preliminary report on lithostratigraphic units. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 24. Montreal, 1972.
- HIGH, Jr, Lee R. & PICARD, M. Dane - Criteria for recognizing lacustrine rocks. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s. l., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972.
- HOFFMAN, Paul - Shallow and deepwater stromatolites in Lower Proterozoic Platform - to-basin facies change, Great Slave Lake, Canada. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Ottawa, 58 (5): 856-867, may 1974.
- JUNG, Jean - Précis de pétrographie; roches sédimentaires métamorphiques et éruptives. 3 ed. rev. Paris, Masson, 1969. 332 p.
- KEREKES, José - Reconhecimento e estudo preliminares na baía do Urucuia. Rio de Janeiro, CODEVASF, 1957. 32 p.
- KING, Lester C - A geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 18 (2): 147-165, abr. 1956.
- KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L. L - Stratigraphy and sedimentation. San Francisco, Freeman, 1963. 660 p.
- LADEIRA, Eduardo A. & BRITO, Otávio Elísio Alves de - Contribuição à geologia do planalto da Mata da Corda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22, Belo Horizonte, 1968. Anais do ... Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, 1968.
- LADEIRA, Eduardo A. et alii - O cretáceo em Minas Gerais;

- mesa redonda (XXV Congresso Brasileiro de Geologia). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais do ... São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971.
- LAPORTE, Léo F - Ambientes antigos de sedimentação. São Paulo, Edgard Blücher, 1969. 145 p.
- LEONARDOS, O. H - Filito metamórfico de Carandaí, Minas Gerais. Annaes da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 12 (4): 243-259, dez. 1940.
- LÚCIA, F. J - Recognition of evaporite - carbonate shore line sedimentation. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s. l., Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 160-191. (Special Publication, 16).
- MARCHESE, Humberto Gervásio - Estromatolitos "Gymnasolenides" en el lado oriental de Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 4 (4): 259-271, dez. 1947.
- _____ - Litoestratigrafia y petrologia del Grupo Bambuí en los Estados de Minas Gerais e Goiás, Brasil. Rev. Brasileira de Geociências, São Paulo 4 (3): 172-190, set. 1974.
- MARTONE, Emmanuel de - Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 5 (4): 523-550, out. 1943. il. mapas.
- _____ - Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 6(2): 155-178, abr. 1944.
- MEDEIROS, R. A. et alii - Fácies sedimentares; análise, critérios para o reconhecimento de ambientes deposicionais. Tradução de Carlos Walter Marinho Campos. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1971. BRASIL (PETROBRÁS. Centro de Pesquisas e Desenvolvimento. Seção de Exploração de Petróleo, publicação, 15).
- MIRANDA, João - Recursos minerais do Município de Bambuí, Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 7(40): 209-210, set /out. 1943.

- MIRANDA, João - Minas Gerais, geologia. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia. Relatório anual do diretor; 1955. Rio de Janeiro, 1956. p. 163.
- MIYASHIRO, Akiho - Metamorphism and metamorphic belts. New York, John Wiley, 1973. 492 p.
- MORAES, Luciano Jacques de - Geologia da região diamantífera do Norte de Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1937. 103 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Serviço de Fomento da Produção Mineral, boletim, 19). il.
- _____ - Jazidas de ouro dos districtos de Caeté e Santa Bárbara; parte 1. Rio de Janeiro, DNPM, 1939. p. 20-150, BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral, boletim, 38). il. mapas.
- _____ - Ouro em Minas Gerais, Rio de Janeiro, DNPM, 1937. p. 5-12. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Serviço de Fomento da Produção Mineral, boletim, 18).
- MORAES, Luciano Jacques de et alii - Geologia econômica do norte de Minas Gerais, Rio de Janeiro, DNPM, s. d, 192 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Serviço de Fomento da Produção Mineral, boletim, 19).
- MORAES Rego, Luiz Flores de - Reconhecimento geológico da parte ocidental do Estado da Bahia. Rio de Janeiro, DNPM, 1926. p. 33-54. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Serviço Geológico e Mineralógico, boletim, 17).
- MULLER, Karl Otto - Geologische Beobachtungen in der Serra do Caraça; Minas Gerais, Brasilien. Geologische Rundschau, Berlin, 23-A: 91-104, 1933.
- OLIVEIRA, A. F. de - Brazil. In: JENKS, W. F. ed - Handbook of South America Geology. Geological Society of America memoir, Boulder, 65: 1-62, 1956.
- OLIVEIRA, Francisco de Paula - Exploração das minas de gale na de Ribeirão do Chumbo, afluyente do Abaeté e estudo da área percorrida de Ouro Preto até esse lugar. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, 1: 35-94, 1881.

OLIVEIRA, Marco Antonio Monteiro de - Contribuição à geologia da parte sul da bacia do São Francisco e áreas adjacentes. Ciência-Técnica - Petróleo, Rio de Janeiro, 3:71-105, 1967. il. mapas, perfis geol.

PETTIJOHN, F. J - Sedimentary rocks. 2 ed. New York, Harper & Row, 1970.

PETTIJOHN, F. J. et alii - Sand and Sandstones. New York, Springer-Verlag, 1972. 618 p.

PFLUG, Reinhard - Contribuição à paleogeografia da Serra do Espinhaço; quartzitos da região de Diamantina, Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1963. 16 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, notas preliminares e estudos, 119).

_____ - Deslizamento sinsedimentário em arenitos com estratificação cruzada na Série Urucuia, em Canoeiros, Minas Gerais. Engenharia, Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro, 33 (197): 242, maio 1961.

_____ - A evolução do geossinclinal Espinhaço. (XXIV Congresso Brasileiro de Geologia). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, Brasília, 1970. Anais do ... Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia, 1970.

_____ - A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. Rio de Janeiro. DNPM, 1965. 55 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim, 226).

_____ - Nota preliminar sobre a paleogeografia dos quartzitos da Serra do Espinhaço nos arredores de Diamantina. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 33 (3/4): 26, dez. 1963. (Resumo das Comunicações).

_____ - Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1968. 20 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, notas preliminares e estudos, 142).

PFLUG, Reinhard & RENGER, Friedrich - Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Craton Sanfranciscano.

- (XXVII Congresso Brasileiro de Geologia). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracajú, 1973. Simpósio do ... Aracajú, Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. p. 2-28.
- POTTER, Paul Edwin & PETTIJOHN, F. J - Paleocurrents and basin analysis. Berlin, Springer-Verlag, 1963. 296 p.
- RANDAZZO, A. F. & SAROOP, H. C - Sedimentology and paleoecology of Middle and Upper Eocene carbonate shoreline sequences Crystal River, Florida, U.S.A. Sedimentary Geology, Amsterdam, 15 (4): 259-292, may 1976.
- REINECK, Hans-Erich - Tidal flats. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s. 1, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 146-159 (Special Publication, 16).
- RENGER, Friedrich - A geologia da folha Costa Sena. Rio de Janeiro, s. ed, 1968. (Relatório inédito Geocexplorações) 40 p.
- RIMANN, Eberhard T. - A kimberlita no Brasil. Annaes da Escola de Minas, Ouro Preto, 15: 27-32, 1917.
- _____ - Uber das Muttergestern der Diamanten; Brasilien. Tschermaks Mineralogisch und Petrographische Mittheilung, Wien, 34 (5/6): 255-261, 1917.
- RUELLAN, Francis - O papel das enxurradas no modelado do relevo brasileiro. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, 13: 5-18, 1953.
- _____ - O papel das enxurradas no modelado do relevo brasileiro. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, 14: 3-25, 1953.
- _____ - Le rôle de plis de fonde dans la structure et le relief du Bouchier Sud-Américain. In: CONGRES GEOLOGIQUE INTERNATIONALE, 19, Alger, 1952. Comptes rendus ... Alger, 1953. (Section, 3. Fasc, 3). p. 241-261
- RYNEARSON, G. A. et alii - Contato basal da Série Minas na parte ocidental do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Rio de Janeiro, DNPM, 1954. 18 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Minera-

logia, avulso, 34).

SAD, J. H. Grossi & MELO, M. T. Vaz de - Geologia do Distrito do Sêro, Minas Gerais - Brasil. s. l, s. ed, 1969. (Relatório inédito GEOSOL).

SAD, J. H. Grossi et alii - Formações cretácicas em Minas Gerais; uma revisão. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 1 (1): 1-10, dez. 1971.

X SCHMIDT, Hans Lathar - A geologia da folha Bocaiúva; Minas Gerais. Rio de Janeiro. s. ed, 1969. (Relatório inédito Geoexplorações, 59). 24 p.

SCHOLL, Walter Uwe & SOUZA, Oyrton Moreira de - Geologia da folha de Baldin; Minas Gerais - Brasil. Belo Horizonte, s. ed, 1970 (Relatório inédito DNPM/Universidade de Heidelberg). 59 p.

SCHUMM, S. A - Fluvial paleochannels. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s. l, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 98-107. (Special Publication, 16).

SCORZA, E. P. & SANTOS, R. S - Ocorrência de folhelho fossilífero cretácico no Município de Presidente Olegário. Rio de Janeiro, DNPM, 1955, 27 p. BRASIL (Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim, 155). il. mapas.

SESTINI, G - Flysch facies and turbidites sedimentology. Sedimentary Geology, Amsterdam, 4 (3/4): 559-597, nov. 1970. (Special Issue).

SILVA, Jodauro Nery da & FERRARI, Pedro Gervásio - Projeto Espírito Santo. Belo Horizonte, s. ed, 1976. (Relatório inédito DNPM/CPRM). 288 p.

SIMMONS, G. C - Geology and iron deposits of the Western Serra do Curral, Minas Gerais, Brazil. U. S. Geol. Surv. prof. paper, Washington, 341-B: 5-57, 1968.

SIMMONS, G. C. & MAXWELL, C. H - Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas. Rio de Janeiro, DNPM, 1961. 28 p. BRASIL

(Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, boletim, 211). il.

STANLEY, Daniel J. & UNRUG, Rafael - Submarine channel deposits, fluxoturbidites and other indicators of slope and base-of-slope environments in modern and ancient marine basins. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s.l, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 287-340. (Special Publication, 16).

STEIN, Johannes Heinrich et alii - Projeto Leste do Tocantins/Oeste do rio São Francisco. s. l, s. ed, 1976 (Relatório inédito DNPM/CPRM). 558 p.

SUGUIO, Kenitiro - Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgar Blücher, 1973. 317 p.

TWENHOFEL, W. H - Principles of sedimentation. New York, McGraw-Hill, 1950. 673 p.

VAN LOON, A. J. & WIGGERS, A. J - Abrasions as an agent for sand supply in a Holocene lagoon (Almere and Zuiderzee members, Groningen formation) in the Netherlands. Sedimentary Geology, Amsterdam, 15 (4): 293-307, may 1976.

VAN LOON, A. J. & WIGGERS, A. J - Primary and secondary structures in the lagoonal Almere member. Sedimentary Geology, Amsterdam, 15 (4): 89-98, may 1976.

VAN LOON, A. J. & WIGGERS, A. J - Time-lag of dunes in unsteady flows: an analysis of Nasner's data from the R. Weser. Sedimentary Geology, Amsterdam, 15 (4): 309-321, may 1976.

VISHER, Glenn S - Physical characteristics of fluvial deposits. In: RIGBY, J. Keith & HAMBLIN, Wm. Kenneth, ed. Recognition of ancient sedimentary environments. s.l, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 1972. p. 84-97. (Special Publication, 16).

WEISS, L. E - The minor structures of deformed rocks. New York, Springer-Verlag, 1972. 431 p.

WHITTEN, E. H. Timothy - Structural geology of folded rocks. Chicago, Advisory, 1969. 678 p.

WILSON, James Lee - Characteristics of carbonate-platform margins. Journal of Geology, Amsterdam, 58 (5): 810-824, may 1974.

WINKLER, Helmut C. F - Petrogenesis of metamorphic rocks. Berlin, Springer-Verlag, 1967. 237 p.

Aerofoto nº 01 -Norte de Diamantina; confluência do rio Inhaí com o Jequitinhonha, logo abaixo da localidade de Mendanha, vista no canto inferior direito (Folha Curvelo).

Trecho de grande zona de falha do alto Jequitinhonha, com direção noroeste. Caracteriza-se esta zona por uma complexidade de falhas com movimentos de cavalgamento e de transcorrência que deformaram intensamente as rochas do Espinhaço. A sequência inferior (qv) está aqui representada pelos seus níveis superiores, constituídos predominantemente por quartzitos conglomeráticos, metavulcânicas ácidas, meta-silexites e metapiroclásticos; enquanto a sequência superior (qs) está representada pelos conglomerados Sopa e o quartzito Itacolomi. A falha inversa que cruza o rio Inhaí, deixou um bloco de sequência superior (canto superior esquerdo) mais preservado, sub-horizontal e fraturado, notando-se que, para sudoeste (margem esquerda do rio Inhaí), seus leitos mais inferiores e o topo da sequência inferior mostram-se progressivamente mais deformados. Ambas as sequências, mostram-se cortadas por intrusões de metabasitos (mv), em forma de diques e solciras, que se apresentam igualmente deformadas. O contraste fitofisionômico e geomorfológico entre os quartzitos e metabasitos é notável. Na zona de maior compressão, ao longo do rio

Jequitinhonha, as rochas estão extremamente deformadas apresentando-se quase totalmente rearranjadas por fluxo no estado sólido; e exemplos magníficos podem ser observados no leito do rio, nas proximidades do ponto (pequeno círculo) nº 3, (neste ponto podem ser observados leitos filíticos, metavulcânicos completamente estirados e rompidos em "boudinage"). Os metabasitos estão localmente filitizados e ferrificados, produzindo bandas itabiríticas como pode ser observado no ponto nº 2 (estrada nova para Inhaí). Restos de pséfitos Macaúbas (PEbm), recobrando discordantemente as demais rochas, estão preservados por falhas normais reativadas, cujo último esforço os reorientaram, imprimindo-lhes xistosidade paralela aos principais muros da falha. É facilmente observada a discordância estrutural entre o conglomerado Macaúbas e as rochas subjacentes. É notável também a variação do grau de deformação entre os diversos blocos de falha, notando-se mesmo, nos blocos mais deformados, a ocorrência de duas foliações cruzando-se. Nos pontos 1 e 4 apresentam-se boas exposições do conglomerado.



AEROFOTO N° 1

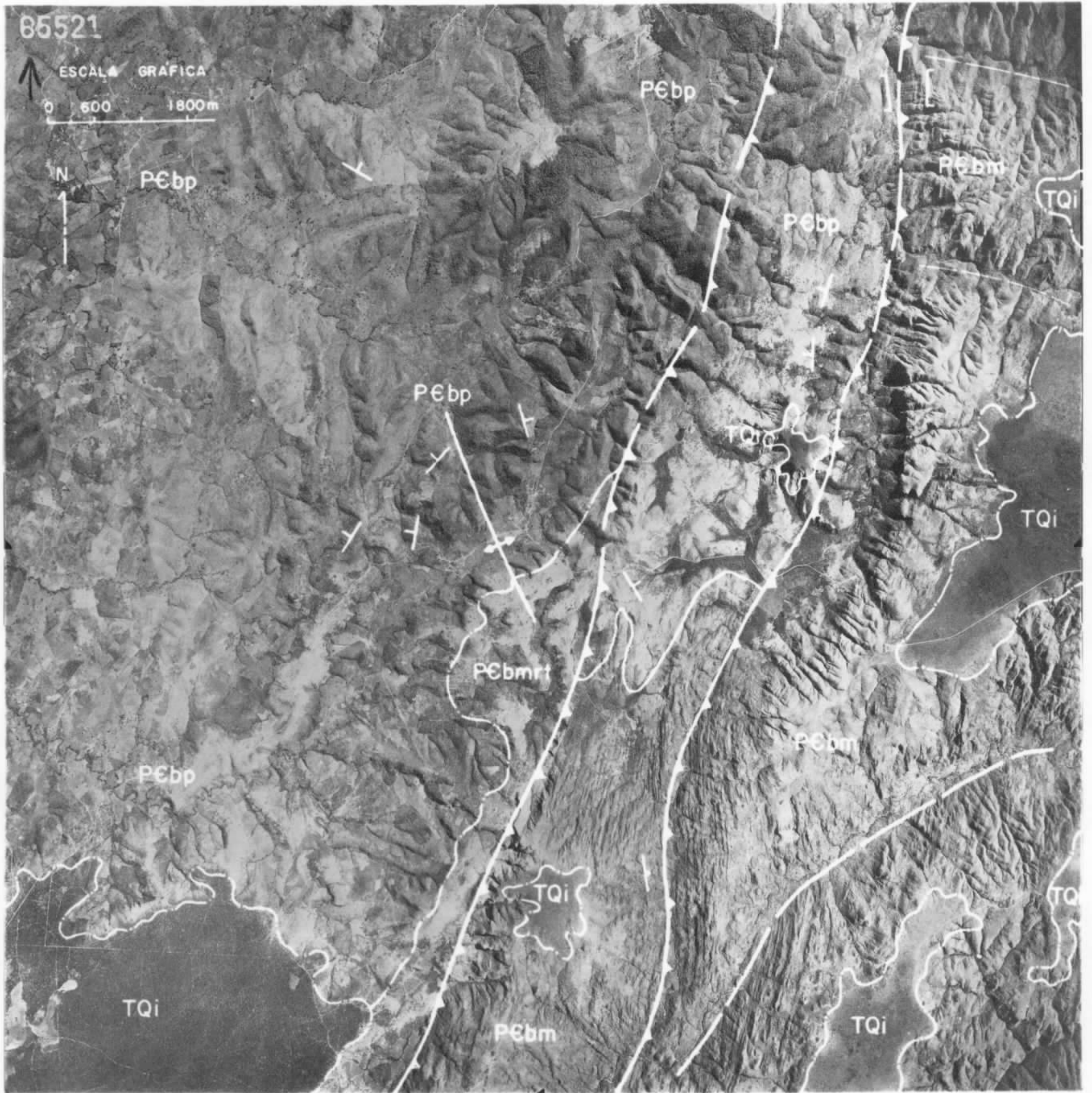
Aerofoto nº 02 - Norte de Diamantina, logo a sul da aerofoto anterior (ver Mendanha no canto superior direito) (Folha Curvelo).

Aspecto de uma grande falha inversa que promoveu o arqueamento de metabasitos (P_{cmv}) e quartzitos muito deformados do Super Grupo Espinhaço Indiviso (P_{ei}). O bloco de quartzito a este da falha está cavalgado para oeste e todo plissado formando uma escarpa. Nele salienta-se uma soleira de metabasito igualmente plissada, o que demonstra que a maioria das intrusões básicas são anteriores à principal deformação do Espinhaço.

Aerofoto nº 03 - Serra do Catuni (Folha Montes Claros).

Contato transicional entre os ritmitos da Formação Macaúbas (P₃bmrt) e ardósias calcíferas da Formação Paraopeba (P₃bp). Observa-se ainda o padrão típico das Coberturas Terciárias Quaternárias Indiferenciadas (TQi).

PCbm - Formação Macaúbas (diamictitos cataclásticos com intercalações de filitos).

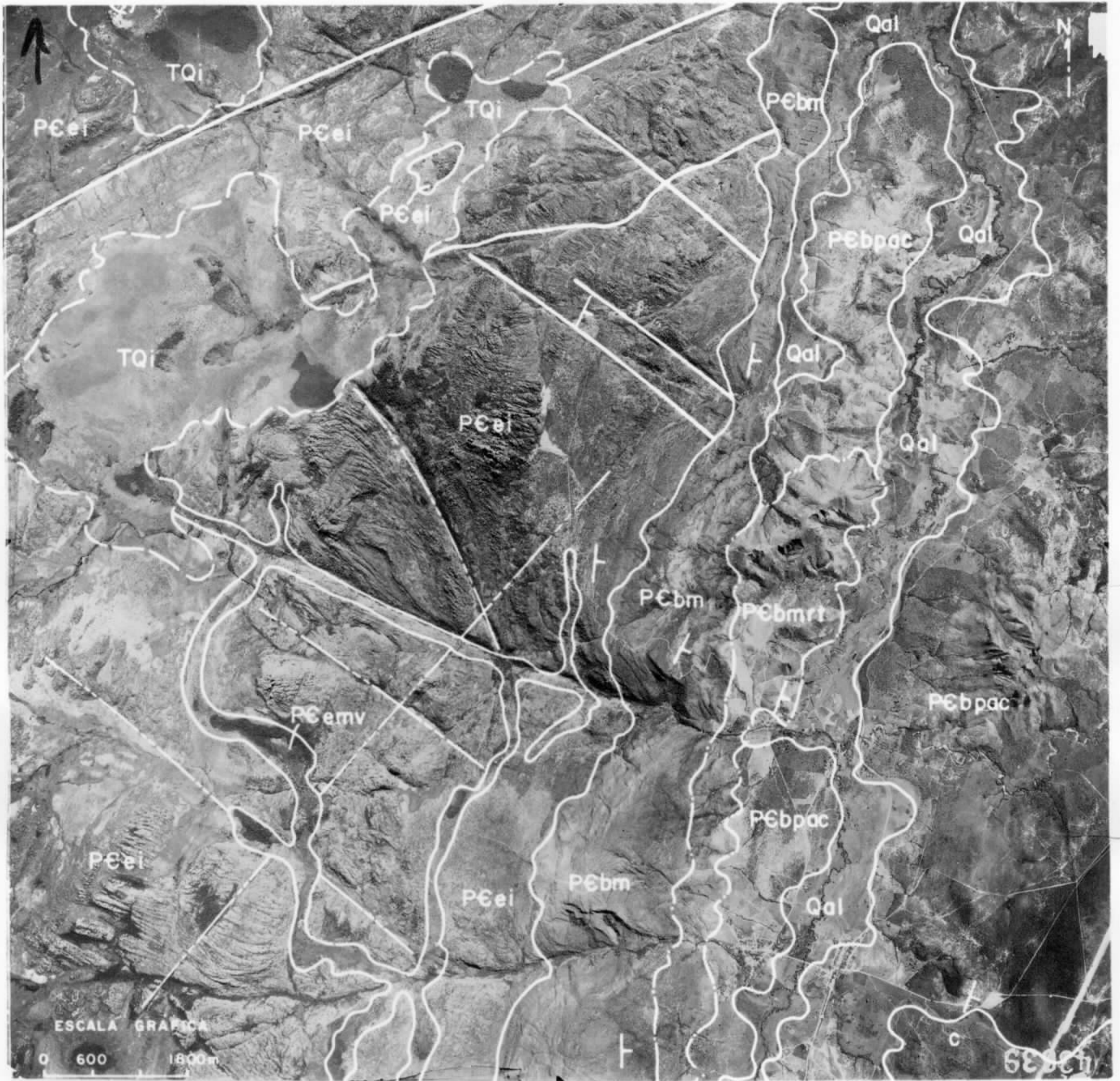


AEROFOTO Nº 3

Aerofoto nº 04 - Norte de Joaquim Felício (Folha Pirapora). Aspectos do bordo leste da antiforme serrada do Cabral. Os quartzitos do Super Grupo Espinhaço (PGei) são orlados pelas rochas conglomeráticas (PEbm) da Formação Macaúbas. Notar que "sills" de metabasitos (PEmv) cortam os quartzitos, sendo recobertos discordantemente pela sequência conglomerática (PEbm).

Aerofoto nº 05 - Proximidade de Joaquim Felício, situada no canto direito (Folha Pirapora).

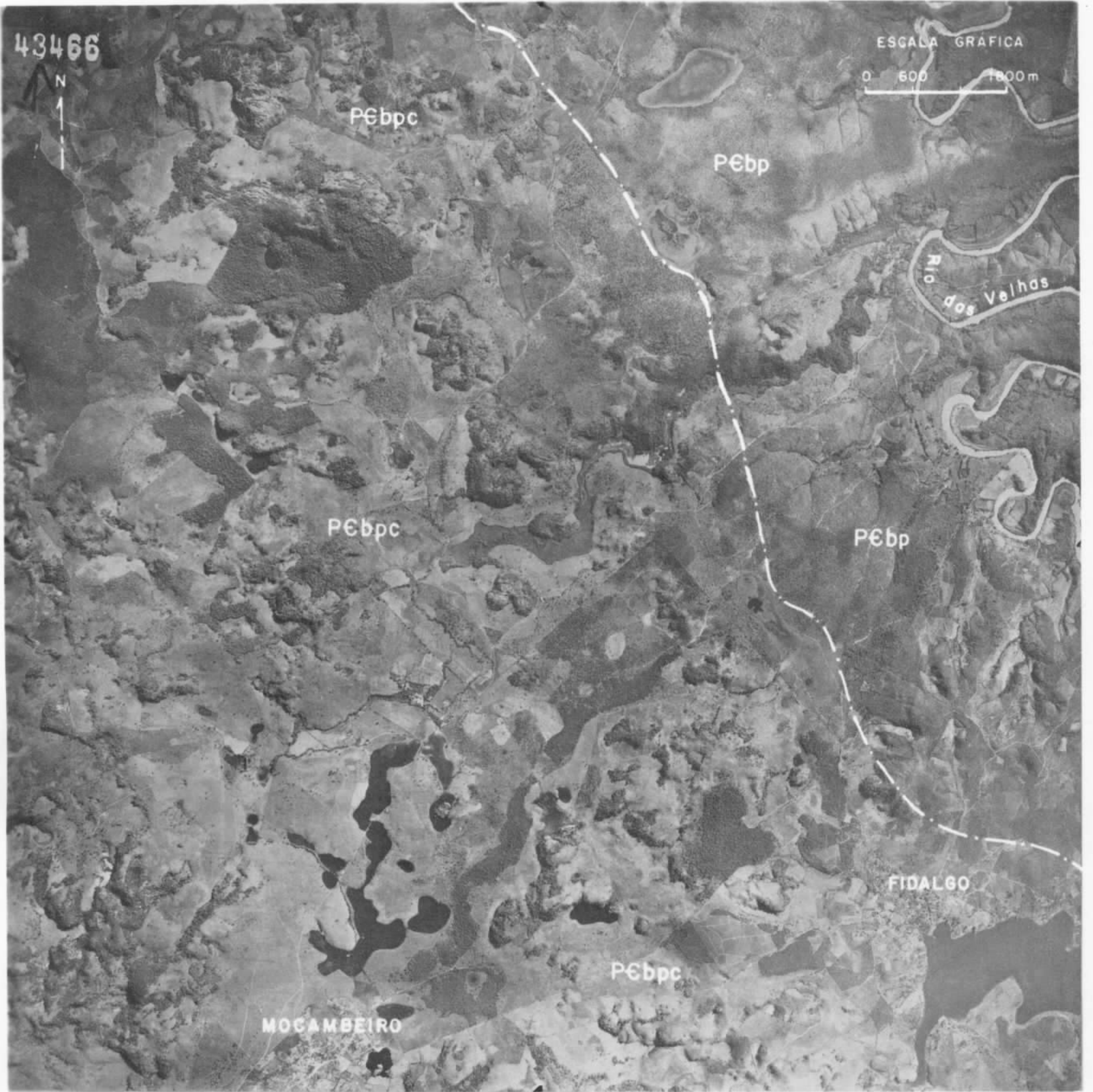
Aspectos de bordo leste da antiforme da serra do Cabral. Os quartzitos e metabasitos do Super Grupo Espinhaço (PGei e PGmv) são orlados pelas rochas conglomeráticas (PGbm) e ritmitos (PØbmrt) da Formação Macaúbas. A sequência pelítica (ritmitos) transiciona às ardósias da Formação Paraopeba (PGbp) .
c- calcários.



AEROFOTO N° 5

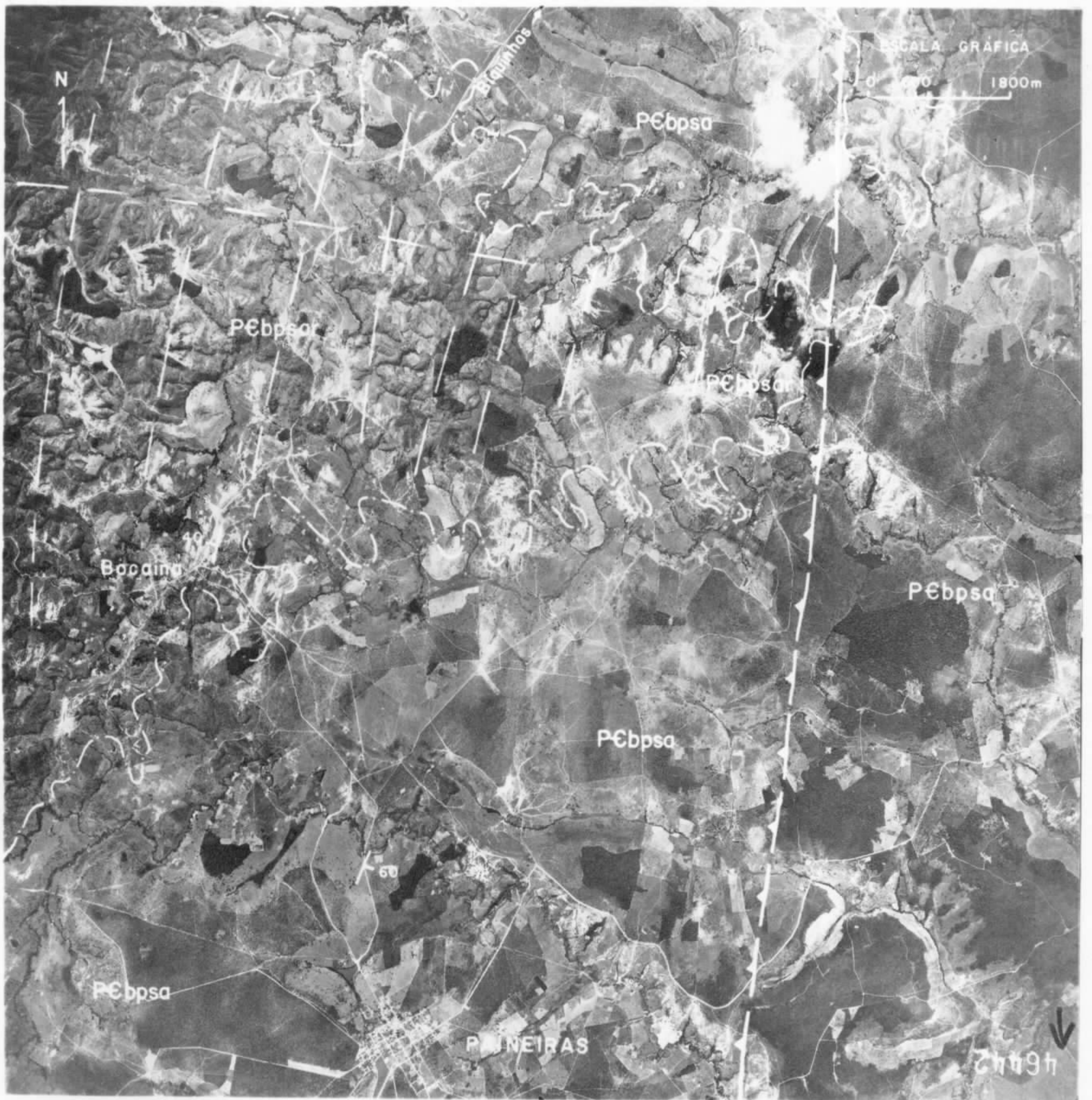
Aerofoto nº 06 - Nordeste de Pedro Leopoldo (Folha Belo Horizonte).

Aspectos do relevo cárstico da região nordeste de Pedro Leopoldo, apresentando dolinas e lagoas entre os afloramentos de formas bizarras dos calcários da Formação Paraopeba (PÉbpc). Estes corpos carbonáticos transicionam para uma sequência finamente estratificada de argilitos e margas. (PÉbp)



AEROFOTO Nº 6

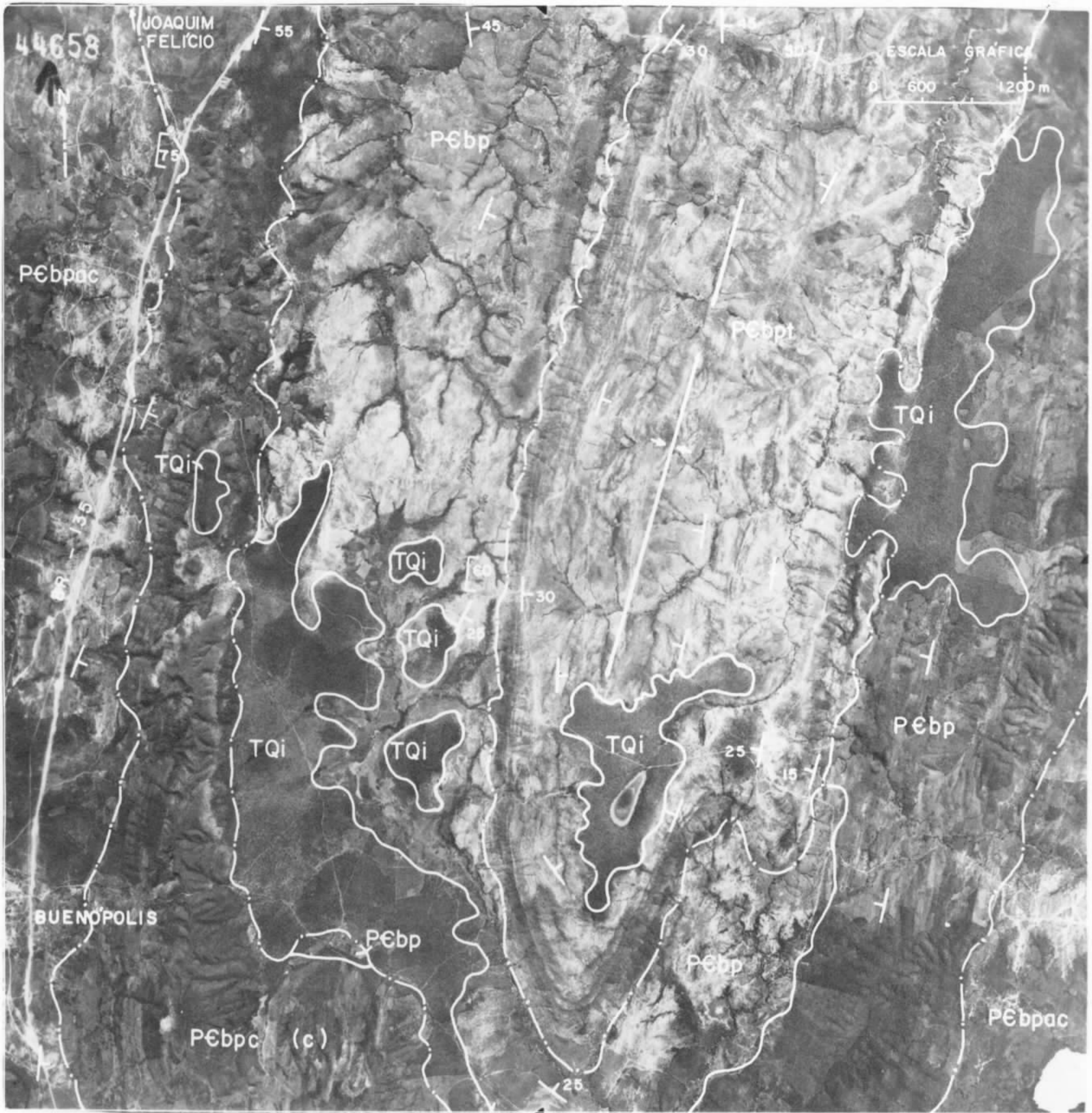
Aerofoto nº 07 - Norte de Paineiras (Folha Três Marias).
Aspectos morfológicos típicos das facies silto-arenosa (PÉbpsar) e silto-argilosa, (PÉbpsa) da Formação Paraopeba. Os lineamentos estruturais são dados pelas intercalações de estratos médios de siltitos e arenitos. Notar no bordo oriental o prolongamento da falha de Traçadal.



AEROFOTO Nº 7

Aerofoto nº 08 - Leste de Buenópolis (Folha Pirapora).

Aspecto da sinclinal de Buenópolis. Na porção central destacam-se os arcósis da fácies pelítica de transição da Formação Paraopeba (PGbpt), orlados pela sequência de ardósias e siltitos (PGbp), que passa gradativamente a uma sequência de margas e calcários (c), ambas pertencentes à Formação Paraopeba (PGbp).



AEROFOTO Nº 8

Aerofoto nº 09 - Chapadão da Serra Geral do Rio Preto (Folha Urucuia).

Contato transicional da facies pelítica do topo da Formação Paraopeba (PGbpt) com a Formação Três Marias (PGbt). O topo do chapadão é assoalhado por areias residuais provenientes da desagregação das formações Urucuia e Três Marias.



AEROFOTO Nº 9

Aerofoto nº 10 - Leste de Bonfinópolis (Folha Urucuia).
Feições típicas das formações Paraopeba (PCbp) e Três Marias (PEbt), que se acham separadas por uma falha inversa. No
te-se a foliação da primeira, em opo-
sição a subhorizontalidade da segunda. Ob
servar coberturas arenosas indiferencia
das (TQi) a nordeste e sudeste.



AEROFOTO Nº 10

Aerofoto nº 11 - Sudoeste de Bonfinópolis de Minas (Folha Urucua).

Contato transicional entre psamitos arcossianos da Formação Três Marias (PGbt) e a sequência pelito-carbonática da Formação Paraopeba (PEbp). Os lineamentos estruturais refletem a ação intensiva dos esforços tectônicos de distensão regional atuantes nesta região. No canto SE ocorrem testemunhos da Formação Urucua. Falhas inversas formam escarpas que deslizam ao longo de uma geoclase de direção Nordeste.



AEROFOTO Nº 11

Aerofoto nº12 - Noroeste de Patos de Minas (Folha Três Ma
rias).

Aspectos morfológicos característicos da
facies Patos, pertencente à Formação Mata
da Corda (Kmc). No extremo sudeste peque-
nas exposições de arenito Três Barras, per-
tencente à Formação Areado (ka).



AEROFOTO Nº 12

Aerofoto nº 13 - Noroeste da cidade de Maravilhas (Folha Be
lo Horizonte).

Coberturas Indiferenciadas do Quaternário Pleistoceno (Qpi) sobre os argilitos da Formação Paraopeba (PGbp) a oeste e Associação Gnáissica-Migmatítica (PGi) a noroeste. Na porção centro-ocidental afloram paleo-elevações dos quartzitos do Super Grupo Espinhaço Indiviso (PGei). Dique de natureza básica. ()

