MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM/CPRM

PROJETO GURUPI

RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

VOLUME I

PHL
012539
2007

SUREMI
SEDOTE
CPRM
ARQUIVO TÉCNICO T. 96
Relatório n.º 575 – S
Nº de Vol. mes: 3 V.: 1
OSTENSIVO

JOSÉ LIMA DA COSTA
ANTONIO AUGUSTO FERRAZ ARAÚJO
JOSÉ MARIA DO NASCIMENTO PASTANA
JOSÉ MOURA VILLAS BOAS
SERGIO JOÃO FRIZZO
VITAL JOSÉ RIBEIRO WANDERLEY

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

1975

PROJETO GURUPI

RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

Chefe do Projeto	*José Lima da Costa*
Equipe Executora	*Antonio Augusto Ferraz Araújo* *José Lima da Costa* *José Maria do Nascimento Pastana* *José Moura Villas Boas* *Sérgio João Frizzo* *Vital José Ribeiro Wanderley*
Participação Especial	*Carlos Santos Silva Neto*
Coordenação	*Agildo Pina Neves*

PROJETO GURUPI

RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

ÍNDICE DOS VOLUMES

Vol. I — TEXTO

Vol. II — ANEXOS II a XV

Vol. III — ANEXOS XVI a XXIX

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho contém informações obtidas a partir do Reconhecimento Geológico, Fotointerpretação e Prospecção Geoquímica (através dos estudos de sedimentos de corrente e concentrados de bateia), realizados durante a 1ª Etapa do Projeto Gurupi, em uma área de 85.000 km^2 compreendida entre os meridianos $43^{o}30'$ e $48^{o}00'$ WGr, limitada ao sul pelo paralelo $3^{o}00'$S e ao norte pelo Oceano Atlântico, englobando parte dos Estados do Maranhão e Pará. Este reconhecimento foi executado para o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, mediante a Solicitação de Serviços 84/74-DNPM-CPRM, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, através da Superintendência Regional de Belém, em função do Convênio DNPM-CPRM, firmado em 21 de maio de 1970.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1 - RESUMO vii

2 - ABSTRACT viii

3 - INTRODUÇÃO 01

3.1 - Histórico 01

3.2 - Objetivos 02

3.3 - Localização e Acesso 03

3.4 - Aspectos Sócio - Econômicos 06

3.5 - Metodologia 10

3.6 - Dados Físicos de Produção 13

3.6.1 - Trabalhos de Rios 13

3.6.2 - Trabalhos de Estradas 14

3.6.3 - Furos 14

3.6.4 - Reconhecimento Geológico em Trauíra e Pirocaua 15

3.7 - Trabalhos Anteriores 16

3.8 - Agradecimentos 20

4 - CLIMA, VEGETAÇÃO, SOLO E HIDROGRAFIA 20

4.1 - Clima 20

4.2 - Vegetação 20

4.2.1 - Vegetação de Floresta 21

4.2.2 - Vegetação de Campo Cerrado 21

4.2.3 - Vegetação de Campos e Campinas 23

4.2.4 - Vegetação de Manguesal 23

4.2.5 - Vegetação de Praia 23

4.3 - Solo 24

4.4 - Hidrografia 24

5 - GEOMORFOLOGIA 30
5.1 - Planície Aluvionar 31
5.2 - Superfícies de Dunas 35
5.3 - Baixos Platôs 38
5.4 - Peneplano 42
5.5 - Maciços Residuais 45
5.6 - Ciclos Geomorfológicos 48
5.6.1 - Ciclo Sul-Americano 48
5.6.2 - Ciclo Velhas 49
5.6.3 - Ciclo Paraguaçu 50
6 - GEOQUÍMICA 52
6.1 - Introdução Objetivos 52
6.2 - Amostragem 53
6.3 - Preparação de Amostras e Técnicas Analíticas 55
6.4 - Processamento Estatístico e Resultados..... 60
6.4.1 - Processamento Estatístico 60
6.4.2 - Resultados 68
6.5 - Mapas Geoquímicos 85
6.6 - Comentários Gerais 86
6.6.1 - População Amostrada - Complexo Basal..... 87
6.6.2 - População Amostrada - Grupo Gurupi 91
6.6.3 - População Amostrada - Formação Itapecuru. 93
6.6.4 - População Amostrada - Grupo Barreiras.... 95
6.7 - Conclusões 95
6.8 - Estudos dos Concentrados de Bateia..... 99
6.8.1 - Distribuição dos Minerais Pesados..... 99
6.8.2 - Minerais Detectados nas Bacias Hidrográficas 99
6.8.3 - Distribuição dos Minerais Pesados nas Bacias Hidrográficas e na Região do Pirocaua 104
6.8.4 - Conclusões 109

7 - ESTRATIGRAFIA 110
7.1 - Comentários Gerais 110
7.2 - Unidades Estratigráficas 114
7.2.1 - Complexo Basal 114
7.2.1.1 - Distribuição Geográfica 114
7.2.1.2 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico 115
7.2.1.3 - Características Litológicas 120
7.2.2 - Grupo Gurupi 129
7.2.2.1 - Histórico 129
7.2.2.2 - Distribuição Geográfica 130
7.2.2.3 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico 131
7.2.2.4 - Características Litológicas 131
7.2.3 - Formação Piriá 140
7.2.3.1 - Histórico 140
7.2.3.2 - Distribuição Geográfica 141
7.2.3.3 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico 141
7.2.3.4 - Espessura da Unidade 142
7.2.3.5 - Características Litológicas 142
7.2.3.6 - Idade e Correlação 145
7.2.4 - Rochas Intrusivas, Hipoabissais e Vulcânicas 146
7.2.4.1 - Distribuição Geográfica 146
7.2.4.2 - Características Litológicas 147
7.2.5 - Formação Itapecuru 152
7.2.5.1 - Histórico 152
7.2.5.2 - Distribuição Geográfica 153
7.2.5.3 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico 153

7.2.5.4 - Espessura da Unidade 154
7.2.5.5 - Características Litológicas 154
7.2.5.6 - Paleontologia 161
7.2.5.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação..... 161
7.2.5.8 - Idade e Correlação.. 161
7.2.6 - Formação Pirabas 162
7.2.6.1 - Histórico 162
7.2.6.2 - Distribuição Geográfica 165
7.2.6.3 - Relações de Contato 165
7.2.6.4 - Espessura da Unidade 166
7.2.6.5 - Características Litológicas 166
7.2.6.6 - Paleontologia 169
7.2.6.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação 172
7.2.6.8 - Idade e Correlação 173
7.2.7 - Grupo Barreiras 173
7.2.7.1 - Histórico 173
7.2.7.2 - Distribuição Geográfica 175
7.2.7.3 - Espessura da Unidade 175
7.2.7.4 - Características Litológicas 176
7.2.7.5 - Origem e Ambiente de Sedimentação 178
7.2.7.6 - Idade e Correlação 178
7.2.8 - Quaternário 182
7.2.8.1 - Pleistoceno 182
7.2.8.2 - Holoceno 182
8 - GEOLOGIA ESTRUTURAL 184
8.1 - Comentários Gerais 184
8.2 - Análise Tectônica 189
8.3 - Considerações Finais 192
9 - GEOLOGIA HISTÓRICA 195
10 - GEOLOGIA ECONÔMICA 201
10.1 - Considerações Gerais 201

10.2 - Calcário 202
10.3 - Ferro 211
10.4 - Bauxita 213
10.5 - Bauxita Fosforosa 213
10.6 - Fosfato 228
10.7 - Ouro 233
10.8 - Materiais de Construção 241
10.8.1 - Cascalho 241
10.8.2 - Areia 244
10.8.3 - Argila 245
10.8.4 - Rochas para Construção 252
10.8.4.1 - Estado do Pará 252
10.8.4.2 - Estado do Maranhão 252
10.9 - Considerações Finais 255

11 - CONCLUSÕES 269

12 - RECOMENDAÇÕES 272

13 - BIBLIOGRAFIA 273

RELAÇÃO DAS ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

01 - Imagens de Radar 1:250.000 e 1:100.000

02 - Localização do Projeto

03 - Acampamento

04 - Matriz de Correlações

05 - Grau de dependência entre elementos e suas associações

06 - Comparação entre as populações amostradas

07 - Distribuição das Ocorrências de Calcário

08 - Perfil do Poço PG-C-04-MA

09 - Ocorrência de Ferro

10 - Ocorrências de Bauxita

11 - Perfil do Poço PG-SP-01-MA

12 - Perfil do Poço PG-IT-02-MA

13 - Perfil do Poço PG-IT-03-MA

14 - Ocorrências de Fosfato de Santa Luzia e PA-12

15 - Esboço Geológico

16 - Ocorrências de Ouro

17 - Distribuição das Ocorrências de Cascalho

18 - Distribuição das Ocorrências de Areia

19 - Distribuição das Ocorrências de Argila

20 - Distribuição dos Materiais de Construção

21 - Localização das áreas para detalhe

22 - Área Metalogenética Gurupi

GRÁFICOS

01 - Minerais pesados

02 - Minerais pesados

MOSAICOS

01 - Planície Aluvionar

02 - Planície Aluvionar

03 - Superfície de Dunas

04 - Zona dos Platôs

05 - Peneplano

06 - Maciços Residuais

TABELAS

A - Principais características dos métodos analíticos

B - Resultados dos elementos não processados

C - Sumário dos Estimadores - População Área Total

D - Sumário dos Estimadores - População Complexo Basal e Grupo Gurupi

E - Sumário dos Estimadores - População Itapecuru e Barreiras

F - Sumário dos Estimadores - População Complexo Basal

G - Sumário dos Estimadores - População Grupo Gurupi

H - Sumário dos Estimadores - População Itapecuru

I - Sumário dos Estimadores - População Barreiras

J - Concentrações Telativas nos Sedimentos de Corrente

L - Quadro de Valores mais Expressivos

ANEXO

- Mapa Geológico Integrado - 1:500.000

1. RESUMO

O Projeto Gurupi, com uma área de 85.000 km^2, abrangendo parte dos Estados do Maranhão e Pará, foi objeto de estudos de reconhecimento geológico-geoquímico por parte da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), em conseqüência do Convênio firmado em 21 de maio de 1970 com o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). As imagens de radar nas escalas 1:250.000 e 1:100.000, constituiram a base cartográfica utilizada. Os trabalhos de campo foram desenvolvidos ao longo de rios e estradas que se fazem presentes na área. A região foi dividida em cinco domínios geomorfológicos: Planície Aluvionar - Região Plana, Superfície de Dunas - Superfície Ondulada, Baixos Platôs, Peneplano e Maciços Residuais. O Projeto Gurupi, geologicamente, abrange uma vasta área de exposições de rochas relacionadas ao Complexo Basal, Bacias Sedimentares de Bragança-Vizeu, parte norte da do Maranhão, de São Luís e porção oeste da de Barreirinhas. O Complexo Basal é constituído predominantemente por rochas gnáissicas de composição variando de granítica a trondjemíticas a tipos isótropos maciços; migmatitos de composição e estrutura variada, pegmatitos, granodioritos, dioritos e orto-anfibolitos. Assentando discordantemente ao Complexo Basal, ainda de idade pré-cambriana média a superior ocorre o Grupo Gurupi, composto de ardósias, quartzitos, filitos e xistos . Sobre os tipos litológicos do Grupo Gurupi assentam discordantemente siltitos, arenitos e grauvacas, atribuídos ao Eo- Paleozóico (?) sendo o conjunto denominado Formação Piriá. Observa-se também, rochas de composição ácida: riolitos e aplitos, básica: diabásios e ultrabásica: Hornblendito, atribuidas ao Mesozóico. Pertencente ao Cretáceo e jazendo discordantemente ao Grupo Gurupi ou Complexo Basal, a Formação Itapecuru é composta de arenitos, folhelhos, argilitos e calcário margoso. Discordante sobre o Itapecuru, Gurupi e Complexo Basal, situa-se a Formação Pirabas dividida em três membros: Olaria, Capanema e Fortaleza. Apresentando um contato gradacional com a Pirabas, o Grupo Barreiras é constituído por sedimentos inconsolidados argilosos, sílticos e arenosos, folhelhos e arenitos com estratificação cruzada em sua maioria. Seguem-se os sedimentos pertencentes ao Quaternário , que completam o quadro estratigráfico. O Potencial econômico da área é representado, principalmente, por Calcário, Fosfato, Ouro, Manganês e materiais empregados em construções.

CPRM

2 - ABSTRACT

The Gurupi Project, with an area of 85,000 km^2, including part of Maranhão and Pará States, was the subject of geological and geochemical recognition by the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), according to DNPM/CPRM. Radar images composed the cartographical base utilizad (scales 1:250,000 and 1:100,000). The field works were mainly develloped along the rivers and roads which take place on the studied area. Five geomorphically dominion were noted on the area: Alluvium Plain-Plane Region, Dune Surface- Undulate Surface, Low Plateau, Peneplain and Residual Massifs. Geologically, it comprises a wide area of rocks related to the Basal Complex, Sedimentary Basins such as Bragança-Vizeu, part of Maranhão and São Luiz and the western portion of Barreirinhas Basin. The Basal Complex is mainly composed of gnaissic rocks changing in composition from granitic trondjemitic, migmatites of various compositions and structures, pegmatites, granodiorites, diorites and ortho-amphibolites. Still from medium to upper Precambrian age, and discordantly on the Basal Complex occurs the Gurupi Group which is composed of slates, quartzites, phyllites and schists. Above this litological types, siltstones and greywackes, possibly related to the eo-paleozoic lay discordantly. This further assemblage is named as Piria Formation. Ryolites and aplites, as well as diabases and hornblendites are also observed and related to the Mesozoic age. Belonging to the cretaceous and laying discordantly on the Gurupi Group or Basal Complex, the Itapecuru Formation consists of sandstones, shales, mudstones and marl limestone. Discordantly on the Itapecuru, Gurupi and Basal Complex we find the Pirabas Formation which was divided into three members named Olaria, Capanema and Fortaleza. Barreiras Group constituted of unconsolidated clayish, silty and sandy sediments, shales and stratified and cross-bedded sandstones presents a gradual contact with the Pirabas Formation. Finally ones have the quaternary sediments. The economic potential of the area is mainly represented by limestones, phosphates, gold, manganese and some building materials.

3. INTRODUÇÃO

3.1 - Histórico

Com base no convênio firmado entre a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM e o DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM, em 21 de maio de 1970, foi criado o Projeto Gurupi, através de solicitação de serviços nº 84/74 DNPM-CPRM, de 21 de outubro de 1974.

Consta o presente Relatório, dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas durante a 1ª Etapa do Projeto, no período de 2/2 a 31/12/75.

A equipe executora do Projeto foi constituída pelos geólogos JOSÉ LIMA DA COSTA - Chefe do Projeto, ANTONIO AUGUSTO FERRAZ ARAÚJO, JOSÉ MOURA VILLAS BÔAS, JOSÉ MARIA DO NASCIMENTO PASTANA, SERGIO JOÃO FRIZZO E VITAL JOSÉ RIBEIRO WANDERLEY, contando ainda com a colaboração do prospector AUGUSTO SERGIO PEREIRA DOS REIS.

Na coordenação dos trabalhos no âmbito da Superintendência Regional estiveram os geólogos AGILDO PINA NEVES - Chefe da Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral e JOSÉ LIMA DA COSTA - Chefe do Projeto.

Os trabalhos de campo estiveram a cargo da equipe do Projeto, contando ainda com a colaboração do geólogo XAFI DA SILVA JORGE JOÃO.

Os trabalhos de programação e interpretação geoquímica e os de apoio logístico estiveram a cargo dos geólogos SERGIO JOÃO FRIZZO E TOMAZ DE AQUINO MASSOUD LOBATO, respectivamente. Os estudos petrográficos foram realizados no Laboratório de Petrografia de Belém sob a responsabilidade do geólogo XAFI DA SILVA JORGE JOÃO. No Laboratório de Análises Minerais-LAMIN, da CPRM, no Rio de Janeiro, foram realizadas as análises geoquímicas e mineralógicas, em amostras de sedimentos de corrente, concentrados de bateia e solo.

A fotointerpretação preliminar foi realizada pela equipe do Projeto, contando com a Supervisão técnica do fotointérprete ARMÍNIO GONÇALVES VALE, tendo sido apresentado um Relatório Preliminar, constando de Fotointerpretação e Compilação Bibliográfica, elaborado pelos geólogos do Projeto.

Em fevereiro de 1975, foram iniciadas as atividades do Projeto, constando inicialmente de pesquisa bibliográfica para toda a área de trabalho. A seguir, tiveram início os trabalhos de fotointerpretação. Os trabalhos de campo foram iniciados em julho, com término em setembro, operando-se simultaneamente com barcos e carros, em rios e estradas respectivamente.

3.2 - Objetivos

Embora a área apresente um farto acervo bibliográfico, com trabalhos que datam desde o início do século, não dispõe todavia de um estudo sistemático, capaz de permitir a avaliação de sua potencialidade econômica.

Dentre os principais objetivos da Etapa I do Projeto, destacam-se:

- Fotointerpretação na escala 1:250.000 com verificações expeditas de campo e seleção de áreas para mapeamento de semi-detalhe, na escala 1:100.000.
- Cadastramento das ocorrências minerais, especialmente materiais de construção e de emprego imediato na siderurgia.
- Esboço genético dos depósitos de fosfato da ilha de Trauíra e chapada Pirocaua.
- Reconhecimento geoquímico da área abrangida pelo Projeto, excluindo os domínios dos sedimentos da bacia do Meio Norte.

3.3 - Localização e Acesso

Abrangendo uma área de 85.000 km^2 e recoberta por imagens de radar nas escalas 1:250.000, compreendendo 3 quadrículas inteiras e 5 fracionárias e, 1:100.000, com 36 quadrículas (fig. - 01 -), o Projeto Gurupi compreende as porções Oeste e Leste dos Estados do Maranhão e Pará, respectivamente. Limita-se ao Norte pelo Oceano Atlântico, ao Sul pelo paralelo /03°00'00" S, a Leste pelo meridiano 43°30'00" e a Oeste pelo meridiano 48°00'00", (fig. -02-).

O acesso a área de trabalho é possível por via terrestre, através da Rodovia BR-316, e em alguns locais podem ser utilizados transportes aéreos, marítimos e terrestres.

Fig. 1

IMAGENS DE RADAR

ESCALA 1/250.000 E 1/100.000

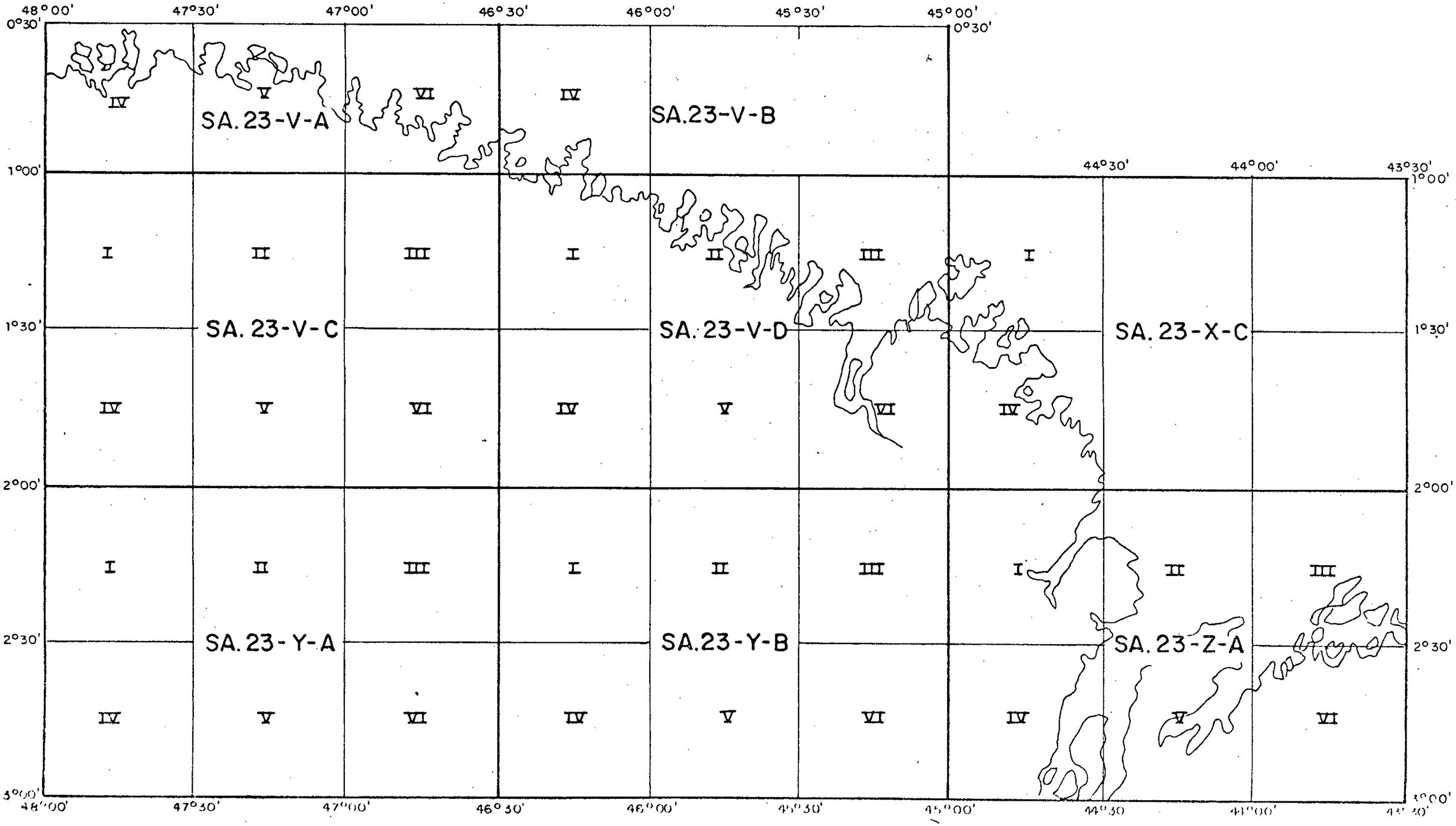
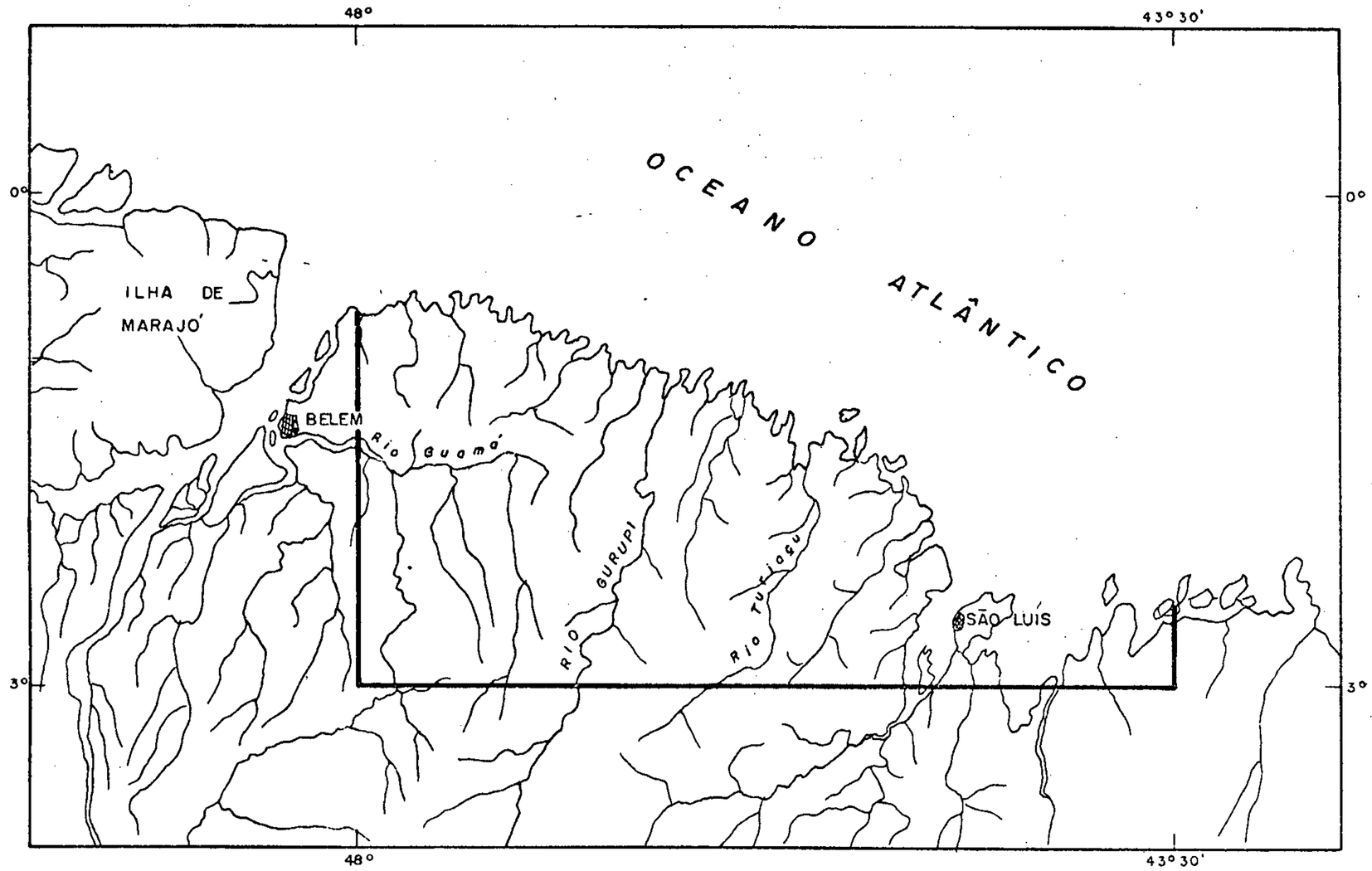


Fig. 2

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA 1/5.000.000



Com a finalidade de dar apoio às equipes, durante os trabalhos de campo e armazenar os diversos materiais necessários ao desenvolvimento do Projeto, foi instalado estrategicamente, na BR-316, distante 3 km da ponte sobre o rio Guru pi, um acampamento central, (fig. 03 e foto 01).

3.4 - Aspectos Sócio - Econômicos

A área do Projeto abrange parte dos estados do Pará e Maranhão. No estado do Pará destacam-se os municípios de Bragança, Castanhal, Capanema e Vizeu.

Bragança, sede de um dos principais municípios do Estado do Pará, possuindo uma população aproximada de 68.000 habitantes, está localizada às margens do rio Caeté. Dispõe de aeroporto para táxis-aéreos mantendo linhas regulares para Belém e comunicação terrestre com esta cidade e outras regiões. A cidade possui ruas pavimentadas, conta com serviço telefônico interurbano, estação de rádio, cinemas e rêde de energia elétrica. No campo educacional, mantém escolas de primeiro e segundo graus. No que se refere à saúde pública e saneamento, dispõe de maternidade, hospital e pronto- socorro, mantidos pelo governo além de hospitais particulares.

O Município de Castanhal, com uma população de 42.433 habitantes, está localizado na zona fisiográfica, denominado "Bragantina" atinge 50 metros de altitude, ocupando o 4º lugar em altitude no estado do Pará. Possui um clima equatorial superúmido e ocupa uma área de 1.020 km^2. Dispõe de aeroporto para táxis-aéreos, transporte terrestre ligando a Belém e várias outras cidades; o município conta com serviço

Fig. 3

ACAMPAMENTO

ESCALA 1/2.000.000

0 20 40 60 80 100 Km

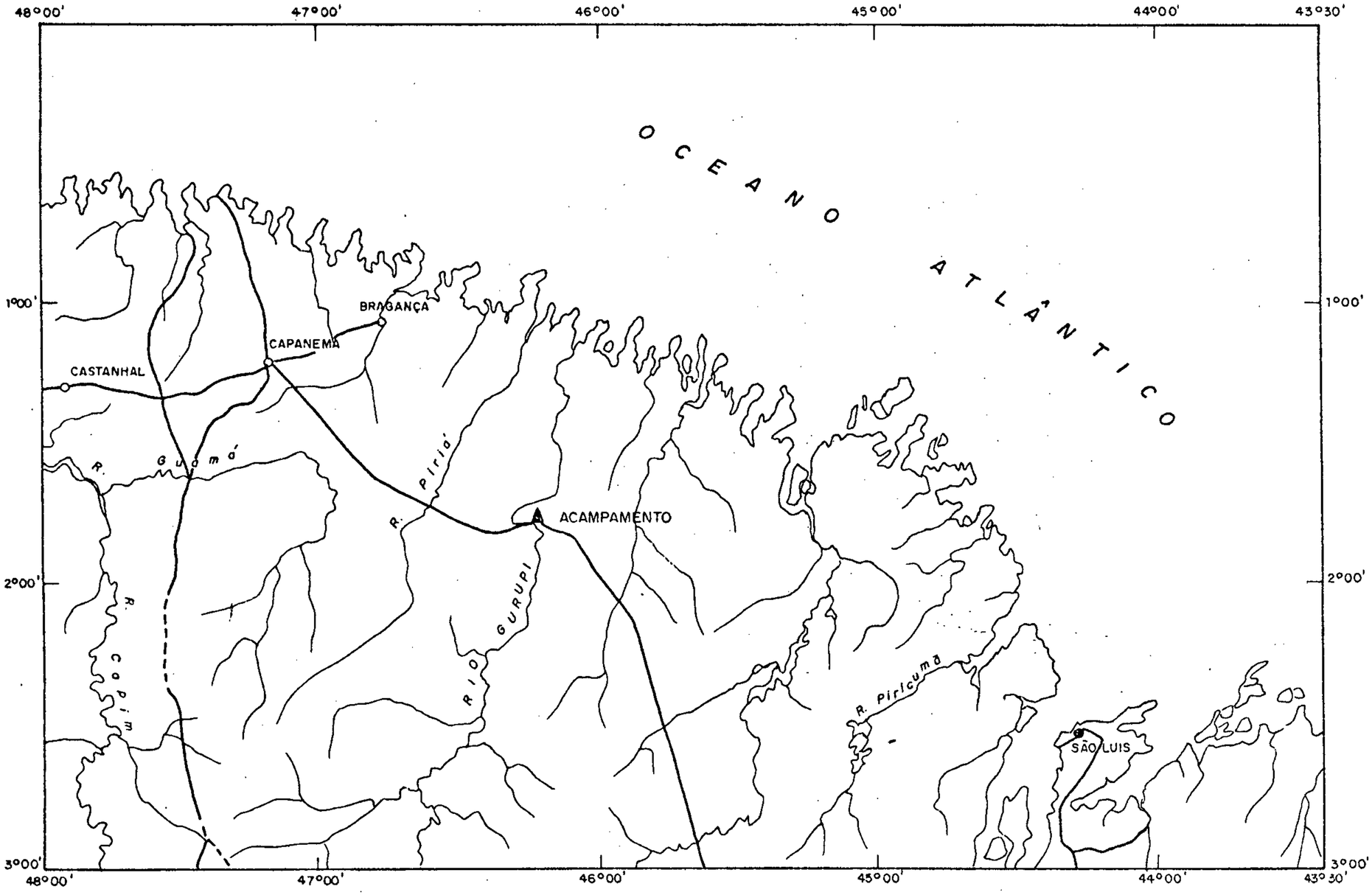


Foto 01 - Acampamento Central para Apoio aos trabalhos de Campo.

telefônico interurbano, cinema e rede de energia elétrica. No campo educacional possui escolas de primeiro grau, e no Tocante a saúde pública e saneamento, maternidade, hospital e pronto-socorro, mantidos pelo governo, e outros particulares.

O Município de Capanema, englobando uma população de 30.000 habitantes, aproximadamente, está localizado na zona fisiográfica Bragantina, numa altitude de 32 metros, com ruas pavimentadas, aeroporto para táxis-aéreos e estradas de rodagens, ligando-se a Belém e outras regiões; conta com maternidade, hospitais e pronto-socorro mantidos pelo Govêrno, além de outros particulares. O município conta com serviço telefônico interurbano, cinema e rede de energia elétrica. No campo educacional possui escolas de primeiro e segundo graus.

Capanema conta com uma fábrica de cimento, explorando calcário da própria região.

Vizeu ocupa uma área de 8.987 km^2, numa altitude de 8 metros, sua população é de cerca de 36.000 habitantes ' aproximadamente, dista de Belém 263 km, em linha reta rumo ENE, o clima é superúmido, e sua temperatura média oscila entre 28° a $33^{o}C$. Limita-se com o Estado do Maranhão, municípios paraenses de Bragança, Augusto Corrêa, Paragominas, Ourém e o Oceano Atlântico.

A sede do município apresenta ruas pavimentadas, rede de energia elétrica; no campo educacional mantem escolas de primeiro e segundo graus, conta ainda com serviço telefônico interurbano.

No Estado do Maranhão, os principais municípios dentro da área do Projeto são: São Luís, Cândido Mendes, Pinheiro e Rosário.

São Luís, capital do Estado do Maranhão, possui uma população aproximada de 270.000 habitantes, segundo o Censo de 1º de setembro de 1970; está ligada a outros estados do Brasil, por via aérea, terrestre, o marítima, distando 860 km de Belém, pela BR-316. A cidade apresenta ruas pavimentadas, rede de energia elétrica, estações de rádio e televisão, escolas de primeiro e segundo graus e Universidade Federal , contando ainda com serviço telefônico.

3.5 - Metodologia

Os trabalhos do Projeto Gurupi seguiram a sistemática normal para execução de projetos de reconhecimento geológico regional, adotada pelo manual de Geologia da CPRM.

Inicialmente, foram feitas pesquisas bibliográficas e fotointerpretação preliminar, na escala 1:250.000.

Após os trabalhos de fotointerpretação e pesquisa bibliográfica, foi executada a programação dos trabalhos de campo, tendo em vista a verificação de todas as unidades e feições geológicas fotointerpretadas (falhas, dobramentos, contatos e outros) bem como das ocorrências minerais, ou outros aspectos citados na bibliografia. Em seguida, foram fixadas as bases para prospecção geoquímica. Aqui, procurou-se estabelecer uma amostragem razoavelmente bem distribuidas em todas as folhas. Entretanto, as dificuldades de acesso a deter

minadas regiões, bem como a necessidade de uma amostragem mais intensa em áreas consideradas anômalas em trabalhos anteriores, resultou numa distribuição de pontos de coleta, não tão homogeneamente distribuidos quanto o desejado.

O reconhecimento geoquímico efetuado na área do Projeto, em paralelo ao mapeamento geológico, teve por finalidade:

- Definir os padrões de dispersão de elementos traços, delineando possíveis provincias geoquímicas.
- Através da associação de elementos, auxiliar a interpretação e o mapeamento geológicos.
- Indicar as áreas mais favoráveis para a existência de ocorrências minerais.
- Limitar os locais de ocorrência provável, objetivamente de ouro e fosfato.

A programação foi cumprida tão rigorosamente quanto possível, usando-se a seguinte sistemática:

Sedimento de Corrente

Foi prevista na programação a coleta de 300 amostras de sedimento nas áreas pré-cambrianas e 118 para outras áreas. Desta previsão, foram coletadas 217 amostras para cada uma daquelas áreas, as quais foram enviadas a Belém, com suas respectivas fichas descritivas, onde se procedeu o peneiramento a 80 mesh, para posterior encaminhamento ao Laboratório de Análises Minerais (LAMIN), a fim de serem analisadas

semi-quantitativamente para 30 elementos.

Concentrado de Bateia

A amostragem de concentrados foi programada estra tegicamente, visando principalmente a detecção de ouro nas aluviões e paleo-aluviões litorâneas, nas drenagens proveni entes do Grupo Gurupi.

Foram locados 75 pontos de coleta, cujas amos tras não sofreram tratamento no campo ou em Belém, tendo sido enviadas ao LAMIN (Rio), para serem submetidas à análises mineralógica e espectrográfica para 30 elementos.

Rocha

A coleta de rocha, para determinações geoquímicas e petrográficas, ficou a critério do Técnico. Em alguns pontos, somente a descrição do afloramento foi efetuada. Os pontos amostrados foram plotados em mapas, na escala 1:250.000, (anexos XI a XVI).

O Projeto Gurupi, contou na sua primeira etapa de campo, com seis equipes, distribuídas em trabalhos de rios e estradas, as quais, duas vezes por semana se comunicavam com Belém, fornecendo dados sobre a evolução dos trabalhos . Para tornar possível este empreendimento, as equipes foram equipadas com rádio transceptor e gerador de energia elétrica.

3.6 - Dados Físicos de Produção

Estes dados estão expostos sob a forma de tabela, a fim de proporcionar melhor visualização.

3.6.1 - Trabalhos de Rios

RIOS	DIAS	CAMINH.GEOL. KM		GEOQUÍMICA AMOSTRA			GEOLOGIA	
		RIOS	PICADA	SED	CONC	SOLO	AF.V	AM.ROC.
GURUPI	31	545	102	37	20	1	62	50
GUAMÁ	34	340	15	16	-	2	34	22
TURIAÇÚ	14	365	4	11	-	-	15	6
PARUÁ	7	85	20	16	4	-	1	1
MARACAÇUMÉ	33	312	36	41	12	-	17	13
PIRIÁ	29	302	76	57	10	3	59	56
CAETÉ	15	150	20	8	4	0	0	0
	163	2099	273	186	50	6	188	148

3.6.2 - Trabalhos de estradas

CAMINHAM. GEOL. (KM)				AMOSTRAGEM			
ESTRADA	DESLOC.	PICADA	TOTAL	SED	CONC	AF.V.	AM.ROC
21.803	38.393	94,2	60.290,2	30	5	111	37
59 dias							

3.6.3 - Furos

LOCAL: PIROCAUA

FURO PG/P-1-MA

PROF. ANTER	PROF; ATUAL	TESTEMU-NHOS
0,00	3,08	2,69m
3,08	7,58	3,51m
7,58	28,01	17,88m
28,01	49,70	8,07m

LOCAL: ILHA DA TRAUÍRA

FURO PG/IT-02-MA

PROF. ANTER	PROF. ATUAL	TESTEMU - NHOS
0,00	5,30	5,30m
5,30	26,00	19,35m
26,00	33,10	4,75m
33,10	42,80	7,75m
42,80	46,50	1,96m

LOCAL: ILHA DA TRAUÍRA

FURO: PG/IT-03-MA

PROF. ANTER	PROF. ATUAL	TESTEMUNHOS
0,00	5,70	5,70m
5,70	21,70	13,44m
21,70	39,30	14,30m
39,30	42,44	2,72m
42,44	45,35	2,61m

LOCAL: CARUTAPERA

FURO: PG/C-04-MA

PROF. ANTER	PROF. ATUAL	TESTEMUNHOS
0,00	6,30	6,30m
6,30	8,90	1,77m
8,90	14,80	2,50m

3.6.4 - Reconhecimento Geológico em Trauíra e Pirocaua

GEOLOGIA		GEOQUÍMICA		
AFL. VISITADOS	AMOSTRAS	SED.	CONC.	SOLO
40	40	1	20	21

3.7 - Trabalhos Anteriores

GUSTAVO LUIS GUILHERME DODT, em 1872, realizou trabalhos no rio Gurupi e na região aurífera, compreendida entre esse rio e alto Piriá, a partir do porto de Camiranga. Trabalho idêntico foi feito em 1895 pelo engenheiro ARROJADO LISBOA. Trabalhando para o governo do Estado do Maranhão, GUILHERME DODT subiu o rio Gurupi, efetuando um levantamento detalhado. O autor descreve que o rio Gurupi é formado pela junção dos rios Cajuapara e Itinga; no início era um riacho, passando a rio depois de ter recebido as águas do Gurupi-Mirim. Mesmo sendo de idade remota, este trabalho é de grande importância até hoje, devido às excelentes descrições hidrográficas da região.

GONZAGA DE CAMPOS fez, em 1924, um estudo sobre algumas localidades da costa norte e nordeste do Brasil, onde foram encontrados fósseis terciários e cretáceos.

Em 1926, CARVALHO, P.F. fez um reconhecimento geológico entre a Costa Atlântica do Maranhão e Pirabas, e a Estação Experimental na Estrada de Ferro de Bragança. Este trabalho apresenta algumas descrições detalhadas de afloramentos da Formação Pirabas. GOMES, E.M.A. e OLIVEIRA, A.I. fizeram nesse mesmo ano, um trabalho, de cunho quase que puramente histórico, intitulado "Reconhecimento Geológico nos rios Guajará e Capim".

Em 1928, JORGE HURLEY fez um trabalho sobre as jazidas de ouro do rio Gurupi, abrangendo suas ocupações e lavras indevidas. Quanto à geologia, dá-se notícias de ocorrência de "grés do Pará", na cachoeira Pedra de Amolar, e de

granito nas cachoeiras Mucauá-Uassú, Lavandeira e Madalena. O trabalho tem como título, "Nos sertões do Gurupi".

Em 1935, foi realizado outro trabalho sobre as ocorrências de "grês do Pará" e argila no baixo curso do rio Gurupi; o mesmo trabalho tece comentários à cerca de granitos e metassedimentos encontrados no médio e alto cursos. As jazidas de ouro, são comentadas no trabalho. EUSÉBIO PAULA DE OLIVEIRA, no mesmo ano, fez um trabalho sobre as rochas metamórficas arqueanas, do rio Gurupi, as quais denomina de gnaises bastante laminados.

Também em 1935, OLIVEIRA, E.P. de, realizou um trabalho intitulado "Reconhecimento Geológico da Região do rio Gurupi", no qual fez um estudo sobre as exposições de rochas metamórficas e as formações auríferas primárias, do tipo veio-camada, exploradas de maneira rudimentar. Um ano depois, PEDRO DE MOURA, fez um estudo do rio Gurupy, no qual dá ênfase ao sedimento caracterizado por um arenito branco, ocorrendo em discordância angular com os xistos. Ainda em 1935, a Revista Mineração e Metalurgia publicou um artigo sobre a Bauxita no Estado do Maranhão, devido aos depósitos de bauxita fosforosa na ilha de Trauíra. A cubagem do minério fosfatado foi avaliada em 11 milhões de toneladas.

PEDRO DE MOURA, em 1936, fez um trabalho sobre as ocorrências de ouro na região do rio Gurupi, onde duas zonas auríferas, bem caracterizadas, são as denominadas de "jazidas de centro", e "jazidas da costa" localizadas, respectivamente, nas partes Sul e Norte da área ressaltando que as ocorrências de ouro são conhecidas desde 1918. Baseado em

uma expedição feita no rio Gurupi, em 1936, o mesmo autor fez um levantamento preliminar da região aurífera e suas jazidas. "Rio Gurupi" como é denominado o trabalho, apresenta um levantamento geológico do citado rio, desde Viseu até Cajuapara, e um mapa com o esboço das primeiras unidades geológicas.

Foi publicado um resumo em 1937 sobre os estudos anteriores, realizados na região do Gurupi, onde GLYCON DE PAIVA, CAPPER DE SOUZA e FRÓES DE ABREU, sub-dividem os depósitos de ouro em três tipos: jazidas filoneanas, coluviões de piemonte e placeres de marinha.

Na região entre os rios Caeté, no Estado do Pará, e Turiaçú, no estado do Maranhão, foi feita uma descrição, em 1937, por CAPPER DE SOUZA, que percorreu as numerosas "catas" existentes, estudando a exploração mais econômica, em maior escala.

Levantamento topográficos de detalhe, reconhecimentos geológicos, prospecção por poços e sondagens e coleta de amostras, constam dos trabalhos feitos por AVELINO IGNÁCIO DE OLIVEIRA, em 1933, nas bacias dos rios Gurupi, Turiaçú e Maracaçumé. Esta publicação é resultado dos trabalhos anteriores do autor (1934). Acrescenta no referido trabalho, que as regiões auríferas mais importantes são as que ocorrem no Maranhão. As "catas", expalhadas na região, acompanham uma faixa de direção aproximadamente N30°W, entre Piriá e Montes Áureos.

Um trabalho sobre os aspectos geo-humanos do vale do rio Gurupi, feito, em 1945, por ALOYSIO DA COSTA CHAVES ,

trata do histórico da descoberta do ouro, naquela região. No mesmo trabalho são abordadas as características fluviais do rio Gurupi.

"Contribuição à geomorfologia do Estado do Maranhão" publicado em 1960, de autoria de AB'SABER, A.N., trata das descrições de uma das partes complementares de uma série de pesquisas que o Instituto Nacional de Imigração e Colonização - INIC realizou na Amazônia.

ACKERMANN, F.L. publicou, em 1960, um trabalho sobre as formações geológicas que ocorrem na região Bragantina. "Geologia e Fisiografia da Região Bragantina" (Estado do Pará) é o título do trabalho, onde é dada especial atenção ao terciário e, neste, à Formação Pirabas, por sua importância econômica, com a ocorrência do calcário.

Tratando dos problemas geológico-geomorfológicos da Amazônia Brasileira foi realizado em Belém, no ano de 1966, o Simpósio sobre a Biota Amazônica.

Um esboço da geologia entre a cidade de Belém -rio Gurupi e Atlântico-rio Guamá, foi feita em 1970 por FRITZ LOUIS ACKERMANN. O desenvolvimento da Formação Pirabas, subdividindo-a em "membros" e o aparecimento de uma neo-rocha, " o grês do Pará", de grande importância na interpretação da geomorfologia regional, são tratados no trabalho do autor.

Abrangendo a região norte do Brasil, o Departamento Nacional da Produção Mineral, DNPM, apresentou um levantamento de recursos naturais da região, o qual foi executado

pelo Projeto RADAM, em 1973. No trabalho, são tratados os assuntos sobre geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra.

3.8 - Agradecimentos

Registra-se aqui os agradecimentos ao Dr. Jean Glandut, Diretor Técnico da Mineração Arapiranga Ltda., atualmente em atividade nos depósitos auríferos da região do "Chega Tudo" no rio Gurupi, pela maneira cordial e cavalheiresca com que recebeu os técnicos do Projeto, quando da visita àquela região, bem como o Batalhão de Engenharia e Construção-BEC, pelo empréstimo das instalações, situadas na BR-316, às proximidades da ponte sobre o rio Gurupi, para o funcionamento da base de apoio aos trabalhos de campo.

4. CLIMA, VEGETAÇÃO, SOLO E HIDROGRAFIA

4.1 - Clima

A temperatura média anual, na área do Projeto, é de 28°C, com variações de 85 a 95% na umidade relativa do ar. O clima predominante é o Equatorial Úmido, dividido em duas estações distintas durante o ano, o inverno e o verão. O "inverno" tem seu desenvolvimento nos meses de dezembro a maio, enquanto que o "verão", apresentando chuvas esparsas, é constatado nos demais meses.

4.2 - Vegetação

A área do Projeto Gurupi possui cinco tipos de vegetação:

4.2.1 - Vegetação de Floresta

É constituída por árvores de porte elevado, apresenta-se estratificada, sendo distinguidas plantas emergentes, abobadadas, de sub-bosque e rasteiras.

A vegetação de floresta é representada por árvores como a Maçaranduba (Mimusops huberi Ducke), Matamatá (Eschweilera matamata Hub), Angelim (Hymenolibium sp) Amapá (Hancornia amapá Hub) etc, que pelo seu porte gigante, podem alcançar até 70m de altura, (foto 2).

4.2.2 - Vegetação de Campo Cerrado

Em muito lugares da área do Projeto, ocorrem áreas, abertas, por vezes bastante extensas, revestidas de gramíneas e arbustos tortuosos, constituindo os chamados campos cerrados e savanas, que são frequentemente separados por quilômetros de mata.

As principais espécies arbustivas lenhosas, características para quase todos os campos cerrados, são: Lixeira (Curatella americana) Folha larga (Salvertia sp), (Vitex Flavem).

A vegetação rasteira é constituída por ervas, algumas apresentando flores bastante vistosas.

Foto 02 - Vegetação de Florestas constituídas por árvores de grande porte, por vezes alcançando até 70m de altura.

4.2.3 - Vegetação de Campos e Campinas

Os campos e as campinas, formações onde dominam gramíneas e ciperáceas, apresentam-se desprovidas de arbustos, como acontece nos campos cerrados.

Os campos ocorrem, geralmente, em áreas baixas, sujeitas a inundações periódicas. Ocupam faixas com vários quilômetros de extensão, entrecortadas por igarapés. No inverno torna-se inundáveis, constituindo verdadeiros lagos, onde aparece vegetação flutuante. As campinas, termo diminuitivo de campos, são pequenas áreas, abertas no meio das matas de origem natural, com solo arenoso, inacessíveis às cheias dos rios ou lagos, porém frequentemente pantanosas, alimentadas pelas águas das chuvas e, muitas vezes estagnadas após o inverno. As campinas são geralmente caracterizadas pela grande variedade de plantas lenhosas.

A vegetação arbustiva tem de um a dois metros de altura e é composta de muitas famílias.

4.2.4 - Vegetação de Mangue

Este tipo de vegetação encontra-se na faixa costeira, possui influência salina, constituindo vegetação típica conhecida pelo nome de Mangue.

4.2.5 - Vegetação de Praia

Banhadas pelo Atlântico, existem extensas áreas de praias cuja flora típica é constituída por várias espécies.

4.3 - Solo

As unidades de solo da região, que ocorrem em associações ou individualizadas, são: 1) Latossolo Amarelo, com as fases textura média, argilosa, muito argilosa e casca lho 2) Latossolo Vermelho Amarelo, somente com a fase textu ra média. 3) Podzólico Vermelho Amarelo, aparecendo o de tex tura argilosa, e equivalente eutrófico cascalhento, a acizen tado e o concrecionário. 4) Terra Roxa Estruturada: 5) solo Concrescionário Laterítico; 6) Bruno não cálcico, apresentan do Bruno não cálcico vertico, 7) Brunizém Avermelhado 8) Vertissolo; 9) Solonete Solodizado; 11) Planossolo Solodico, 12) Areias Quartzosas; 13) Areias Quartzosas Marinhas; 14) Regossolo Eutrófico com fragipan; 15) Laterita Hidromórfica , com as fases imperfeitamente drenados e de terreno elevado ; 16) Podzol Hidromórfico; 17) Gley Húmico; 18) Solos Aluviais, principalmente os eutróficos; 19) Solos Indiscriminados de Mangue; 20) Solos Hidromórficos Indiscriminados 21) Solos li tológicos.

4.4 - Hidrografia

A alta pluviosidade e a vegetação luxuriante, observadas na área do Projeto Gurupi, tornam o quociente pre cipitação/evaporação muito alto, acarretando um aumento da umidade e o consequente surgimento de grande número de rios e igarapés, sendo raros os que secam totalmente, mesmo na épo ca da estiagem.

A região do Projeto apresenta mais de 5.000 km de rios navegáveis, por embarcações de pequeno a médio porte.

O rio Gurupi, na opinião de DODT, começa a existir, verdadeiramente na confluência do Caju-Apara e Ytinga, onde a sua largura é de 20m, conservando-a mais ou menos inalterada até receber o Gurupi-Mirim.

As cabeceiras do rio Gurupi estão localizadas em terreno baixo, pantanoso, coberto por vegetação própria da várzea. À jusante de Caju-Apara, começam os barrancos, cuja altura média varia entre 4 a 8 metros, sendo que em algumas partes, atingem de 15 a 20 metros. Além desses barrancos, estende-se a mata virgem, exuberante, autêntico prolongamento da hiléia amazônica, a qual só muda de aspecto próximo à foz do rio, por influência das águas de maré.

O rio Gurupi possui numerosos meandros, que dificultam a navegação, e trechos encachoeirados que vão de Pedra de Amolar até próximo a vila de São José do Gurupi.

Na zona encachoeirada a navegação é difícil, salvo na época das cheias.

O rio Gurupi possui maior número de afluentes pela margem esquerda, que são também os mais importantes. Apresenta um regime irregular, uma extensão de 719 km tendo sido calculada a área da bacia por RAIMUNDO LOPES, em 60.000 km^2.

O rio Turiaçu, percorre uma extensão de 200 km, com um declive médio de aproximadamente 0,2%. A área da bacia é de 32.000 km^2, possuindo em suas margens barrancos, cuja altura varia entre 2 a 4 metros. A navegação, em certos trechos, só é permitida por barcos de pequeno porte, devido

serem estreitos e rasos.

Próximo à sua cabeceira, o rio Turiaçu possui numerosos meandros, muitas vezes atravessados por troncos de árvores, os quais dificultam a navegação. Entre as cidades de Santa Helena e Turiaçu, a navegação é perigosa, quando não se conhece o canal do rio Turiaçu, em virtude dos bancos de areia ali existentes.

O rio Guamá, com uma extensão de 330 km, dentro da área do Projeto Gurupi, apresenta-se estreito nas suas cabeceiras somente permitindo navegação a barcos de pequeno porte. O rio Guamá desemboca às proximidades de Belém, destacando-se entre os seus afluentes mais importantes, os rios Capim e Irituia, ambos localizados na sua margem esquerda . Inúmeros igarapés estão presentes nas margens do rio Guamá, onde os moradores da região praticam a pesca.

Os cursos inferiores do rio Guamá, até acima de São Domingos do Capim, como também os do rio Capim, sofrem influência das marés. Com maré baixa, o rio Guamá possui corredeiras, que dificultam a navegação.

O rio Guamá possui importantes cidades nas suas margens, como São Domingos do Capim, São Miguel do Guamá, Ourém e Boca Nova.

O rio Maracaçumé, faz-se presente em toda sua extensão. Na área do Projeto sua nascente situa-se em torno da latitude $2^{o}12'S$ e $45^{o}4'O$, possuindo meandros entre os baixo contra-fortes da serra de Tiracambu, a oeste, e da serra

de Piranhinha a leste. Seu curso segue, aproximadamente, o rumo N20°E até o porto da cidade de Cândido Mendes, com um percurso de 122 km e um desenvolvimento de 155 km desde a nascente.

Entre as serras de Tiracambu e Piranhinha, a partir das nascentes e até Candido Mendes, o rio Maracaçumé recebe numerosos pequenos afluentes, entre os quais destacam-se: Ferragem, Pacozal do Peixe, Maracaxuba, Catazuba, Duas Antas e Coqueiral. Ao longo deste trajeto ocorrem as povoações de Ferragem, Montes Arcos, Maracaçumé, Catazuba, Cabeças, , Areal, Abelardino, Caxias e Bacuri Torto.

O rio Maracaçumé é navegável por embarcações de 50 até 100 t, com a maré alta, desde sua foz, até a ponte da BR-316, não o sendo possível com maré baixa. Possui uma largura de 175m, em Cândido Mendes, banhando as terras altas da margem esquerda, enquanto as marés altas penetram através das faixas de mangais que cobrem a margem direita, numa extensão de 4 a 5 km.

Suas margens são relativamente elevadas, atravessando zonas extensas de mata até o rio do Peixe, e daí encadeando na planície inundável, na qual extravasa no período das chuvas.

Na zona de mangais laterais, a partir de Bacuri Torto, a ação das marés se faz presente até uma distância de 7km de Cândido Mendes, onde apresenta flutuações de 2m, aproximadamente.

O rio Piriá tem uma extensão aproximada de 300 km, nasce na porção central da Folha SA.23-Y-A, próximo à cabeceira do rio Guamá, correndo de SW para NE, indo desembocar no Atlântico. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os igarapés Grande, Farmácia, Mamorana, Sete Barracas e os rios Piriauna e Macacos, enquanto que pela margem esquerda, destacam-se os igarapés Sto. Antônio, Piquiá e o rio Pitoró.

O rio Piriá apresenta, a partir de sua cabeceira até o seu médio curso, à altura da BR-316, uma largura variando de 10m até 50m começando daí por diante a alargar, atingindo em sua foz com mais de 2.000m. Sofre influência de maré no seu baixo curso, até a corredeira Itapaiuna, nas proximidades da BR-316. Na sua cabeceira, o leito do rio, embora de uma largura considerável, é preenchido por vegetação de pequeno porte, apresentando meandros e diversos furos, na maioria das vezes entulhados por árvores caídas, impedindo a navegação até mesmo com canoas pequenas.

No alto e parte do médio curso, no trecho entre o povoado Vila de Cristal até a Vila do Japiim, nas proximidades da BR-316, o rio Piriá, na época de verão, expõe afloramentos rochosos, na maioria constituídos por rochas do Complexo Basal e Grupo Gurupi, formando a cachoeira do Japiim, corredeira das Sete Ilhas e outras menores, tornando-se necessária a presença de um prático, para fazer a ultrapassagem das pequenas embarcações que por aí trafegam.

No médio curso, a jusante da BR-316, observa-se a última corredeira, denominada Itapaiuna, formada por aflora

mentos de rochas sedimentares, principalmente grauvacas, onde a ultrapassagem, na época de verão, torna necessário o uso de cabo. Daí por diante, até a foz, o rio é navegável por canoas de pequeno a médio porte.

Ao longo de todo o seu curso, localizam-se povoados e moradores dispersos. No trecho compreendido entre a rodovia BR-316 e o alto curso, no local Serra Azul, destacam-se apenas os povoados de Palha e Cristal, e com maior concentração populacional, apenas a Vila do Japiim. No trecho compreendido entre a BR-316 e a sua foz, localizam-se entre outras as vilas de Curupati e São José do Piriá.

5. GEOMORFOLOGIA

Para uma melhor definição dos caracteres geomorfológicos da área abrangida pelo Projeto Gurupi, foi de suma importância a observação das imagens de radar, sendo estribadas no seu estudo, as considerações tecidas nesse capítulo. As deficiências apresentadas devem-se, sobretudo, à falta de estudos específicos anteriores, bem como a inexistência de um perfeito controle altimétrico, fundamental para trabalhos dessa natureza.

De uma maneira geral, observa-se que a região, ora em estudo, tem como característica uma acentuada heterogeneidade morfológica, que varia desde paisagens totalmente planas, até feições fortemente onduladas; verifica-se também que, a grosso modo, é possível estabelecer um relacionamento entre as feições geomórficas e a litologia. Deste modo as diversas formas de relevo existentes, foram agrupadas em cinco domínios geomorfológicos, denominados:

Planície Aluvionar-Região Plana, com cotas poucos metros acima do nível do mar, desenvolvendo-se principalmente ao longo do litoral, constituindo a planície costeira; ocorre também para o interior do continente, constituindo a planície de inundação dos principais cursos d'água.

Superfície de Dunas-Superfície Ondulada, desenvolvida sobre sedimentos arenosos inconsolidados, representada ' principalmente a leste da cidade de São Luís, constituindo os "lençóis maranhenses". Aí, predominam dunas dos tipos "barcana" e "seif".

Baixos Platôs - Região de topografia suave, com patamares baixos e terraços escalonados, cujas cotas não ultrapassam o nível dos 100m. Ocorrem, principalmente, na porção S-SW da área, nos divisores de águas Gurupi-Piriá- Capim-Guamá, inicialmente como corpos isolados, adquirindo continuidade à medida que se deslocam para norte e para oeste. Esses platôs apresentam superfícies planas com bordos escarpados e fortemente ravinados.

Peneplano - representado principalmente, pelo relevo arrasado, desenvolvido, sobremaneira, nas rochas do Complexo Basal e mais raramente, nas formações sedimentares, com cotas médias entre 50 e 100m, constitui aproximadamente 50% do total da área. Distribui-se em ambos os flancos do "belt" xistoso do Gurupi, estendendo-se para norte e nordeste, até próximo a zona costeira.

Maciços residuais - relevo proeminente e acidentado, constituindo as maiores elevações observadas na região, com cotas máximas ao nível dos 200m. Os maciços residuais desenvolvem-se, principalmente, sobre os metassedimentos do Grupo Gurupi, formando serras alongadas de "trend" NW-SE, e, mais raramente, sobre rochas do Complexo Basal, constituindo "inselbergs" gnáissicos.

5.1 - Planície Aluvionar

Sob essa denominação, foram englobadas as feições de menor expressão topográfica, na área, desenvolvidas notadamente na zona litorânea, constituindo uma típica planície costeira, que compreende uma faixa alongada de direção geral no

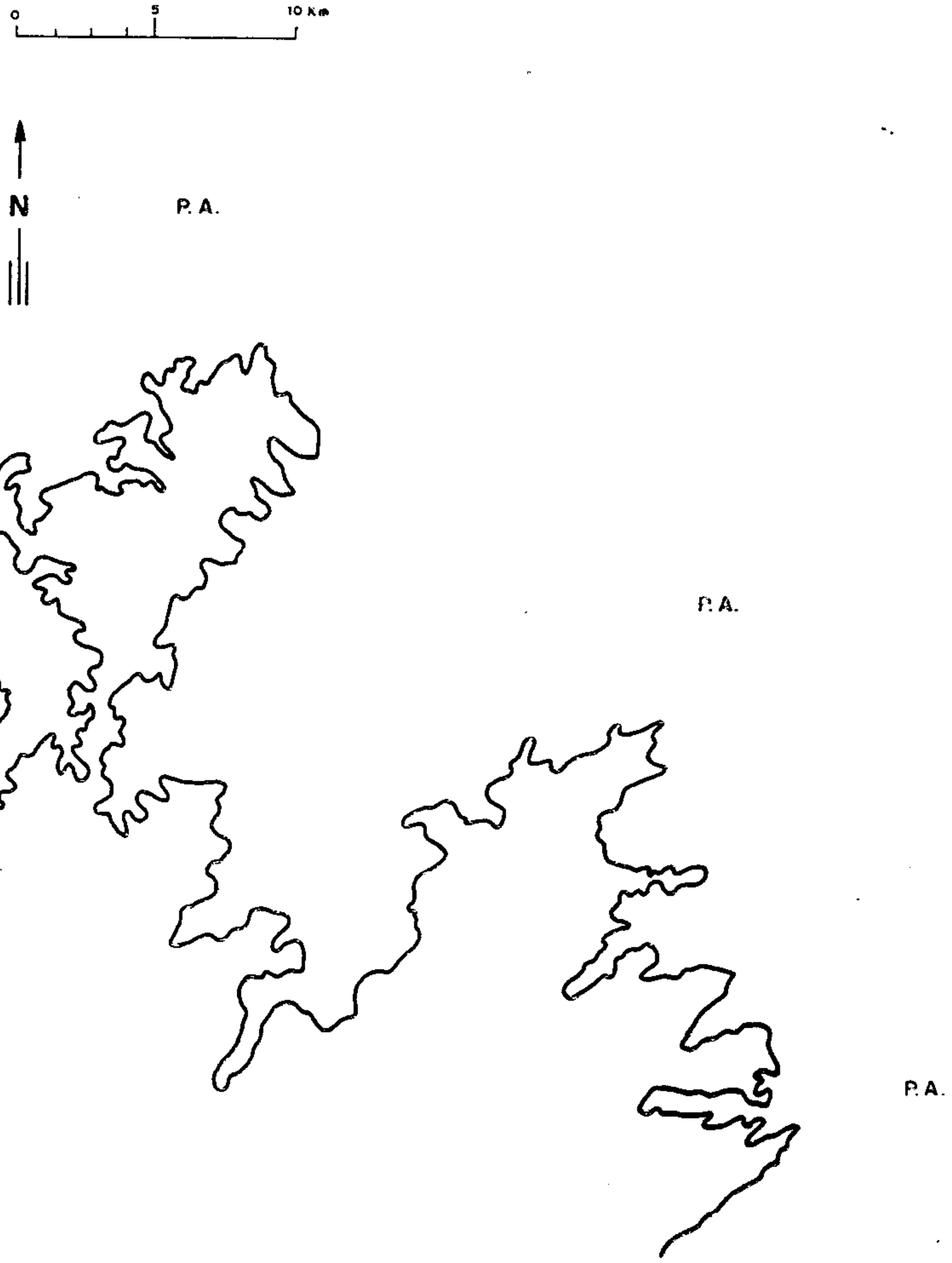
roeste-sudeste, no litoral dos estados do Pará e do Maranhão (Mosaico nº 1).

No interior do continente, a planície aluvionar está também representada, pelas planícies de inundação dos rios que drenam a região.

A delimitação dessa superfície, nas imagens de radar é relativamente fácil, quer pela sua planura, quer pelo seu aspecto homogêneo e sua colaboração cinza claro a esbranquiçado, contrastando com as tonalidades mais escuras das áreas adjacentes.

Na região costeira, esta unidade constitui uma superfície com suave inclinação, em direção ao mar, com cotas quase ao nível do mesmo. O contorno da linha de costa é extremamente irregular, havendo o desenvolvimento de sucessivas baías e pontões, bem como de cordões litorâneos. A largura máxima da planície costeira é em torno de 25 km, entre as cidades de Vizeu e Turiaçu, enquanto que na porção oriental da área, entre as cidades de Alcântara e Cururupu, sua largura raramente ultrapassa a casa dos 5 km.

A maioria dos cursos d'água que drena essa região, embora com pequena extensão, apresentam-se extremamente largos em sua embocadura estreitando-se abruptamente e terminando em ravinas curtas e sinuosas;entretanto, os rios de grande porte têm também seus estuários nessa região, destacando-se, entre outros, os rios Mearim, Pericumã, Turiaçu, Maracaçumé, Gurupi e Piriá, os quais transportam, para suas embocaduras, excepcional quantidade de material em suspensão, o qual é aí



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 1 (RADAR) - Planície Aluvionar

P.A. - Planície Aluvionar - Superfície plana, homogênea, refletindo na imagem em tons cinza claro a esbranquiçado, com cotas quase ao nivel do mar. Cursos d'água de pequena extenção, largos na foz, afogados, em forma de trombetas, caracterizam uma costa de "rias"

Praia Grande
BAÍA
DO
CARARÁ
BAÍA DO MARACAÇUMB
Cândido
Mendes

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 1 (RADAR) - Planície Aluvionar

P.A. - Planície Aluvionar - Superfície plana, homogênea, refletindo na imagem em tons cinza claro a esbranquiçado, com cotas quase ao nivel do mar. Cursos d'água de pequena extenção, largos na foz, afogados, em forma de trombetas, caracterizam uma costa de "rias"

depositado, contribuindo assim para a formação dessa planície flúvio-marinha. De um modo geral, a planície costeira desenvolve-se sobre sedimentos inconsolidados, holocênicos, com granulometria que varia de argila até cascalho, constituindo uma região plana, baixa e pantanosa, em grande parte sujeita à ação de marés, constituindo as conhecidas zonas de mangue.

A vegetação que se desenvolve ao longo da planície costeira é caracterizada pela presença do mangue e da siriuba, cujas raízes adventícias constituem elemento importante para a fixação do material, trazido em suspensão nas águas.

A presença de cursos d'água com largas embocaduras, afogadas em forma de trombeta, sugere que a costa atlântica teve sua formação relacionada à submergência parcial de uma região drenada por vales normais, o que caracterizaria uma típica costa de "rias". Atualmente, a presença de formas erosivas no litoral atlântico, como as falésias vivas de Maracanã, Salinópolis etc, bem como os cordões litorâneos, truncados e despedaçados na baia de Turiaçu e próximo ao farol de São José, sugerem uma movimentação epirogenética negativa no continente, com a consequente submergência da linha de costa e avanço do mar.

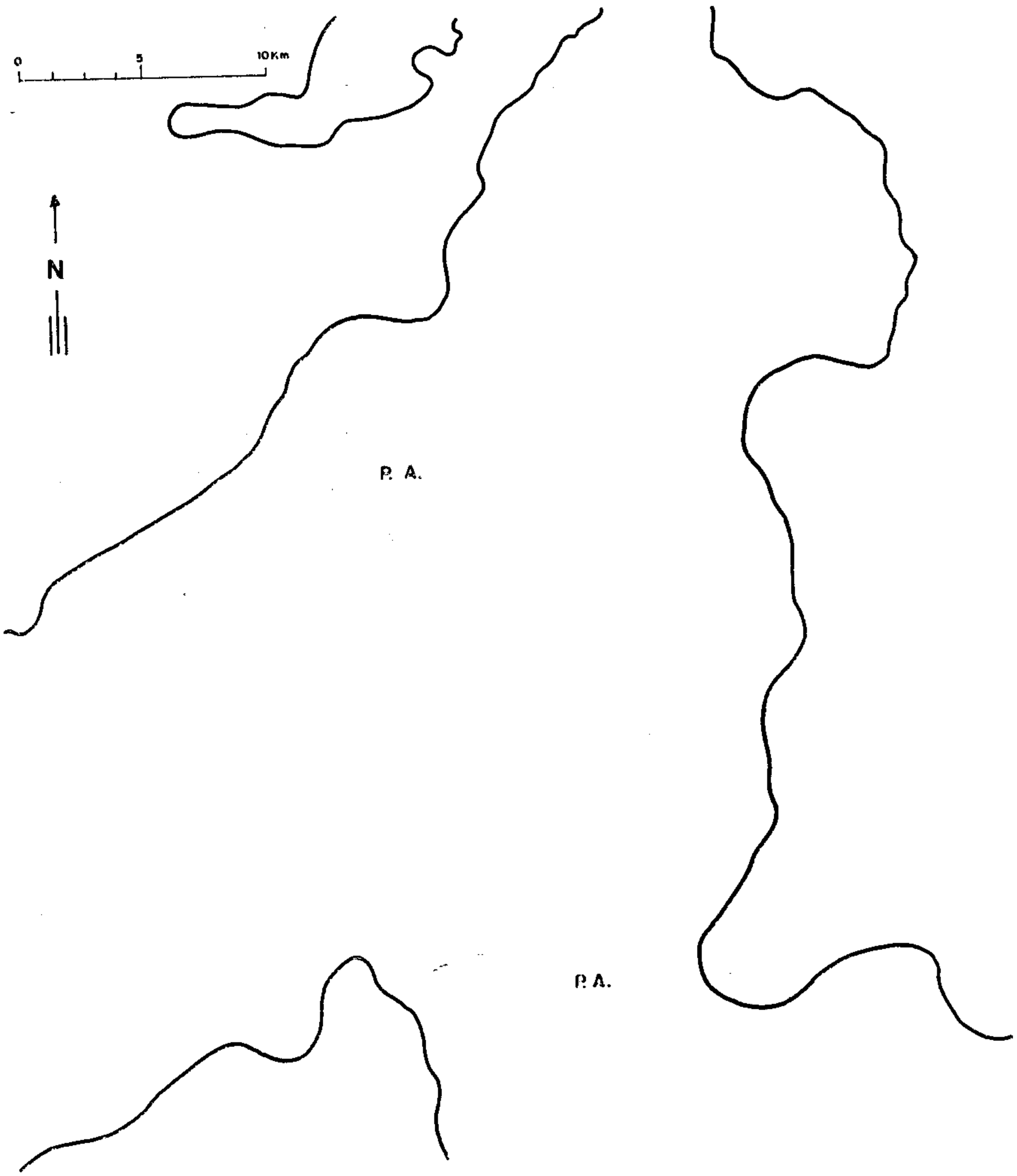
Estendendo-se para sul, em direção ao interior do continente, a planície aluvionar está bem representada pelas aluviões desenvolvidas nas planícies de inundação dos principais cursos d'água, constituindo formas acumulativas de origem fluvial. Estas, podem ser facilmente observadas, entre outros, nos rios Gurupi e Capim, sendo que neste último

há o desenvolvimento de lagos, pestanas, "ox bow lake" etc, ao longo de seu médio-alto curso, evidenciando seu fraco declive. Entretanto, é na porção compreendida entre a região dos lagos, que ocorrem ao longo dos rios Turiaçu e Pericumã, que essa superfície atinge o seu máximo desenvolvimento, constituindo uma região plana, homogênea, encravada na superfície suavemente ondulada, do peneplano (Mosaico nº 2). Essas regiões de lagos, estariam provavelmente, em épocas pretéritas, interligadas e, à medida que foram sofrendo assoreamento, houve sua gradual separação em lagos menores. A drenagem que aí se desenvolve é do tipo dendrítico, caracterizada pelo denso ravinamento, havendo, freqüentemente, o interligamento de diferentes bacias.

5.2 - Superfícies de Dunas

Compreende uma região de relevo suavemente ondulado, desenvolvido sobre sedimentos arenosos, inconsolidados. Ocorre principalmente a leste da cidade de São Luís, entre o rio Munim e o meridiano de 43°30' WGr, constituindo os chamados "lençóis maranhenses" (Mosaico nº 3). Esses depósitos arenosos, de origem eólica, estão representados por dunas dos tipos barcana, "seif" e "lombadas transversais à direção dos ventos". Entre elas, desenvolvem-se lagos de forma alongada segundo uma direção NE-SW, os quais aparecem nas imagens como minúsculas faixas escuras.

As barcanas possuem direção geral acentuada para NW (N80°W), com o barlavento voltado para noroeste, sugerindo a existência de ventos de sentido noroeste-sudeste.



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

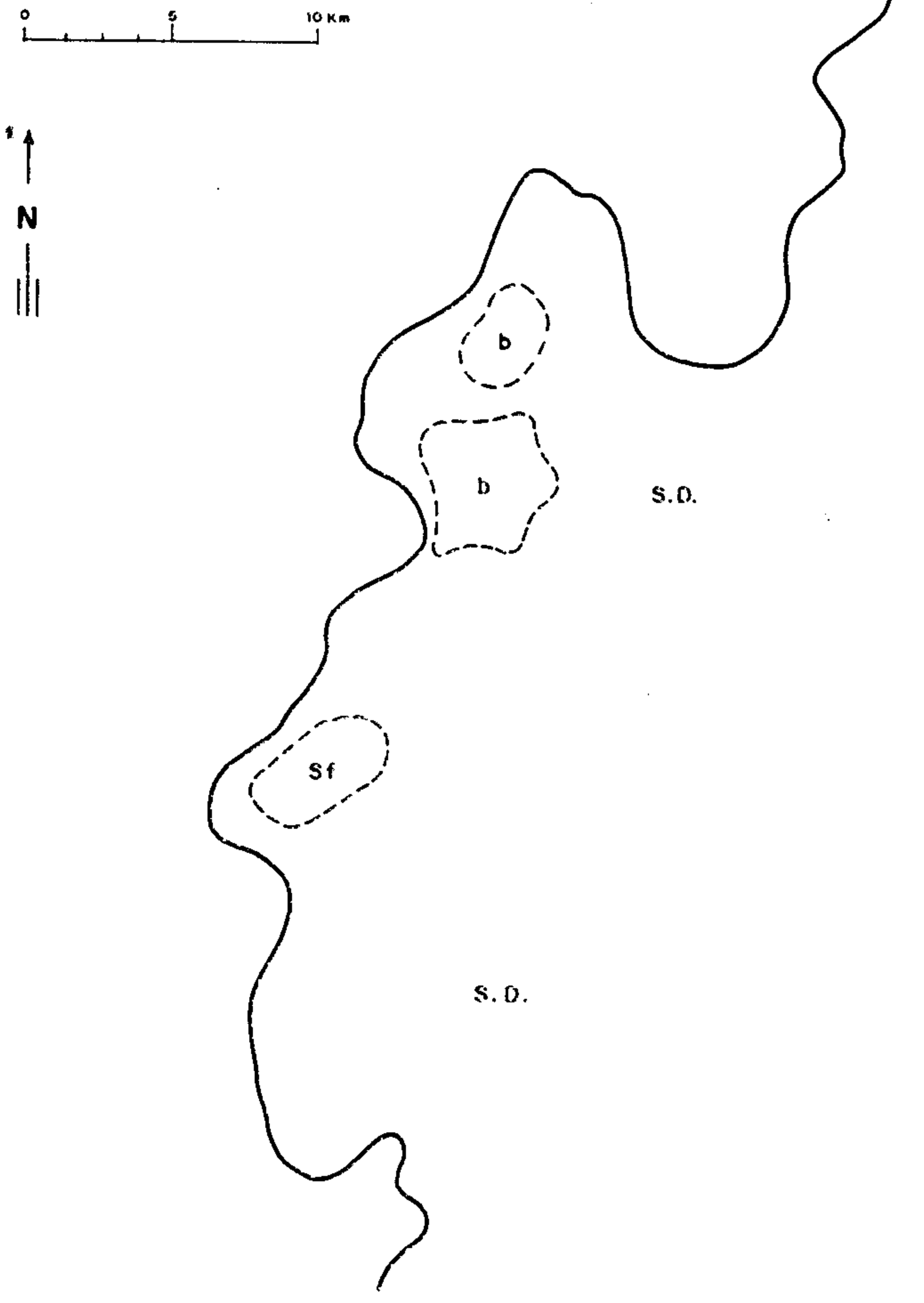
MOSAICO Nº 2 (RADAR) - Planicie Aluvionar

P. A. – Planicie Aluvionar - esta bem representada pelas aluviões desenvolvidas nas planicies de inundação dos principais cursos d'água, constituindo formas acumulativas de origem fluvial. No interior do continente, essa superfície esta bem representada no interflúvio Pericumã - Turiaçu, na região dos lagos, constituindo uma região plana homogênea, densamente ravinada.

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 2 (RADAR) - Planicie Aluvionar

P. A. – Planicie Aluvionar - esta bem representada pelas aluviões desenvolvidas nas planicies de inundação dos principais cursos d'água, constituindo formas acumulativas de origem fluvial. No interior do continente, essa superfície esta bem representada no interflúvio Pericumã - Turiaçu, na região dos lagos, constituindo uma região plana homogênea, densamente ravinada.



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J.L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 3 (RADAR) - Superficie de Dunas.

S.D. - Superfície de Dunas - Extensos depósitos arenosos, ondulados, constituindo dunas dos tipos barcanas (b) e Seif (Sf), predominantemente. Fazem parte dos chamados "lençois maranhenses".

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J.L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 3 (RADAR) - Superficie de Dunas.

S.D. - Superfície de Dunas - Extensos depósitos arenosos, ondulados, constituindo dunas dos tipos barcanas (b) e Seif (Sf), predominantemente. Fazem parte dos chamados "lençois maranhenses".

A drenagem que se desenvolve nessa região é bem espaçada, com padrão dendrítico-poligonal predominante, com cursos d'água sem grande expressão, apresentando vales de fundo chato e desenvolvendo planícies de inundação, facilmente detectáveis nas imagens.

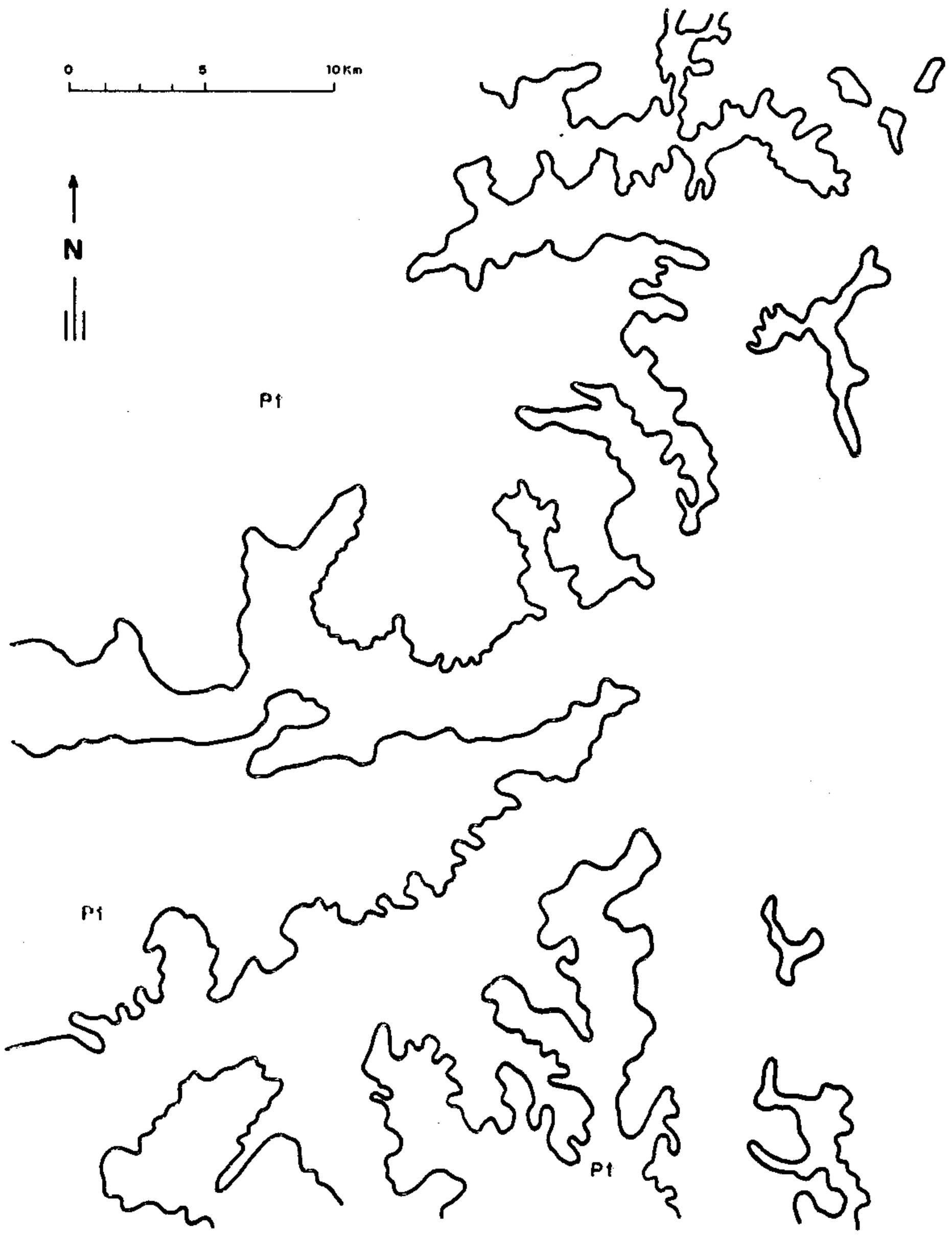
5.3 - Baixos Platôs

Essa feição geomórfica tem ampla distribuição na área, notadamente na porção W-SW, nos interflúvios Gurupi-Piriá-Capim-Guamá, estendendo-se para norte, até próximo ao rio Guamá; de um modo geral, essa superfície não possui cotas superiores a 100m, estando desenvolvida, principalmente, sobre os clásticos do Grupo Barreiras e, mais raramente, na Formação Itapecuru (foto 3).

Na porção central da folha SA.23-Y-A, entre os rios Gurupi e Piriá, os baixos platôs apresentam-se nos níveis topográficos máximos para essa unidade (100m),ocorrendo, inicialmente, como corpos isolados, adquirindo maior continuidade à medida que se deslocam para oeste e para norte (Mosaico nº 4). Essa continuidade é acompanhada por um decréscimo de altitude, sendo que, ao norte do rio Guamá essa feição passa quase imperceptivelmente a formas arrasadas, relacionadas ao peneplano. Tal fato é sugestivo de um suave mergulho regional em direção N-NE.

A grande maioria dos cursos d'água da região é de caráter consequente, excetuando-se, no entanto, os rios Piriá (alto curso) e Guamá (médio curso), os quais, nesses trechos, têm seus cursos provavelmente condicionados a alinha

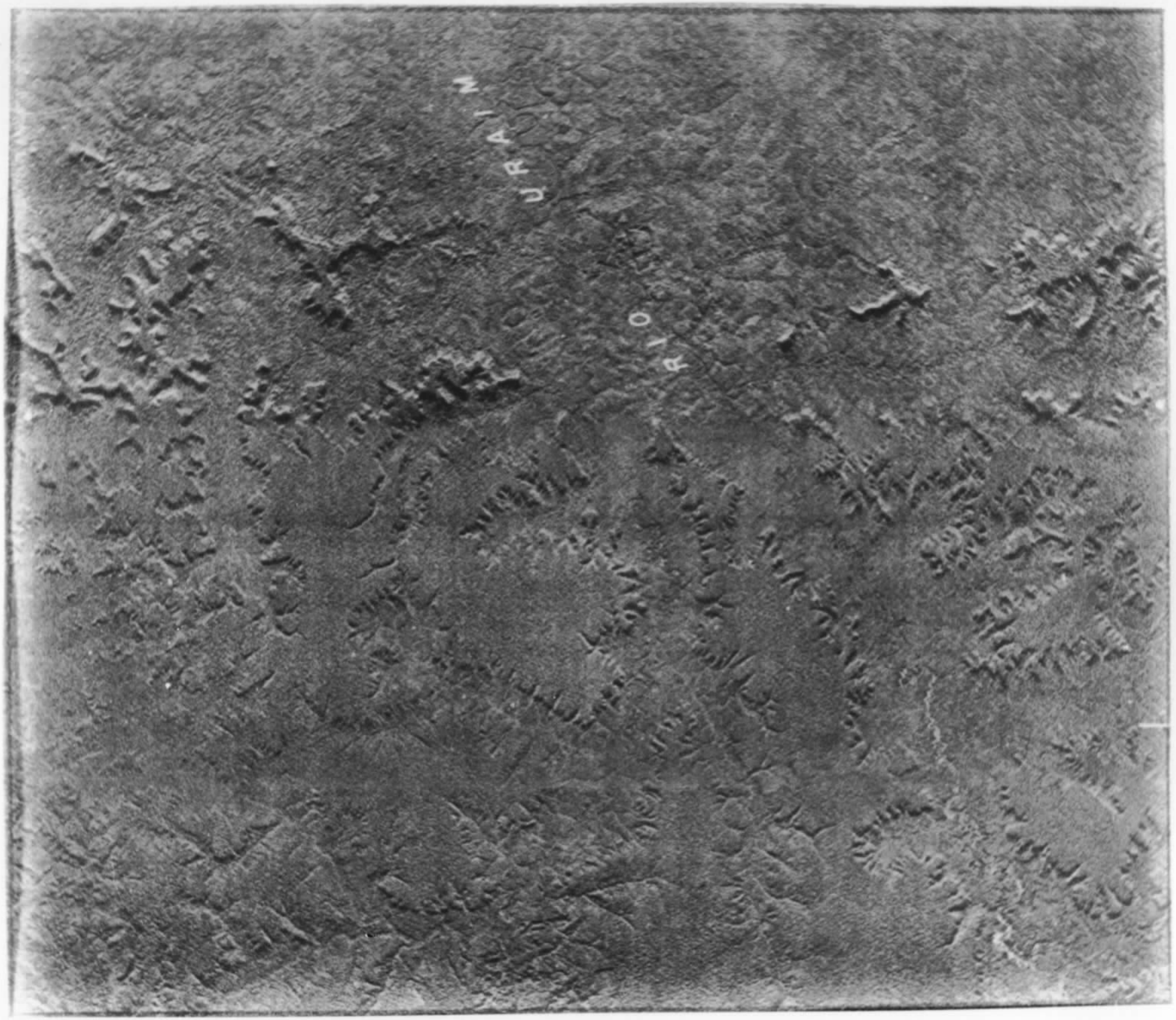
Foto 03 - Desenvolvidos principalmente sobre os clásticos do Grupo Barreiras e, mais raramente na Formação Itapecuru, os "baixos Platôs" tem ampla distribuição na área, mais acentuadamente na porção W-SW, no interflúvio Gurupi-Piriá-Capim-Guamá.

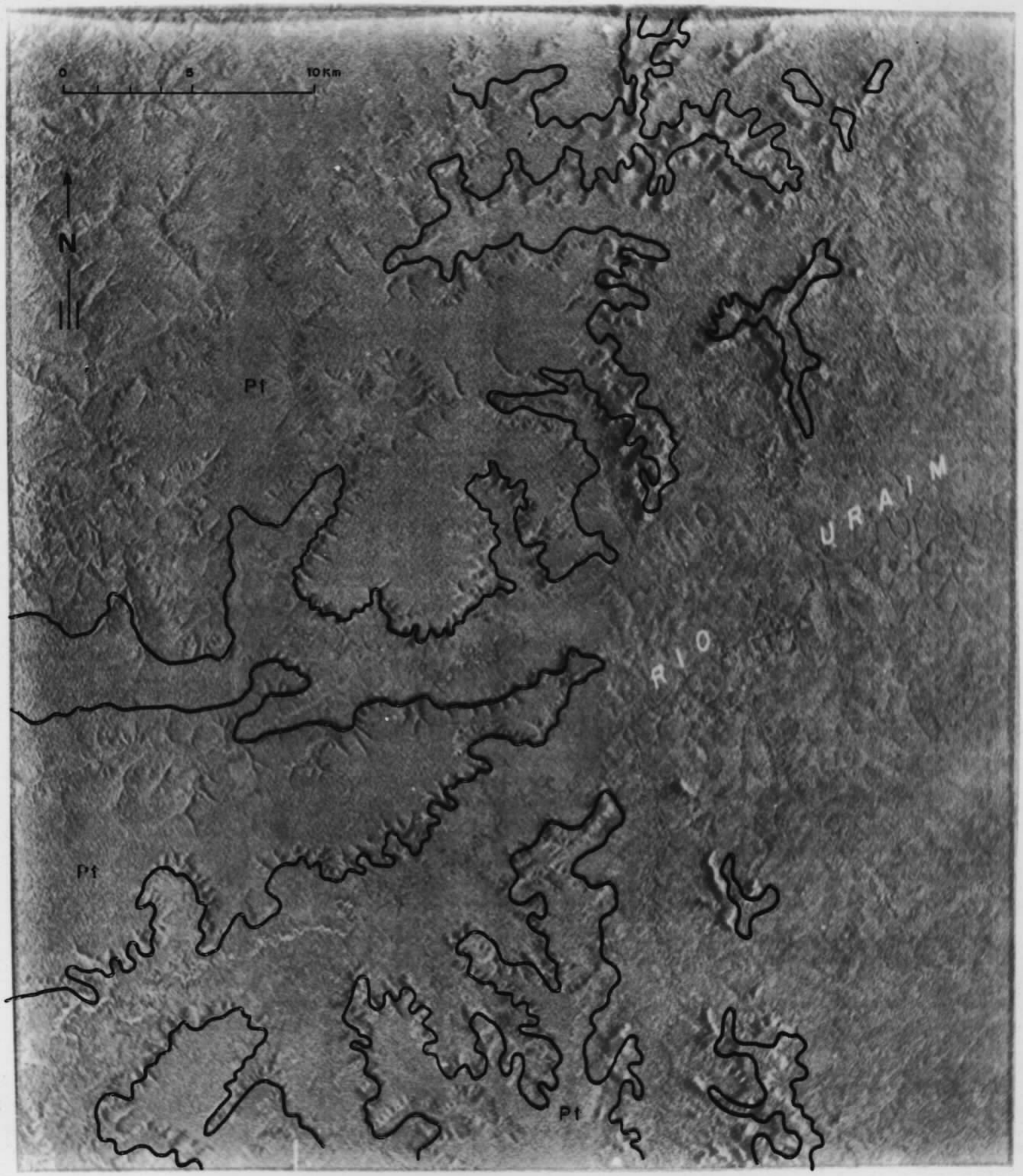


CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 4 (RADAR) - Zona dos Platôs

Pt - Platôs Terciários - Elevações de topo plano, com bordos escarpados, fortemente ravinados, desenvolvem-se sobre os litotipos da Grupo Barreiras. Na porção oriental da foto, os platôs ocorrem como pequenos corpos isalados; entretanto, a medida que se afasta para oeste , os mesmo adquirem maior continuidade. Essa superfície, com cotas ao nivel do 100 m, estaria relacionada aos aplainamentos do ciclo de erosão correspondente ao Velhas (King, 1956).


URAL



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 4 (RADAR) - Zona dos Platôs

Pt - Platôs Terciários - Elevações de topo plano, com bordos escarpados, fortemente ravinados, desenvolvem-se sobre os litotipos da Grupo Barreiras. Na porção oriental da foto, os platôs ocorrem como pequenos corpos isolados; entretanto, a medida que se afasta para oeste , os mesmo adquirem maior continuidade. Essa superfície, com cotas ao nivel do 100 m, estaria relacionada aos aplainamentos do ciclo de erosão correspondente ao Velhas (King, 1956).

mentos estruturais, sendo, pois do tipo subseqüente. A drenagem é bastante espaçada, com padrão predominante dendrítico, localmente semi-controlado. De uma maneira geral, os baixos platôs possuem superfícies planas, homogêneas, com bordas escarpadas e fortemente ravinados.

Nessa região, os baixos platôs estão desenvolvidos sobre clásticos de provável idade terciária, consistindo em intercalações de arenitos e argilas, atribuídas ao Grupo Barreiras. Apresentam-se em terraços escalonados, conseqüência dos dissecamentos produzidos pelo reajuste epirogenético da área.

Na porção SE da folha SA.23-Y-B, entre os rios Turiaçu e Pericumã e na porção centro-oeste da folha SA.23-Z-A, próximo a Bequimão, os baixos platôs estão representados por corpos isolados, de pequena extensão, constituindo mesetas, cujas cotas não ultrapassam os 50 m; aí, essas formas tabulares estão desenvolvidas sobre rochas cretáceas da Formação Itapecuru, sobressaindo-se do relevo arrasado do peneplano regional.

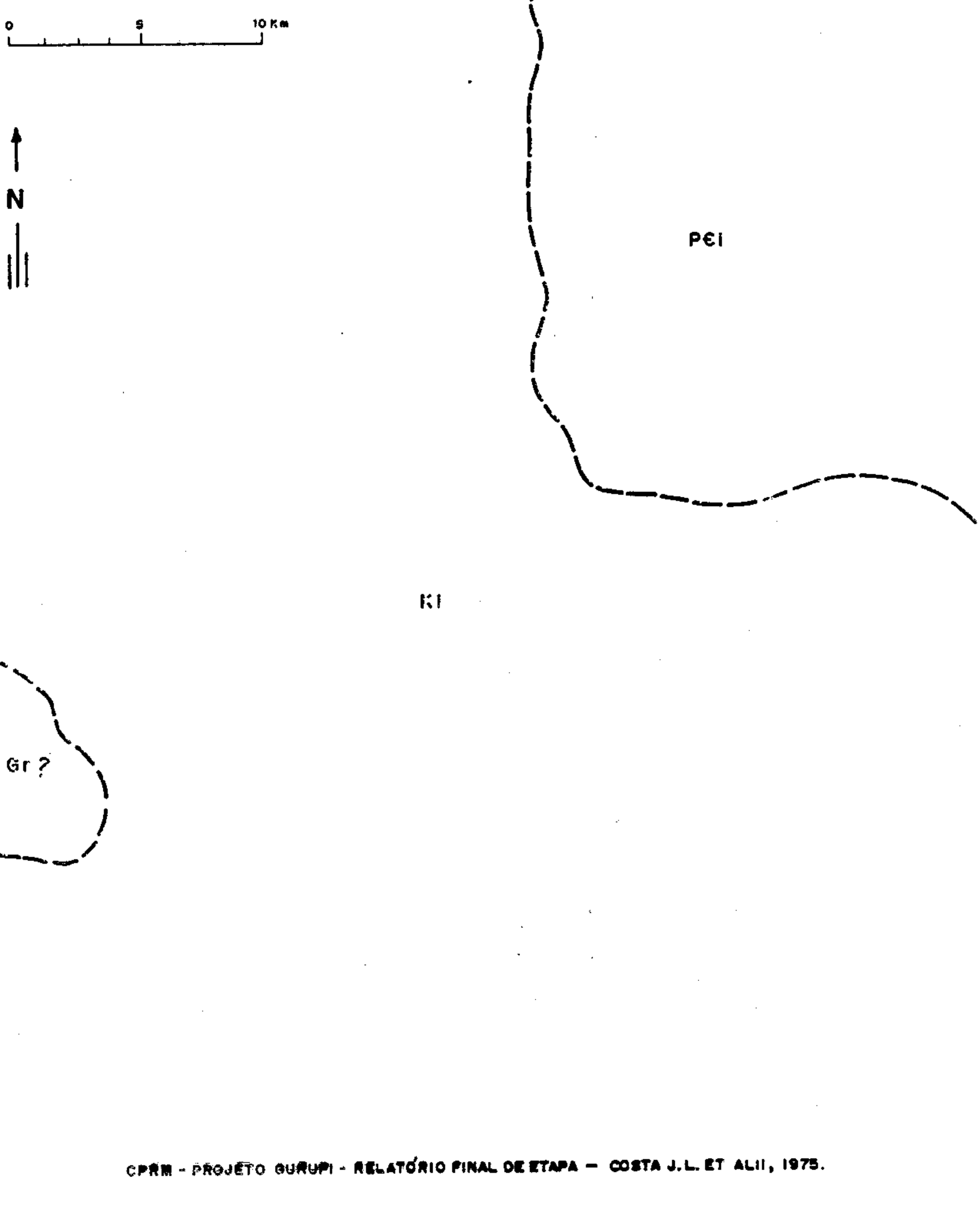
De uma maneira geral, toda a superfície relacionada aos baixos platôs encontra-se capeada por concreções lateríticas, podendo ser relacionada ao ciclo geomorfológico correspondente ao Velhas (KING, 1956), não sendo imprópria a denominação "Superfície Barreiras" para a mesma.

5.4 - Peneplano

Constitui a feição geomórfica de maior extensão na área mapeada, formando uma superfície plana e suavemente ondulada, na qual o trabalho modelador da erosão foi de quase completo arrasamento. Essa feição desenvolve-se, indistintamente, tanto sobre as rochas do Complexo Basal como nas formações sedimentares (Mosaico nº 5), estando bem representada, entre outras, nas folhas SA.23-V-C, SA.23-V-D, SA.23-Y-A e SA.23-Y-B. As cotas situam-se entre 50 e 100 m, aproximadamente, decrescendo à medida que se deslocam para oeste e norte.

Na folha SA.23-V-C, a superfície arrasada pode ser observada na porção setentrional da mesma, notadamente entre os rios Caeté, Maracanã e Marapanim, bem como a norte do rio Guamá. Os tipos litológicos sobre os quais se desenvolve essa superfície, na porção considerada, pertencem ao Grupo Barreiras. A morfologia é bastante monótona, com colinas de topo suavemente arredondado, distribuídas aleatoriamente, sugerindo, provavelmente, a presença do embasamento a pouca profundidade. A drenagem é espaçada, com padrão dendrítico, passando localmente a sub-retangular, com vales bem encaixados, às vezes retilíneos, parecendo subordinados a alinhamentos estruturais do embasamento, refletidos na delgada cobertura sedimentar.

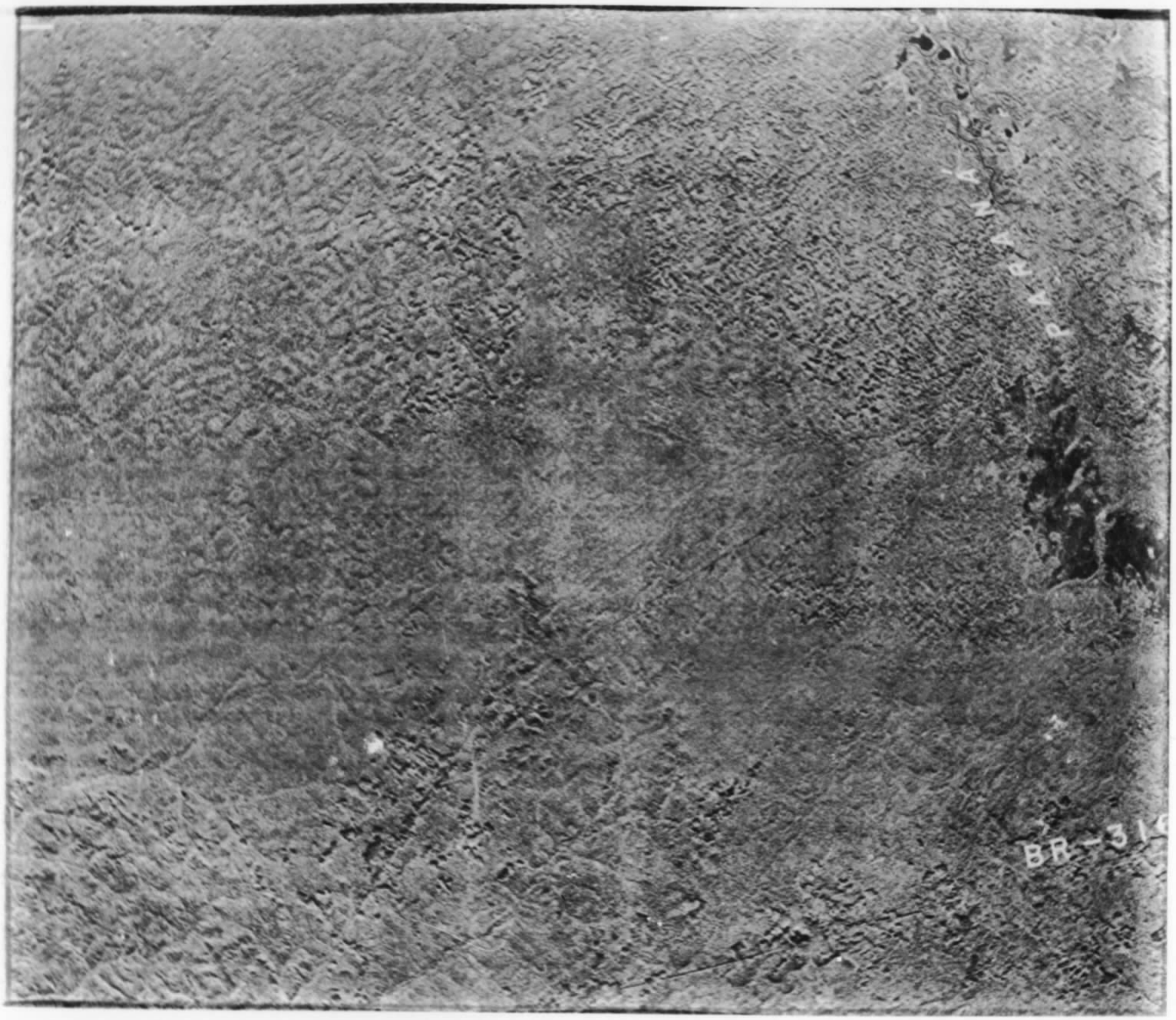
Nas folhas SA.23-V-D, SA.23-Y-A e SA.23-Y-B, o relevo arrasado desenvolve-se tanto nas formações sedimentares como também nas rochas do Complexo Basal. A planície costeira, que ocorre ao norte da área, representaria o nível de

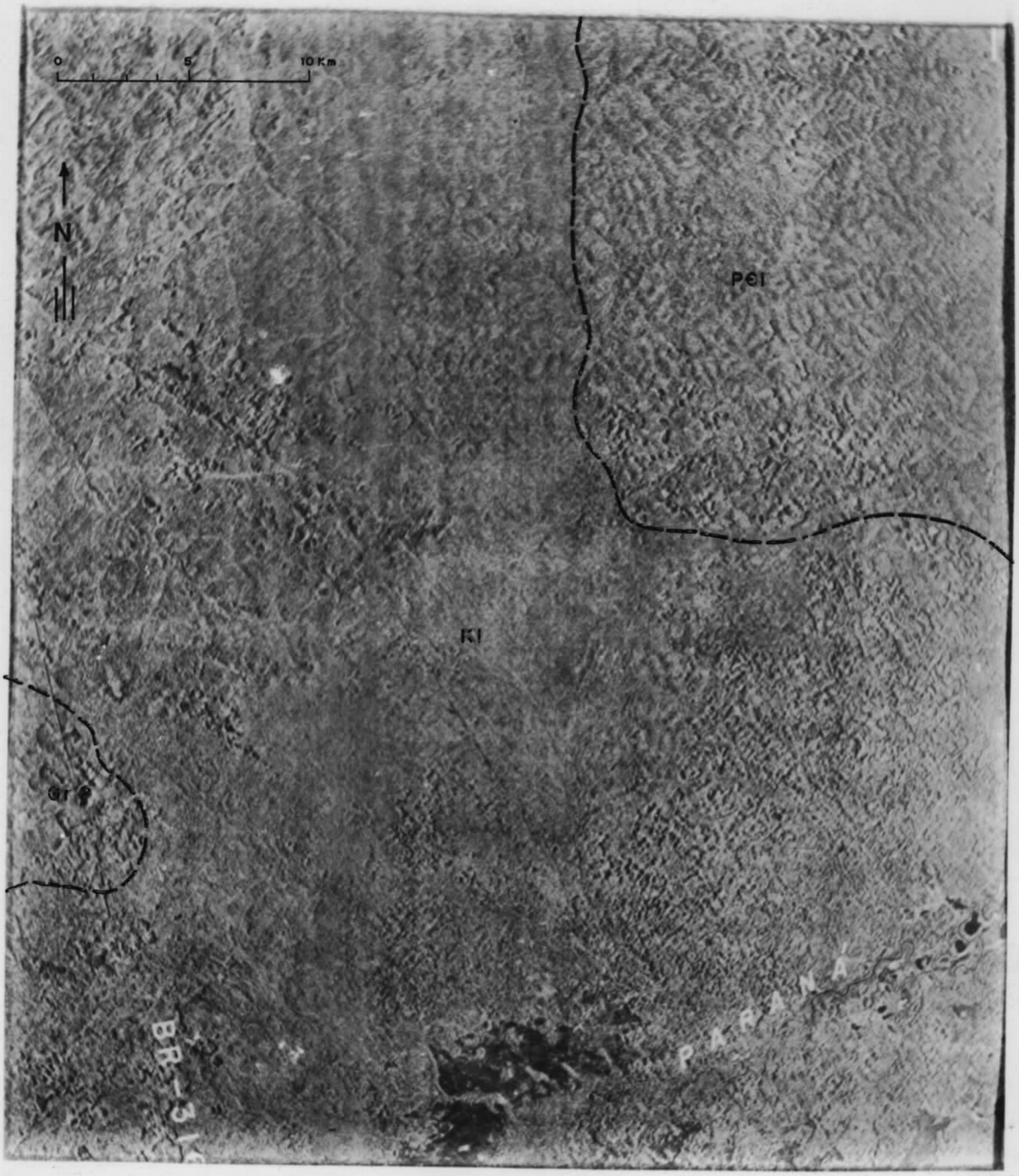


CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J.L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 5 (RADAR) - Peneplano

Superfície plana a suavemente ondulada, onde o trabalho modelador da erosão foi de quase total arrasamento. Essa feição desenvolve-se indistintamente tanto nas rochas do complexo Basal (PEi; Gr?) como nas formações sedimentares (Ki - formação Itapecuru). As cotas situam-se entre 50 a 100 m. aproximadamente, decrescendo a medida que se deslocam para oeste e norte.


BR-31



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J.L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 5 (RADAR) - Peneplano

Superfície plana a suavemente ondulada, onde o trabalho modelador da erosão foi de quase total arrasamento. Essa feição desenvolve-se indistintamente tanto nas rochas do complexo Basal (PEi; Gr?) como mas formações sedimentares (Ki - formação Itapecuru). As cotas situam-se entre 50 a 100 m. aproximadamente, decrescendo a medida que se deslocam para oeste e norte.

base local, para o qual tenderiam as feições topográficas mais elevadas. A feição geomórfica, exibida pelas formações sedimentares, é algo semelhante, sendo que a Formação Itapecuru, que ocorre mais a sul e a leste da área, apresenta uma morfologia menos pronunciada, com cotas mais suaves.

O peneplano tem também ampla distribuição nas folhas SA.23-X-C e SA.23-Z-A, sendo que, aí, essa feição geomórfica está relacionada aos clásticos da Formação Itapecuru, constituindo um relevo arrasado, ocorrendo, entretanto, suaves ondulações, como se pode observar às proximidades das cidades de Alcântara e Guimarães.

Os ciclos erosivos, que atuaram na região, afetaram intensamente as rochas do Complexo Basal, esculpindo-as e estabelecendo uma morfologia monótona, caracterizada por uma seqüência de morros baixos, de topos abaulados e encostas suaves, os quais se apresentam nas imagens de radar como pequenos prismas; essa feição é facilmente observada na folha SA.23-V-D, entre os rios Gurupi, Maracaçumé e Turiaçu (baixo curso); na folha SA.22-Y-A, no interflúvio Gurupi-Piriá e ainda na porção meridional da folha SA.23-Y-B. A drenagem é, em geral, do tipo dendrítico, com variações locais para circular concêntrico, como pode ser observado na folha SA.23-V-C, entre os rios Gurupi e Guamá. Os cursos d'água, de segunda e terceira ordem, estão geralmente subordinados a alinhamentos estruturais do Complexo Basal.

De um modo geral, o peneplano arrasado representaria uma forma topográfica de equilíbrio entre a estrutura, a natureza da rocha e a erosão.

5.5 - Maciços Residuais

Constituem as maiores elevações da região, ocorrendo principalmente como serras alongadas, encravadas na região peneplanada. Sua principal área de ocorrência está situada no interflúvio Maracaçumé-Gurupi-Piriá, constituindo uma faixa alongada, de direção geral NW-SE, com uma largura máxima em torno de 30 km. Essas elevações, cujas cotas máximas situam-se ao nível dos 200m, representam testemunhos de uma antiga superfície de erosão, desenvolvida, principalmente sobre os tipos litológicos do Grupo Gurupi e, mais raramente, nas rochas do Complexo Basal.

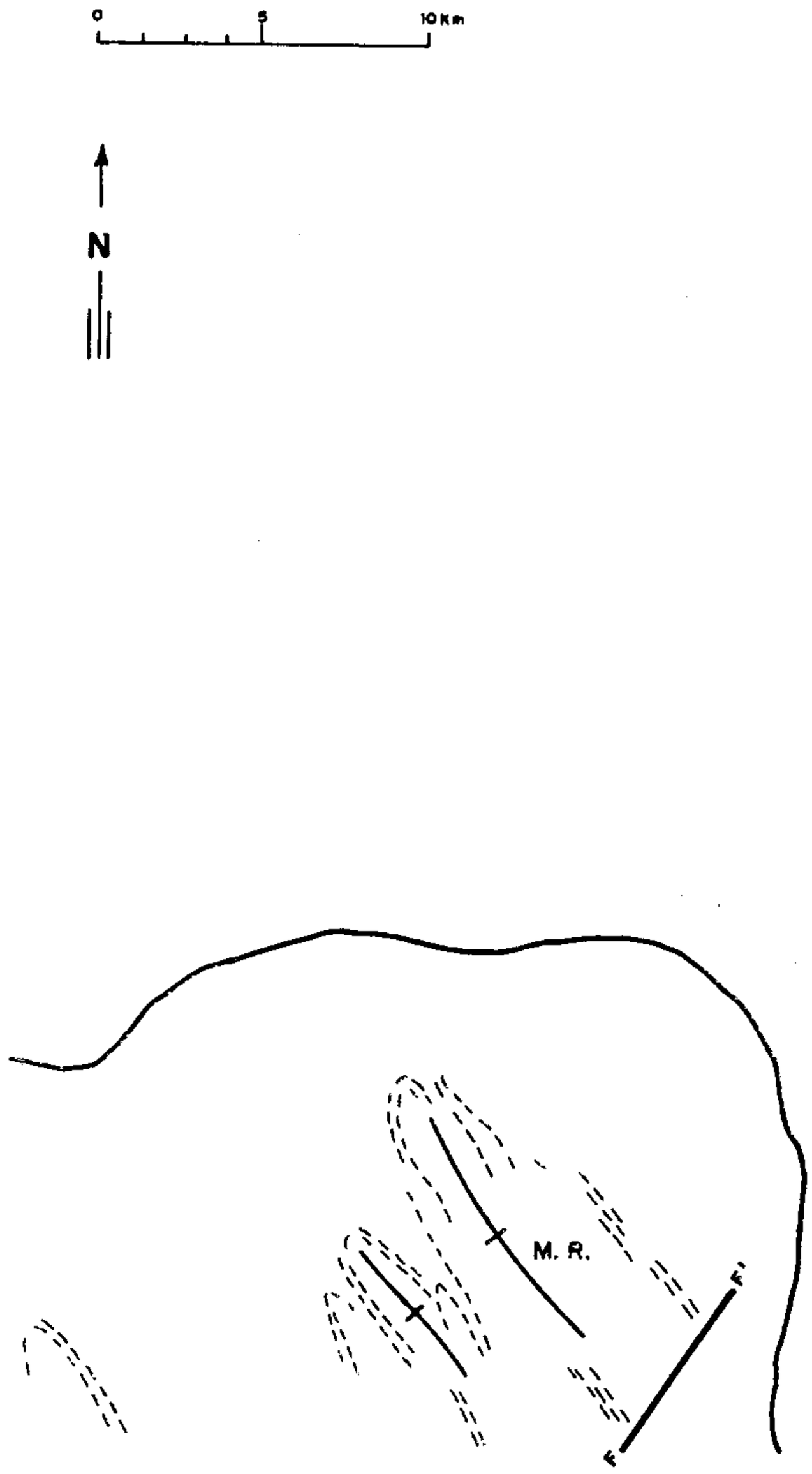
Os maciços residuais relacionados ao Complexo Basal ocorrem em áreas restritas, como pode ser observado no baixo curso do rio Gurupi, distante aproximadamente 10 km da margem direita, um pouco a jusante de Camiranga. A feição geomórfica, que aí ocorre, consiste numa série de elevações individualizadas, muito próximas umas das outras, apresentando-se como "inselbergs" graníticos. Entretanto, durante os trabalhos de campo, não foram observados afloramentos de rocha fresca nessa região, tendo-se constatado que essas elevações são sustentadas por lateritos ferruginosos, possuindo superfícies convexas e encostas fortemente inclinadas, onde se desenvolvem inúmeros cursos d'água de pequena dimensão, com vales profundos, de perfil em V, provavelmente subordinados a zonas de fraturas. No divisor de águas Gurupi- Maracaçumé (alto curso) é bem visível uma drenagem anômala, de padrão circular-concêntrico, desenvolvida, provavelmente, em rochas do Complexo Basal, situada em nível topográfico elevado, parecendo tratar-se de "inselberg" granítico, arrasado, que pare

ce truncar a estrutura foliada das rochas circundantes.

Os maciços residuais, relacionados aos metassedimentos do Grupo Gurupi, ocorrem, principalmente nos interflúvios Piriá-Gurupi-Maracaçumé, dispostos como elevações alongadas de "trend" NW-SE, constituindo um relevo proeminente e acidentado, conseqüência dos dobramentos e falhamentos que afetaram a unidade; essas serras constituem os acidentes topográficos mais importantes da região. Em alguns locais, como nas porções SW e NW das folhas SA.23-V-D e SA.23-Y-B, respectivamente, constituem os flancos de dobras assimétricas, seccionadas por falhamentos de direção NE-SW (Mosaico nº 6). Os cursos d'água que se desenvolvem nessa superfície, de uma maneira geral, são de pequena extensão, com vales profundos, em forma de V, subordinados a alinhamentos estruturais da unidade.

Na região litorânea ocorrem alguns testemunhos ísolados dessa unidade geomórfica, representados pelas serras de Pirocaua, Itacupim, Tromaí etc., que, embora possuindo cotas menos desenvolvidas, ao nível dos 100m, se destacam, sobremaneira, na superfície aplainada circundante.

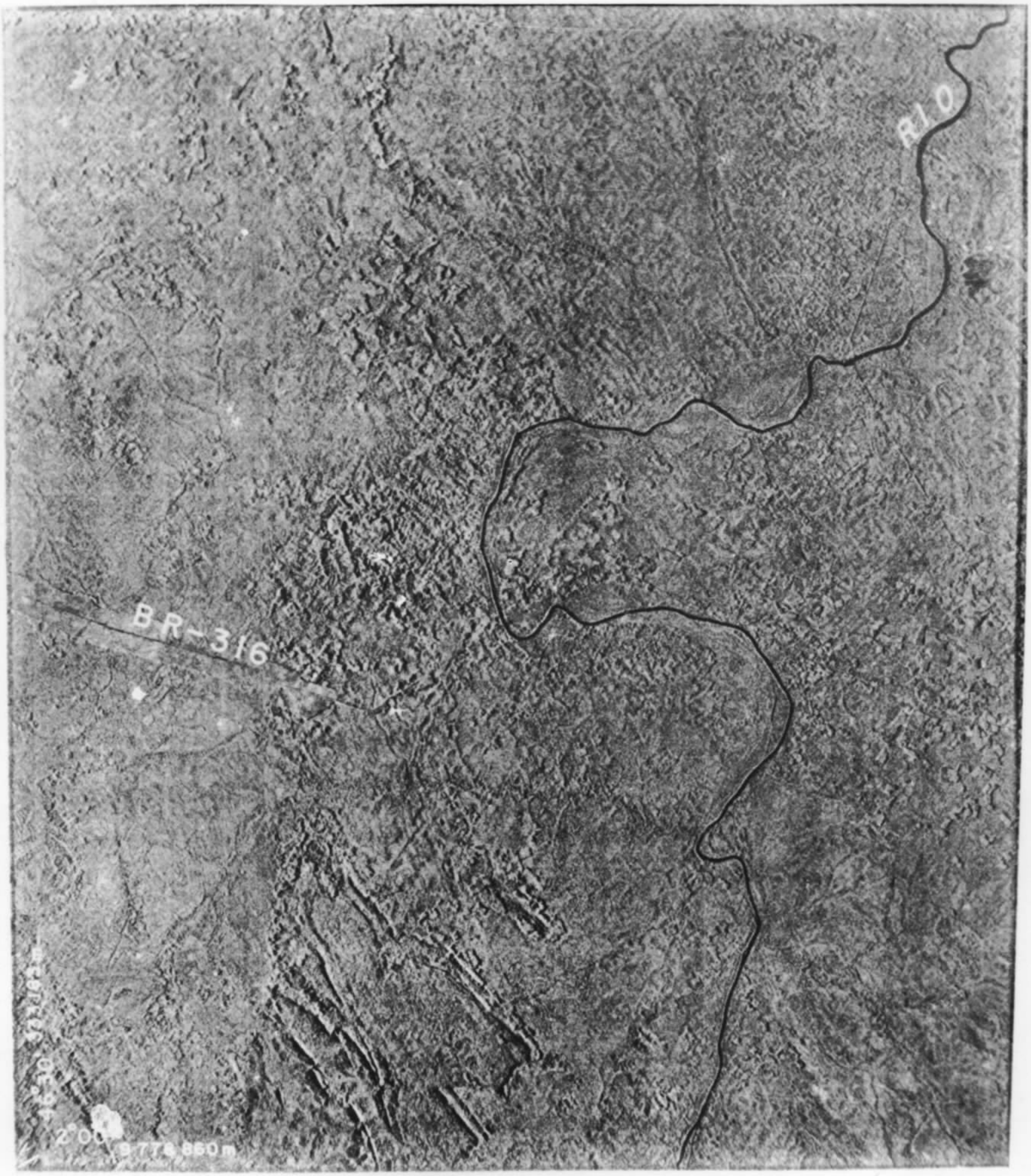
De uma maneira geral, em toda a superfície hoje representada pelos maciços residuais, estabelecida provavelmente durante o ciclo geomorfológico Sul-Americano (King-1956), desenvolveu-se um acentuado e contínuo processo de lixiviação e laterização, do qual resultou a formação da capa laterítica que preservou essas elevações dos efeitos erosivos dos ciclos subseqüentes que atingiram a região.

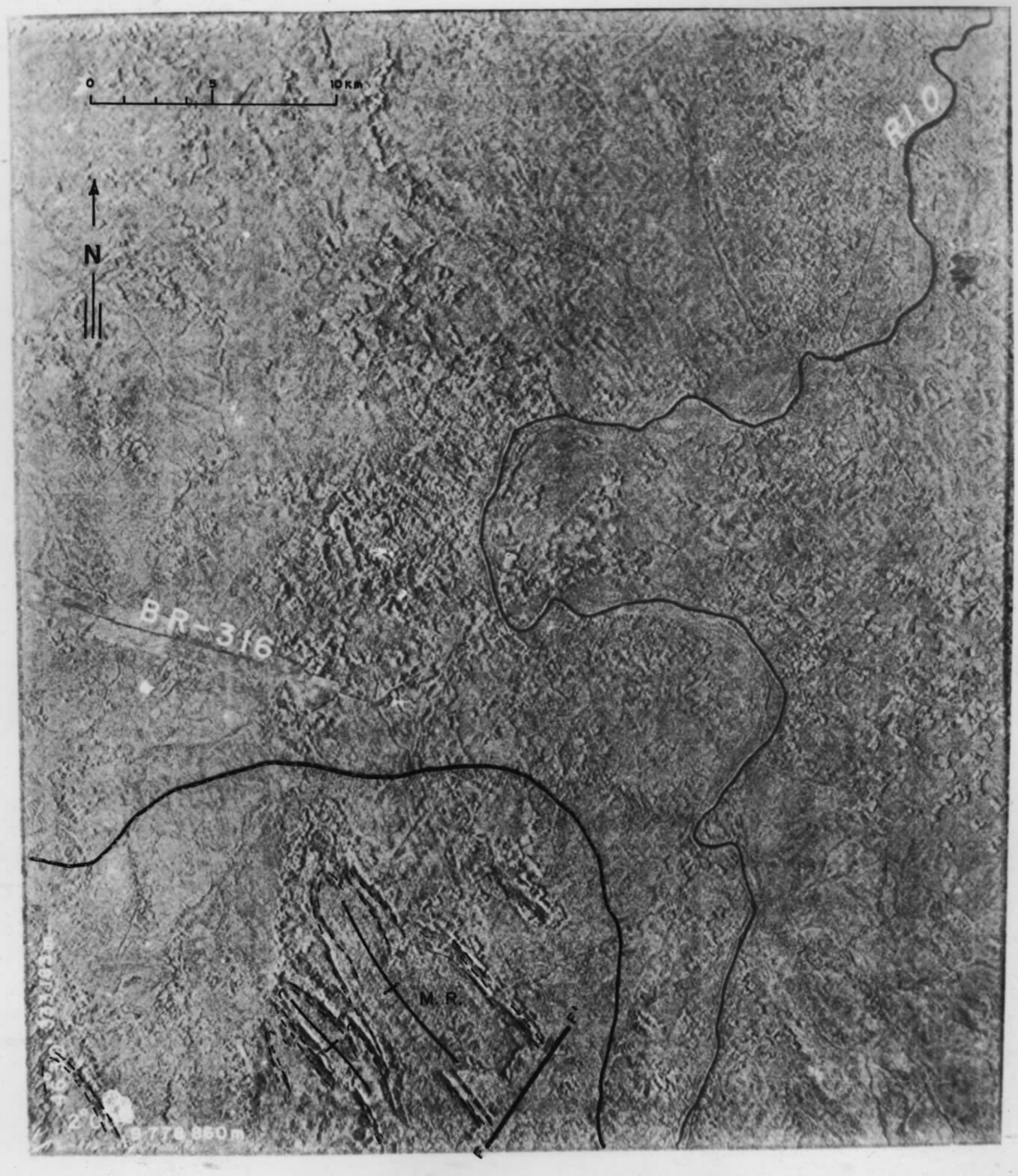


CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 6 (RADAR) - Maciços Residuais.

M.R. - Maciços Residuais - Constituem áreas montanhosas, encravadas na região peneplanada, dispostas segundo uma faixa de direção NW - SE. Desenvolvem - se principalmente sobre os metassedimentos do Grupo Gurupi, constituindo flancos de dobras assimétricas, seccionadas por falhamentos (FF') de direção NE - SW.


RIO
BR-316



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J. L. ET ALII, 1975.

MOSAICO Nº 6 (RADAR) - Maciços Residuais.

M.R. - Maciços Residuais - Constituem áreas montanhosas, encravadas na região peneplanada, dispostas segundo uma faixa de direção NW - SE. Desenvolvem-se principalmente sobre os metassedimentos do Grupo Gurupi, constituindo flancos de dobras assimétricas, seccionadas por falhamentos (FF') de direção NE - SW.

5.6 - Ciclos Geomorfológicos

5.6.1 - Ciclo Sul-Americano

Do final do Cretáceo ao início do Terciário (mais precisamente no Paleoceno), após o soerguimento do continente, estabeleceu-se uma fase de intensa desnudação, arrasando as áreas mais elevadas e suprindo as bacias sedimentares de farto material detrítico. Dessa maneira, no Cretáceo Superior, foram depositados na bacia do Maranhão os clásticos da Formação Itapecuru que (segundo MOLNAR E URDIDINEA 1966) são provenientes do retrabalhamento de formações sedimentares mais antigas.

Os aplainamentos do Ciclo Sul-Americano, que atuou do Cretáceo ao Terciário superior, desnudaram rochas diversas, nivelando-as e, reduzindo-as a uma extensa superfície aplainada, cujas cotas decresciam, à medida que se aproximavam do litoral.

Sobre essa superfície, desenvolveu-se um acentuado e contínuo processo de lixiviação e laterização, o qual foi responsável pela formação de jazidas de oxidação, à semelhança do que ocorreu em outras regiões do Brasil. Assim, as bauxitas fosforosas de Pirocaua, Tromaí, Itacupim etc, bem como o manganês que ocorre próximo a Aurizona, tiveram suas origens relacionadas, provavelmente, a esses processos.

De uma maneira geral, na área do Projeto, os remanescentes da superfície sul-americana constituem as maiores expressões topográficas regionais, sendo representados, entre

outras, pelas serras de Pirocaua, Tromaí, Itacupim etc, localizadas próximos à costa, e, no interior do continente, pelas serras desenvolvidas nos metassedimentos do Grupo Gurupi (p. ex. Serra do Cansa Perna, no divisor Gurupi-Piriá; serras que ocorrem no alto curso do Gurupi Mirim; serras da região aurífera no interflúvio Gurupi-Maracaçumé etc), nas rochas cristalinas do Complexo Basal (serras do alto curso do igarapé Marajupema etc) e nas formações sedimentares (serra Grande, no médio/alto curso do rio Gurupi).

Durante os trabalhos de campo, foi verificado, "in loco", que todas essas elevações se encontram recobertas por capas lateríticas que, em alguns locais, como na Serra de Pirocaua, constituem verdadeiros "Chapeus de Ferro". Essa laterita atuou como uma capa protetora que preservou essas elevações dos feitos erosivos dos ciclos subseqüentes que atingiram a área. Em geral, essas elevações não atingem altitudes superiores a 200m.

5.6.2 - Ciclo Velhas

Ao final do ciclo Sul-Americano, no Terciário superior, predominava, provavelmente, um relevo aplainado em toda a região. Um soerguimento do continente propiciou a retomada da erosão, causando o arrasamento de formações rochosas, de diferentes idades. As camadas pliocênicas da Formação Barreiras, menos resistentes, sofreram sucessivos aplainamentos que as reduziram aos níveis atuais, enquanto que as formações mais antigas foram preservadas dos agentes erosivos, em virtude da espessa cobertura laterítica desenvolvida sobre elas, passando a constituir extensos remanescentes dos aplainamentos do ciclo anterior.

A "superfície Barreiras" é representada, na região, principalmente pelos baixos platôs que ocorrem com maior freqüência na porção S-SW da área, mais precisamente, na folha SA.23-Y-A. Estes, apresentam cotas máximas em torno dos 100m, superfícies planas e bordos escarpados, com intenso ravinamento.

O soerguimento do continente com o conseqüente recuo do mar, deixou exposta parte da antiga plataforma continental, representada hoje, provavelmente, pela planície costeira, região plana e alagada, com cotas poucos metros acima do nível do mar e suave caimento em direção ao mesmo.

Após um período de estabilidade tectônica ocorreu um novo abaixamento do continente, com submergência da costa e conseqüente avanço do mar, causando o afogamento da drenagem costeira, com a formação das "rias" da costa do Pará e Maranhão.

Também relacionada a este ciclo geomorfológico, temos a extensa sedimentação arenosa do litoral maranhense, representada por dunas dos tipos "barcanas" e "seif", que constituem os chamados "Lençóis Maranhenses" e ainda as dunas de Salinópolis, na costa do Pará".

5.6.3 - Ciclo Paraguaçu

A este ciclo geomorfológico, que permanece em plena atividade, estariam relacionados vários terraços observados em alguns rios da região, condicionados que foram a níveis de base locais. Alguns desses rios, como o Gurupi,

Piriá, Maracaçumé Turiaçu e Pericumá, desenvolvem, em determinados trechos, extensas planícies de inundação que freqüentemente se interligam. Os efeitos erosivos deste ciclo podem ser observados em toda a região, atuando sobre diferentes formações rochosas, esculpindo-as, visando obter um máximo aplainamento. No baixo curso dos maiores cursos d'água da região, e notadamente ao longo do litoral, o aluvionamento deste ciclo está bem representado em algumas ilhas que aí ocorrem, constituídas por material inconsolidado.

6. GEOQUÍMICA

6.1 - Introdução - Objetivos

A execução de programas de prospecção geoquímica de reconhecimento, em grandes áreas, tem, em inúmeros casos, provado sua eficácia no delineamento de zonas mineralizadas a serem objeto de trabalhos em maior detalhe, além de definir os padrões regionais de comportamento dos elementos-traço. Particularmente, os levantamentos em larga escala são efetivos em regiões de clima tropical, onde as condições máximas de intemperismo e degradação químicas propiciam, a partir de qualquer fonte ou não, uma maior dispersão dos elementos.

Na realização da Prospecção Geoquímica do Projeto Gurupi, procurou-se definir, em caráter regional, os padrões de dispersão dos elementos-traço, relacionando-os com possíveis Províncias Geoquímicas. Da mesma forma, as associações de elementos químicos podem indicar a natureza das litologias, situadas na área-fonte do material amostrado, como subsídio ao conhecimento geológico. Finalmente, através da realização de uma relativamente maior densidade de amostragem, em função das litologias, tentou-se delimitar locais favoráveis à presença de mineralizações, dando-se destaque especial ao Ouro, de sabida ocorrência na região prospectada. A amostragem de concentrados de bateia foi programada estrategicamente, visando, principalmente a detecção deste metal e também, o fornecimento de informações das assembléias de minerais pesados, presentes nas drenagens.

6.2 - Amostragem

Durante a fase de campo do Projeto Gurupi, foram coletadas 232 amostras de rotina, nas diversas drenagens, além das amostras em duplicatas, para permitir um controle dos erros introduzidos pela amostragem e análise do material. Além destas, foram considerados na interpretação os resultados de 244 outras amostras de sedimentos de corrente, coletadas no rio Gurupi, durante trabalhos do Projeto Materiais Industriais, realizados em 1972.

Em ambas as fases, a população-alvo foi definida como sendo sedimentos de corrente na calha das drenagens, distante de locais que propiciassem uma acumulação anormal de material pesado ou contribuição excessiva das margens. Da mesma forma, distante da região litorânea, onde o remaneja mento do material fino pelas marés oceânicas e o quimismo diferente das águas propicia novas condições de dispersão e acumulação dos elementos-traço.

A população a ser amostrada, e representativa dos sedimentos de toda a área; foi estabelecida anteriormente às etapas de campo, com os locais de coleta distribuídos, obedecendo a critérios de área de captação, em função das unidades litológicas de maior expressividade e interesse, como potenciais portadoras de mineralizações. Amostragem composta, num raio de aproximadamente 1 metro, de material relativamente fino, foram as outras exigências para a população amostrada. Em cada ponto, foi coletada uma quantidade de 1/2 a 1 litro de material.

Foi utilizada uma codificação numérica para individualizar as unidades litológicas maiores, sobre as quais foram coletadas amostras, além de serem objeto de amostragem de diferentes densidades:

10000 e 11000 - Sedimentos coletados sobre litologias do Complexo Basal.
Área de captação de 10 a 50km^2.
142 amostras.

20000 - Sedimentos coletados sobre litologias do Grupo Gurupi.
Área de captação de 10 a 50 km^2.
174 amostras.

30000 - Sedimentos coletados sobre litologias da Formação Itapecuru.
Área de Captação de 100 a 150 km^2.
84 amostras.

40000 - Sedimentos coletados sobre litologias do Grupo Barreiras.
Área de Captação de 100 a 150 km^2.
56 amostras.

Para evitar a introdução de duplicatas de campo e analíticas, nos cálculos dos estimadores destas populações foi utilizado o último dígito da codificação numérica, permitindo assim a separação:

- - - - 0 - amostra de rotina
- - - - 1 - amostra duplicata de campo
- - - - 2 - amostra duplicata de laboratório

Em cada ponto de coleta foram descritos os parâmetros ambientais, através de fichas padronizadas; o caráter de acidez/alcalinidade das águas foi também determinado, com o uso de lâminas indicadoras MERCK, de sensibilidade 0,2 unidades de pH, nas amostras coletadas pelo Projeto Gurupi.

Em locais estrategicamente distribuidos ao longo da principais drenagens, foram amostrados 72 concentrados dos minerais pesados. A concentração foi efetuada pelo bateamento manual de 10 litros de material, geralmente grosseiro, tomados em acumulações naturais na calha dos rios. Usando-se ' de procedimento idêntico ao utilizado para os sedimentos, anotaram-se os parâmetros ambientais geológicos, de cada local amostrado.

Todas as amostras, já devidamente acondicionadas em sacos plásticos, eram encaminhadas para preparação em Belém.

6.3 - Preparação das Amostras e Técnicas Analíticas

Para os sedimentos de corrente, a fase preparatória consistiu de secagem ao sol ou em forno a 80°C, seguido de desagregação e peneiramento, dando origem a uma porção menor de 80 mesh. Após o quarteamento para obtenção de duplicatas de arquivo, uma quantidade ao redor de 30g de cada amostra foi enviada ao Laboratório de Análises Minerais (LAMIN), no Rio de Janeiro. No LAMIN, as amostras ainda sofreram moagem a menos de 150 mesh, sendo a seguir encaminhadas para as diversas determinações analíticas.

Rotineiramente, os sedimentos assim preparados foram submetidos à análise por Espectrografia de Emissão para 30 elementos (padrão), Espectrofotometria de Absorção Atômica para Cobre, Chumbo, Zinco, Prata e Ouro, e Colorimetria para Arsênio. As amostras do Projeto Materiais Industriais, analizadas em 1972, sofreram os mesmos processos preparatórios e analíticos, exceto quanto a Cu, Pb, Zn e Ag (Absorção Atômica), que não foram estimados e Antimônio (Colorimetria), que o foi. O Zinco foi avaliado por Colorimetria.

Ainda no Projeto Materiais Industriais, não foram avaliadas 88 amostras para Sc, 68 amostras para Mg, Ca, Ti,B, Ba, Be, La, Nb, Y, 54 amostras para As, Au, Sb, Sr, Zn, Zr e 14 amostras para Fe, Mn, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V; todas por Espectrografia.

A tabela A resume as principais características dos métodos analíticos.

Os resultados por Espectrografia foram fornecidos numa escala conhecida por "six-step", progressão geométrica que obedece a uma série crescente de valores: 1;1;5;2;3;5;7; 10;... Os resultados através da Espectrofotometria de Absorção Atômica foram fornecidos segundo um incremento aritmético de 5 para valores entre 5 e 100 ppm, e de 10, para valores acima de 100 ppm. Os intervalos de valores, em Colorimetria, foram função dos elementos a determinar e suas sensibilidades características.

Em todo os métodos analíticos citados, os valores, por se encontrarem fora da faixa de detecção do método ou por

CPRM

TAB. A Principais características dos métodos analíticos

MÉTODO	ELEMENTOS	PESO DA AMOSTRA	REAGENTE	CARATER DO ATAQUE
ESPECTRO - GRAFIA DE EMISSÃO	Ag, As, Au, B, Ba, Be Bi, Ca, Cd, Co, Cr , Cu, Fe, La, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, Ti, V, W, Y, Zn, Zr.	10 mg		TOTAL
ESPECTRO - FOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA	Cu (b) Pb (b) Zn (b) Ag (b)	1 g	HNO_3 conc.	PARCIAL
	Au	10 g	HBr + Br	QUASE TOTAL
	As (a)	0,1 g	KOH(fusão)	
	As (b)	0,25 g		
	Sb (a)	0,2 g	$K_2S_2O_7$(fusão)	QUASE TOTAL

a - Somente em amostras do P. Materiais Industriais

b - Somente em amostras do P. Gurupi.

interferências, são freqüentemente acompanhados por um qualificador, que expressa a condição do resultado avaliado:

G - Concentração mais elevada que o limite máximo detectável.

L - Concentração menor que o limite de sensibilidade.

N - Não detectado

H - Interferência

No presente trabalho, os elementos que foram analizados por mais de um método terão acrescido uma das letras A,S, ou C, significando, respectivamente, análise por Espectrofotometria de AA, Espectrografia de Emissão e Colorimetria.

As amostras de concentrado de bateia foram previamente quarteadas. No LAMIN, após pesagem, sofreram separação por densidade, utilizando-se Bromofórmio. A fração densa foi a seguir separada em 3 outras, pelas propriedades magnéticas. Foram obtidas, assim, as frações fortemente magnética, não magnética e fração susceptibilizada a 0,1,0,3 e 0,75 Ampères em Eletroimã. A identificação dos minerais, de cada porção, foi visual, através de lupa binocular e microscópio petrográfico, sendo efetuada uma contagem dos grãos e relacionada ao peso total dos minerais pesados.

Os resultados qualitativos foram expressos através de códigos, com os seguintes significados:

X - 60% em peso dos minerais pesados

Y - 60-20% em peso dos minerais

W - 20-5% em peso dos minerais pesados

Z - 5% em peso dos minerais pesados.

As determinações analíticas foram realizadas pelos seguintes técnicos:

Espectrografia de Emissão: GLÓRIA B.C.T.C.B. DA SILVA,
CARMEN L.R. PINTO,
ELISABETH B.B. WINTER,
HUGO A. SPINELLI,
LAURO O. SILVA JR,
MARIA L.M. LEMOS.

Espectrofotometria de Absorção Atômica e Colorimetria:

CECILE S. MAYER,
CELIA M.T.ARIDE,
GERDA P.M.GOUVEA,
IVONETE P. ARRAES,
MIRIAM M.V. FERREIRA,
SÉRGIO C.S. BENEVIDES,

Mineralogia: ESPEDITA G. TORRES,
FLÁVIO WOLFF,
JOSÉ KOPILER,
LIGIA CAMARGO,
MARIA A.T. BELO,
MARIA G.N. COUTINHO.

6.4 - Processamento Estatístico e Resultados

6.4.1 - Processamento Estatístico

Para o tratamento matemático dos resultados analíticos, foi utilizado o Computador IBM 370 da CPRM, através do conjunto de programas denominado SEAG - Sistema de Estatística da Amostragem Geoquímica. Inicialmente, foi montado o arquivo de Sedimentos e Concentrados do Projeto Gurupi, consistindo na gravação, em fita magnética, de todos os parâmetros descritivos (ficha de campo) e analíticos, para cada exemplar coletado.

A partir deste arquivo-base foram geradas 7 matrizes, conjuntos de dados que obedecem já a critérios de seleção e que possuem uma disposição (formatação) introdutória aos programas de aplicação.

As matrizes obtidas, com o uso da codificação foram:

a - Sedimentos de corrente - Área Total (476 amostras).
b - Sedimentos de corrente - Complexo Basal (142 amostras).
c - Sedimentos de corrente - Grupo Gurupi (174 amostras).
d - Sedimentos de corrente - Formação Itapecuru (84 amostras).
e - Sedimentos de corrente - Grupo Barreiras (56 amostras).

f - Sedimentos de corrente - Complexo Basal e Grupo Gurupi (316 amostras).

g - Sedimentos de corrente - Formação Itapecuru, e Grupo Barreiras (140 amostras).

As matrizes a, f e g foram geradas para permitir um estudo comparativo da variação de comportamento dos elementos químicos, em função do agrupamento das quatros populações amostradas básicas (b,c,d,e).

As matrizes foram compostas com 24 variáveis analíticas: Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, B, Ba, Be, Co, Cr, Cu, La, Nb, Ni, Pb, Sc, V, Y (Espectrografia); Cu, Pb, Zn, Zu (Absorção Atômica) e As, Zn (Colorimetria).

Excetuando-se as variáveis Escândio (Espectrografia), Ouro (Absorção Atômica) e Arsênio e Zinco (Colorimetria), as demais apresentaram acima de 50% de valores definidos + valores qualificados L. Sc, Zn e especialmente Au e As foram computados, pois, apesar de não obedecerem a condição acima, poderão fornecer subsídios à interpretação, além de ser o Ouro um dos objetivos principais da prospecção.

Os demais elementos analisados, Ag, As, Au, Bi, Cd, Mo, Sb, Sr, Zn, Zr (Espectrografia), Ag (Absorção Atômica) e Sb (Colorimetria), não foram considerados, visto não terem sido detectados, na maioria das amostras (o Zircônio, ao contrário apresentou grande quantidade de valores G1000). Serão, todavia, mencionados ao apresentarem valores elevados, na fase de interpretação. A tabela B resume os resultados obtidos para estes elementos.

TAB. B RESULTADOS DOS ELEMENTOS NÃO PROCESSADOS

ELEMENTOS	VALORES DEFINIDOS E QUALIFICADOS ppm	Nº A.	NÃO DETECTADO Nº AMOSTRAS	NÃO ANALIZADO Nº AMOSTRAS
Ag - S	*0,5	6	449	13
	*1	5		
	*2	1		
	*3	1		
As - S			408	67
Au - S			408	67
Bi - S	L10	134	318	13
	*10	10		
Cd - S	*L20	15	441	13
	* 20	6		
Mo - S	*L 5	19	441	13
	*5	2		
Sb - S			408	67
Sn - S	*L10	16	445	13
	*L20	1		
Sr - S	L100	30	317	67
	100	42		
	*150	4		
	*200	11		
	*300	3		
	*500	1		
W - S	*L50	3	457	13
	* 50	2		
Zn - S	L200	26	378	69
	*200	2		
Zr - S	100	1		67
	200	6		
	300	7		
	500	26		
	700	40		
	1000	63		
	G1000	265		
Ag - A			195	280
Sb - C	L 1	198	44	231
	* 1	2		

* Valores considerados anômalos

Devido à presença de resultados analíticos qualificados nas matrizes, e para a utilização plena dos programas estatísticos, houve necessidade de substituir esses valores por constantes ou modificá-los e torná-los definidos através de operações lógicas. Para tanto, utilizou-se o programa PRGQM120, que, por meio de operadores, permite essa substituição.

Assim, todos os resultados analíticos com o qualificador G (Espectrografia), foram elevados ao "step" seguinte pela escala "six-step". Os com qualificadores L e N (Espectrografia) foram baixados de 1 "step" e 2 "step" respectivamente. Os elementos Cu, Pb e Zn (Absorção Atômica), cujo limite de detecção é 5ppm, tiveram os valores L 5 substituídos pela constante 2.

Os resultados qualificados L de Au (Absorção Atômica), As e Zn (Colorimetria), foram multiplicados por 0,5; os valores N de Ouro foram multiplicados por 0,1. Os valores H não foram computados nos cálculos, também não sendo considerados na interpretação.

Através dessas operações, as matrizes ficaram compostas, totalmente, por resultados definidos, aptas aos programas de aplicação subseqüentes.

Duas opções foram ainda feitas neste estágio do processamento, necessárias para a homogeneização dos resultados estatísticos a serem obtidos:

Pelo fato de serem os valores das análises, prove

nientes de diferentes métodos, a primeira opção foi o calcu lo do número e intervalos de classe pela fórmula clássica de STURGES; pois, embora a seleção de classes por "six-step" se ja mais adequada para o processamento de resultados espectro gráficos, é totalmente incompatível com os resultados colo rimétricos e por Absorção Atômica, sendo a utilização simul tânea dos dois critérios vedada pela própria construção dos programas.

A segunda opção foi considerar todos os elementos como apresentando distribuições tendendo à lognormalidade, co mo foi definido especialmente por AHRENS (1954, 1954a e 1957) e SHAW (1961) entre outros.

Estipulados estes critérios de trabalho, foram processados os seguintes programas estatísticos do S.E.A.G. :

PRGQM 210 - forneceu para todas as matrizes soli citadas, o sumário das estatísticas e testes de distribuição, parâmetros estes que, os mais importantes, se encontram lista dos nas tabelas C,D,E,F,G,H,I,. Os limiares de anomalias possíveis ($X.S^2$) e prováveis ($X.S^3$) foram calculados poste riormente.

PRGQM 305 - Matriz de correlação elemento a ele mento, fornecendo o coeficiente r para cada par. Os coefici entes mais elevados, para as populações básicas, são mostra dos na fig. 4. A figura 5 apresenta o grau de dependência (redução) entre elementos e suas associações, para os sedi mentos de corrente da área global do Projeto. A percentagem

Fig. 4 MATRIZ DE CORRELAÇÕES

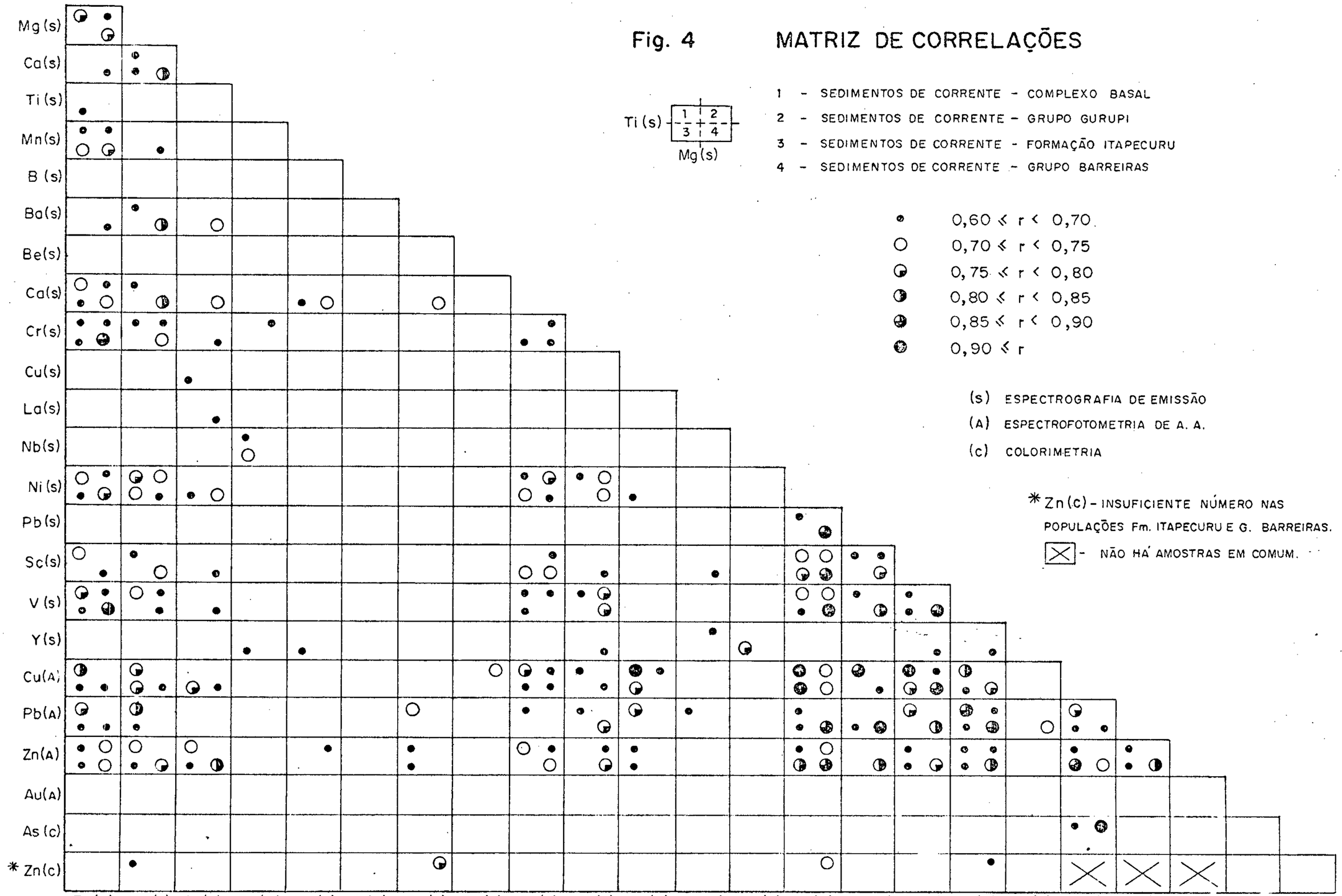
1 - SEDIMENTOS DE CORRENTE - COMPLEXO BASAL
2 - SEDIMENTOS DE CORRENTE - GRUPO GURUPI
3 - SEDIMENTOS DE CORRENTE - FORMAÇÃO ITAPECURU
4 - SEDIMENTOS DE CORRENTE - GRUPO BARREIRAS

- 0,60 ≤ r < 0,70
- 0,70 ≤ r < 0,75
- 0,75 ≤ r < 0,80
- 0,80 ≤ r < 0,85
- 0,85 ≤ r < 0,90
- 0,90 ≤ r

(s) ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO
(A) ESPECTROFOTOMETRIA DE A. A.
(c) COLORIMETRIA

* Zn (c) - INSUFICIENTE NÚMERO NAS POPULAÇÕES Fm. ITAPECURU E G. BARREIRAS.

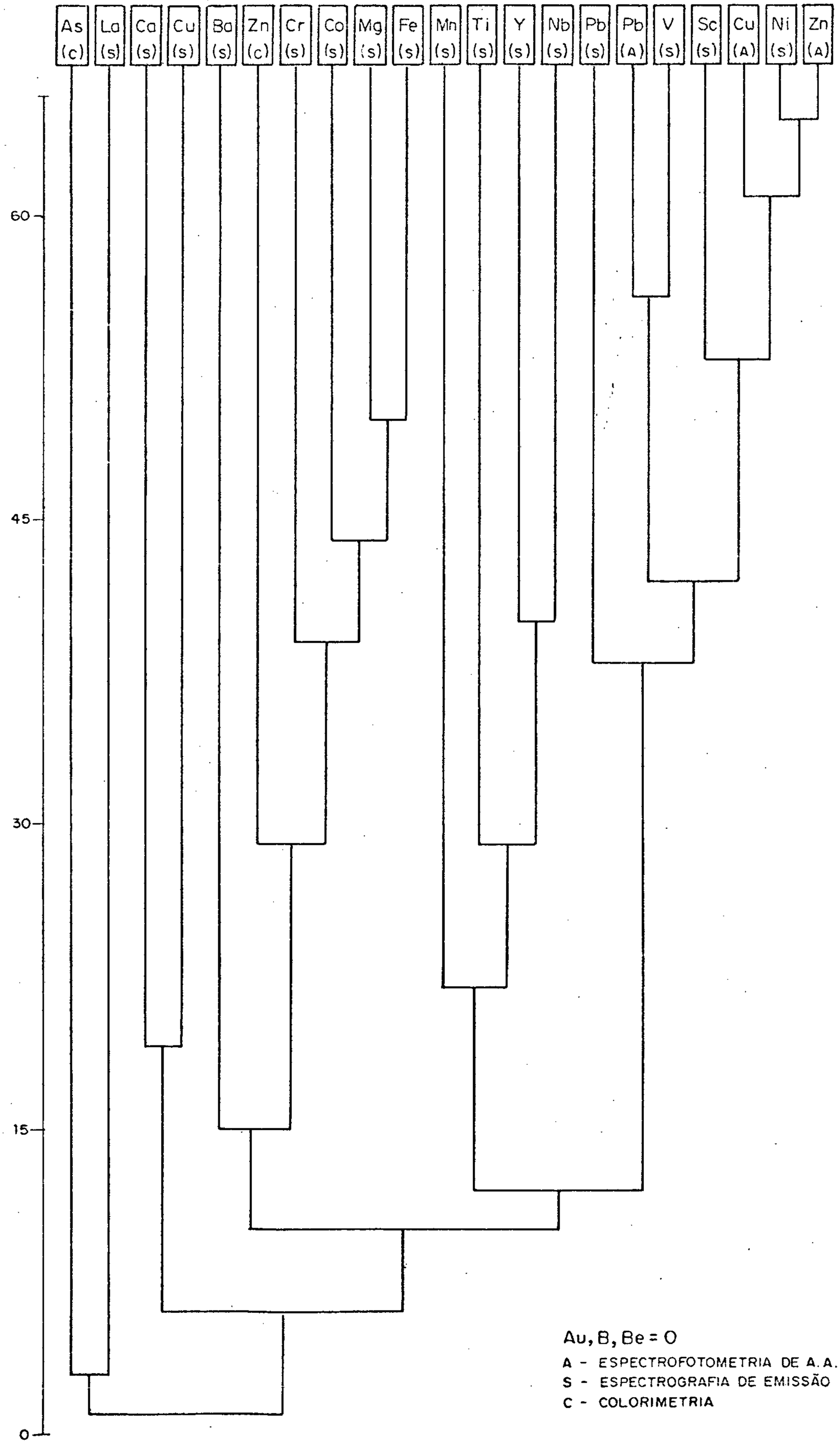
⊠ - NÃO HÁ AMOSTRAS EM COMUM.



GRAU DE DEPENDÊNCIA ENTRE ELEMENTOS E SUAS ASSOCIAÇÕES

SEDIMENTOS DE CORRENTE — ÁREA TOTAL

Fig. 5



Au, B, Be = O

A - ESPECTROFOTOMETRIA DE A.A.

S - ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

C - COLORIMETRIA

da variância da população que é explicada (reduzida) pela variável X é expressa pela fórmula $100.r^2$ (KRUMBEIN & GRAY BILL, 1965), portanto função direta do coeficiente de correlação.

PRQM 311 - Regressão linear múltipla sequencial.

Similarmente ao programa anterior, este encontra a equação linear "best-fit" para uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. Para cada equação, é fornecido o percentual de redução, isto é, a percentagem da variância da variável dependente, explicada pelo modelo "best-fit". Devido ao elevado número de combinações (equações) possíveis, ao utilizarem-se 24 variáveis em 7 matrizes, foram compostos três conjuntos básicos para este programa.

a - Variável dependente: Cr
Variáveis independentes: Fe,Mg,Ca,Mn,Ti,Ni,Sc.

b - Variável dependente: Cu (S)
Variáveis independentes: Fe,Mn,Ca,V,Ni,Ba,Co.

c - Variável dependente: Au
Variáveis independentes: As, Cu (A), Pb (A), Zn(A),B,Fe,Mn.

As variáveis independentes foram sempre tomadas duas a duas, com a forma geral:

$$X = Ao + A_1Y_1 + A_2Y_2$$

onde X = variável dependente

$Y_{1,2}$ = variáveis independentes

$A_{0,1,2}$ = coeficientes lineares calculados pelo método dos mínimos quadrados.

PRGQM 515 - Gráfico de Probabilidade. Forneceu as freqüências relativas, acumuladas e acumuladas reservas para os dados agrupados. A apresentação gráfica é feita sob a forma de histogramas de freqüência relativa e curva de freqüência acumulada dos logarítimos dos valores analíticos, acumulados a partir dos menores para os mais elevados.

6.4.2 - Resultados

A hipótese de distribuição log-normal não é suportada pela maioria dos elementos, nos divisos conjuntos amostrados, quando submetidos aos testes de distribuição de de KOLMOGOROV-SMIRNOV e "CHI-SQUARE". As tabelas C,D,E,F,G,H,I, apresentam os resultados do teste KOLMOGOROV-SMIRNOV ao nível de 1% de confiança, em termos de aceite ou rejeição da hipótese de que a distribuição do elemento considerado, tenda, na população assinalada, para a log-normalidade.

Dois fatores decisivos motivaram esta divergência entre o comportamento esperado e o estatisticamente calculado: o relativamento excessivo número de resultados originalmente qualificados (e posteriormente transformados através de constantes operacionais) para cada variável, nas diversas populações amostradas, e, a própria interferência (mistura) entre elas. Este último fator é perfeitamente evidenciado, ao se comparar o item. Distribuição Log-normal nas tabelas

TAB: C SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO ÁREA TOTAL (476 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	**DISTRIBUIÇÃO LOG. NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	* MÉDIA GEOMETRICA	* DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	LIMIAR 3.S
Fe - S %	462	ACEITA	0,05 - 10	0,86	2,46	1,12	5,20	12,80
Mg - S %	408	REJEITA	0,01 - 2	0,08	2,64	1,25	0,55	1,47
Ca - S %	408	"	0,02 - 2	0,07	2,71	1,30	0,51	1,39
Ti - S %	408	"	0,10 - 1	0,64	1,71	0,57	1,87	3,20
Mn - S	462	"	10 - 3000	143	2,13	0,88	648	1381
B - S	408	"	5 - 1500	68	2,65	1,26	477	1265
Ba - S	408	"	10 - 3000	104	2,85	1,41	844	2407
Be - S	408	"	0,5 - 70	0,7	1,81	0,65	2	4
Co - S	459	"	2 - 70	4	2,05	0,82	17	34
Cr - S	462	"	3 - 2000	37	2,67	1,27	264	704
Cu - S	462	"	2 - 150	8	3,49	1,94	97	340
La - S	408	"	10 - 1500	21	2,23	0,95	104	233
Nb - S	408	"	5 - 50	12	1,74	0,60	36	63
Ni - S	462	"	2 - 200	5	2,61	1,23	34	89
Pb - S	462	"	5 - 70	9	1,71	0,58	26	45
Sc - S	388	"	2 - 30	4	1,86	0,69	14	26
V - S	462	"	10 - 200	32	1,87	0,70	112	209
Y - S	408	"	3 - 500	16	2,28	0,98	83	190
Cu - AA	231	"	2 - 75	2	1,94	0,74	8	15
Pb - AA	231	"	2 - 45	5	2,11	0,87	22	47
Zn - AA	231	"	2 - 70	4	2,53	1,17	26	65
Au - AA	440	"	0,002 - 2	0,011	2,88	1,44	0,09	0,26
As - Col	475	"	5 - 40	7	1,55	0,46	17	26
Zn - Col	244	"	6 - 50	9	1,63	0,52	24	39

* Valores arredondados

** Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

TAB. D SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO COMPLEXO BASAL E G. GURUPI (316 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	*DISTRIBUIÇÃO LOG. NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	*MÉDIA GEOMÉTRICA	*DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	*LIMIAR 3.S
Fe - S %	316	ACEITA	0,05 - 10	0,94	2,38	1,06	5,32	12,67
Mg - S %	262	REJEITA	0,01 - 2	0,09	2,52	1,16	0,57	1,44
Ca - S %	262	"	0,02 - 2	0,09	2,39	1,07	0,51	1,23
Ti - S %	262	"	0,1 - 1	0,61	1,76	0,61	1,89	3,33
Mn - S	316	ACEITA	10 - 3000	141	2,08	0,84	610	1269
P - S	262	"	5 - 1500	58	2,85	1,41	471	1343
Ba - S	262	"	10 - 3000	104	2,68	1,28	747	2002
Be - S	262	REJEITA	0,5 - 70	0,7	1,74	0,60	2	4
Co - S	313	"	2 - 70	4	2,05	0,82	17	34
Cr - S	316	ACEITA	3 - 2000	38	2,63	1,24	263	691
Cu - S	316	REJEITA	2 - 150	11	3,42	1,88	129	440
La - S	262	"	10 - 1500	20	2,26	0,97	102	231
Nb - S	262	"	5 - 30	10	1,61	0,50	26	42
Ni - S	316	"	2 - 200	6	2,50	1,15	38	94
Pb - S	316	"	5 - 50	9	1,64	0,53	24	40
Sc - S	262	"	2 - 30	4	1,81	0,65	13	24
V - S	316	"	10 - 200	31	1,89	0,71	111	209
Y - S	262	"	3 - 500	13	1,94	0,74	49	95
Cu - AA	84	"	2 - 75	2	1,56	0,47	5	8
Pb - AA	84	"	2 - 25	3	1,87	0,69	10	20
Zn - AA	84	"	2 - 50	4	2,01	0,79	16	32
Au - AA	302	"	0,005 - 2	0,012	2,94	1,48	0,10	0,30
As - Col	316	"	5 - 40	7	1,61	0,50	18	29
Zn - Col	232	"	6 - 50	9	1,63	0,52	24	39

* Valores arredondados

** Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

TAB. E SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO ITAPECURU E BARREIRAS (140 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	*DISTRIBUIÇÃO LOG. NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	* MÉDIA GEOMÉTRICA	* DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	*LIMIAR 3.S
Fe - S %	139	ACEITA	0,07 - 10	0,71	2,57	1,20	4,69	12,05
Mg - S %	139	"	0,01 - 1,5	0,07	2,80	1,37	0,55	1,54
Ca - S %	139	REJEITA	0,02 - 0,7	0,04	2,49	1,14	0,25	0,62
Ti - S %	139	"	0,15 - 1	0,69	1,59	0,49	1,74	2,77
Mn - S	139	ACEITA	20 - 2000	147	2,26	0,97	751	1697
B - S	139	"	10 - 500	90	2,14	0,88	412	882
Ba - S	139	"	10 - 2000	103	3,19	1,68	1048	3344
Be - S	139	REJEITA	0,5 - 50	0,8	1,94	0,75	3	6
Co - S	139	"	2 - 50	4	2,02	0,80	16	33
Cr - S	139	ACEITA	5 - 700	36	2,78	1,36	278	773
Cu - S	139	REJEITA	2 - 70	4	2,46	1,11	24	60
La - S	139	"	10 - 500	24	2,15	0,89	111	239
Nb - S	139	ACEITA	5 - 50	15	1,80	0,64	49	87
Ni - S	139	REJEITA	2 - 100	4	2,74	1,33	30	82
Pb - S	139	"	5 - 70	9	1,85	0,68	31	57
Sc - S	119	"	2 - 30	4	1,95	0,75	15	30
V - S	139	"	10 - 200	35	1,82	0,66	116	211
Y - S	139	ACEITA	5 - 300	22	2,65	1,26	154	409
Cu - AA	127	REJEITA	2 - 30	3	1,94	0,75	11	22
Pb - AA	127	"	2 - 45	5	2,13	0,88	23	48
Zn - AA	127	"	2 - 70	4	2,69	1,29	29	78
Au - AA	132	"	0,002 - 0,55	0,009	2,68	1,28	0,06	0,17
As - Col	139	"	5 - 10	5	1,19	0,17	7	8
Zn - Col	12	ACEITA	6 - 18	9	1,58	0,49	22	35

* Valores arredondados

** Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

TAB. F SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO COMPLEXO BASAL (142 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	⁑DISTRIBUIÇÃO LOG.NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	* MÉDIA GEOMETRICA	* DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	*LIMIAR 3.S
Fe - S %	142	ACEITA	0,05 - 10	1,03	2,56	1,19	6,75	17,28
Mg - S %	116	"	0,10 - 2	0,10	2,97	1,51	0,88	2,62
Ca - S %	116	"	0,02 - 2	0,10	2,80	1,38	0,78	2,20
Ti - S %	116	REJEITA	0,15 - 1	0,61	1,77	0,62	1,91	3,38
Mn - S	142	ACEITA	10 - 700	153	1,96	0,76	588	1152
B - S	116	"	5 - 300	52	2,21	0,93	254	561
Ba - S	116	"	10 -1000	77	2,75	1,33	582	1601
Be - S	116	REJEITA	0,5 - 20	0,8	1,77	0,62	2,51	4,47
Co - S	142	"	2 - 50	5	2,15	0,89	23	50
Cr - S	142	ACEITA	5 - 300	38	2,44	1,11	226	552
Cu - S	142	REJEITA	2 - 100	14	3,45	1,90	167	575
La - S	116	"	10 - 200	17	1,85	0,68	58	108
Nb - S	116	"	5 - 30	9	1,64	0,52	24	40
Ni - S	142	"	2 - 50	5	2,52	1,16	32	80
Pb - S	142	"	5 - 50	9	1,70	0,57	26	44
Sc - S	116	"	2 - 30	5	1,94	0,74	19	36
V - S	142	ACEITA	10 - 150	29	1,94	0,74	109	212
Y - S	116	REJEITA	5 - 100	12	1,67	0,55	33	56
Cu - AA	24	"	2 - 5	2	1,29	0,26	3	4
Pb - AA	24	ACEITA	2 - 25	4	2,09	0,85	17	37
Zn - AA	24	REJEITA	2 - 35	4	2,48	1,13	25	61
Au - AA	132	"	0,005 - 1,9	0,014	3,01	1,54	0,13	0,38
As - Col	142	"	5 - 40	7	1,68	0,56	20	33
Zn - Col	118	"	6 - 50	10	1,64	0,52	27	44

* Valores arredondados

⁑ Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

TAB. G SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO GRUPO GURUPI (174 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	**DISTRIBUIÇÃO LOG. NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	*MÉDIA GEOMETRICA	*DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	*LIMIAR 3.S
Fe - S %	174	ACEITA	0,05 - 10	0,87	2,22	0,94	4,28	°,52
Mg - S %	146	"	0,01 - 1,5	0,08	2,15	0,89	0,37	0,80
Ca - S%	146	"	0,02 - 1	0,09	2,06	0,83	0,38	0,79
Ti - S %	146	REJEITA	0,1 - 1	0,61	1,76	0,61	1,89	3,33
Mn - S	174	"	15 - 3000	133	2,17	0,90	626	1359
B - S	146	ACEITA	5 - 1500	63	3,35	1,82	707	2369
Ba - S	146	"	10 - 3000	132	2,47	1,12	805	1989
Be - S	146	REJEITA	0,5 - 70	0,67	1,71	0,58	2	3
Co - S	171	"	2 - 70	4	1,97	0,76	16	31
Cr - S	174	ACEITA	3 - 2000	38	2,79	1,36	296	825
Cu - S	174	REJEITA	2 - 150	10	3,34	1,82	112	373
La - S	146	"	10 - 1500	22	2,54	1,17	142	360
Nb - S	146	"	5 - 30	11	1,57	0,47	27	43
Ni - S	174	"	2 - 200	6	2,49	1,14	37	93
Pb - S	174	"	5 - 30	9	1,60	0,50	23	37
Sc - S	146	"	2 - 20	4	1,71	0,58	12	20
V - S	174	"	10 - 200	32	1,84	0,67	108	199
Y -- S	146	"	3 - 500	14	2,13	0,87	64	135
Cu - AA	60	"	2 - 75	2	1,65	0,54	5	9
Pb - AA	60	"	2 - 20	3	1,77	0,62	9	17
Zn - AA	60	"	2 - 50	3	1,81	0,65	10	18
Au - AA	170	"	0,005 - 2	0,01	2,81	1,38	0,08	0,22
As - Col	174	"	5 - 40	7	1,55	0,46	17	26
Zn - Col	114	"	6 - 50	9	1,63	0,52	24	39

* Valores arredondados

** Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

TAB. H SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO ITAPECURU (84 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	DISTRIBUIÇÃO *LOG. NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	* MÉDIA GEOMETRICA	*DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	*LIMIAR 3.S
Fe - S %	83	ACEITA	0,07 - 10	0,63	2,38	1,06	3,57	8,49
Mg - S %	83	REJEITA	0,02 - 1	0,07	2,33	1,02	0,38	0,89
Ca - S %	83	"	0,02 - 0,7	0,03	2,54	1,18	0,19	0,49
Ti - S %	83	"	0,15 - 1	0,65	1,69	0,56	1,86	3,14
Mn - S	83	ACEITA	20 - 2000	151	2,26	0,97	771	1743
B - S	83	"	10 - 200	69	1,98	0,77	271	536
Ba - S	83	"	10 - 2000	124	2,91	1,46	1050	3056
Be - S	83	REJEITA	0,5 - 50	0,7	1,91	0,72	3	5
Co - S	83	"	2 - 30	3	1,79	0,63	10	17
Cr - S	83	"	5 - 700	32	2,79	1,37	249	695
Cu - S	83	"	2 - 70	3	2,46	1,12	18	45
La - S	83	"	10 - 500	27	2,12	0,87	121	257
Nb - S	83	ACEITA	5 - 50	14	1,84	0,67	47	87
Ni - S	83	REJEITA	2 - 100	3	2,41	1,08	19	47
Pb - S	83	ACEITA	5 - 50	9	1,61	0,51	23	38
Sc - S	76	REJEITA	2 - 20	4	1,87	0,69	14	26
V - S	83	"	10 - 200	32	1,77	0,62	100	177
Y - S	83	ACEITA	5 - 300	23	2,75	1,34	174	478
Cu - AA	75	REJEITA	2 - 30	2	1,86	0,69	7	13
Pb - AA	75	"	2 - 25	5	1,81	0,65	16	30
Zn - AA	75	"	2 - 70	3	2,27	0,98	15	35
Au - AA	83	"	0,002 - 0,1	0,009	2,35	1,03	0,05	0,12
As - Col	83	"	5 - 10	5	1,18	0,17	7	8
Zn - Col	8	INSUFICIENTES PARA CÁLCULO DOS ESTIMADORES						

* Valores arredondados
** Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

TAB. I SUMÁRIO DOS ESTIMADORES - POPULAÇÃO BARREIRAS (56 amostras)

ELEMENTOS (ppm)	Nº AMOSTRAS P/CÁLCULO	*DISTRIBUIÇÃO LOG. NORMAL	VARIAÇÃO DOS RESULTADOS	* MÉDIA GEOMETRICA	*DESVIO GEOMETRICO	*COEFICIENTE VARIAÇÃO	*LIMIAR 2.S	*LIMIAR 3.S
Fe - S %	56	ACEITA	0,07 - 10	0,84	2,80	1,38	7	18
Mg - S %	56	"	0,01 - 1,5	0,07	3,54	1,99	0,88	3,11
Ca - S%	56	REJEITA	0,02 - 0,2	0,04	2,42	1,08	0,23	0,57
Ti - S %	56	"	0,3 - 1	0,77	1,40	0,35	1,51	2,11
Mn - S	56	ACEITA	20 - 1000	140	2,27	0,98	721	1638
B - S	56	"	30 - 500	133	2,00	0,79	532	1064
Ba - S	56	"	10 - 700	77	3,45	1,91	916	3162
Be - S	56	REJEITA	0,5 - 10	0,9	1,98	0,77	4	7
Co - S	56	"	2 - 50	4	2,26	0,97	20	46
Cr - S	56	ACEITA	5 - 500	45	2,70	1,29	328	886
Cu - S	56	REJEITA	2 - 30	5	2,32	1,01	27	62
La - S	56	"	10 - 200	21	2,15	0,90	97	209
Nb - S	56	ACEITA	5 - 50	17	1,72	0,58	50	87
Ni - S	56	REJEITA	2 - 70	7	2,83	1,39	56	159
Pb - S	56	"	5 - 70	11	2,13	0,88	50	106
Sc - S	43	"	2 - 30	5	2,08	0,84	22	45
V - S	56	"	20 - 200	41	1,85	0,68	140	260
Y - S	56	ACEITA	5 - 150	22	2,53	1,17	141	356
Cu - AA	52	REJEITA	2 - 30	3	2,05	0,82	13	26
Pb - AA	52	"	2 - 45	6	2,58	1,20	40	103
Zn - AA	52	"	2 - 70	5	3,14	1,64	49	155
Au - AA	49	"	0,005 - 0,55	0,010	3,28	1,76	0,11	0,35
As - Col	56	"	5 - 10	5	1,20	0,18	7	9
Zn - Col	4	INSUFICIENTES PARA CÁLCULO DOS ESTIMADORES						

* Valores arredondados
* Teste Kolmogorov - Smirnov a 1%

de sumário dos estimadores das populações amostradas individuais (tabelas F,G.H.I) com aquelas de população agrupadas (tabelas D e F) e com a população Área Total (tabela C).

Tendo em vista estas influências, a manutenção da tese de que as distribuições dos elementos tendem para log-normal é viável, não sendo modificados os critérios adotados neste trabalho.

As várias matrizes especificadas anteriormente foram comparadas, elemento a elemento, através do exame visual dos histogramas de freqüência relativa, curvas de freqüência acumulada, coeficientes de variação e média-distribuição de 68% dos valores, para cada um dos 24 elementos considerados.

Os gráficos de freqüência, para o conjunto sedimentos - Área Total, revelaram que Fe,Ca,Mn,Ba,Be,La e Zn (A) apresentam comportamento bem definido de duas populações, e apenas Co, Cr, e Y podem ser considerados como pertencentes a uma única. Os demais elementos apresentam, geralmente, curvas com excesso de valores altos, embora sem caracterizar a presença de outra população atuante.

Ao se considerar as populações agrupadas Complexo Basal + Grupo Gurupi e Formação Itapecuru = Grupo Barreiras, os gráficos de probabilidade indicam, no primeiro caso, interferência de duas populações para Ca, Ba e Be, com a maioria dos restantes elementos mostrando desvios da reta, sem também caracterizar misturas populacionais. Somente para Cr, Ni, Pb (S), As e Zn (C) o traçado melhor ajustado foi uma única reta.

O segundo grupo (Fm Itapecuru + Gr.Barreiras) mostrou mistura de duas populações somente para o Lantânio, tendo os demais elementos de maneira geral, revelado curvas com pequenos desvios para valores altos ou baixos.

Os coeficientes de variação, expressos nas tabelas de sumário dos estimadores, também permitem comparação entre os elementos. Ti, Be, Cu (S), Nb, Ni, Pb(S), V, As e Zn (C) possuem coeficientes similares (arbitrada uma diferença menor ou igual a 0,10) nas populações Complexo Basal e Grupo Gurupi. Os elementos Ca, Mn, B, Be, Cr, La, Nb, V e As, por sua vez, possuem semelhantes coeficientes nas populações Fm. Itapecuru e Gr. Barreiras, para as demais combinações entre as matrizes, os elementos que possuem coeficientes de variação com diferença menor de 0,10 são:

Complexo Basal e Fm.Itapecuru = Ti,Be,Ni,Pb(S),Sc
Complexo Basal e Gr.Barreiras = Co, Nb, Sc, V
Grupo Gurupi e Fm.Itapecuru = Ti,Mn,Cr,Ni,Pb(S),V, Pb (A).
Grupo Gurupi e Gr.Barreiras = Mn, Cr, V.

A figura 6 mostra a média geométrica e a distribuição esperada de 68% dos valores (X/S - X.S) para cada elemento, nas quatro populações amostradas básicas. Pode-se verificar que, para alguns elementos (por exemplo o Titânio) não haveria diferença significativa ao estudá-los separadamente em cada população básica, em populações agrupadas duas a duas, ou mesmo na população Área Total. Pela distribuição apresentada, a maioria dos elementos suporta a conjunção de duas populações básicas, variáveis, ao nível de reconhecimento regional.

Não há, portanto, um comportamento definido que permita agrupamentos considerando-se todos os elementos requeridos, embora tais semelhanças na distribuição dos mesmos, com raras exceções, permitam aventar a hipótese de que os elementos-traço, nos sedimentos, estejam diluídos e misturados em toda a área do Projeto, configurando um fraco e suave relevo geoquímico.

O exame da figura 6 permite também a avaliação das concentrações relativas dos elementos, na tentativa de caracterizar geoquímicamente as populações amostradas:

TAB. J - Concentrações relativas nos sedimentos de corrente

POPULAÇÕES	ALTA	MÉDIA	BAIXA
COMPLEXO BASAL	Fe,Mg,Ca,Co,Cu(S) Sc,Au,As,Zn (C).	Ti,Mn,Be,Cr,Ni, Zn (A).	B,Ba,La,Nb, Pb(S),V,Y , Cu(A),Pb(A).
GRUPO GURUPI		Fe,Mg,Ca,Ti,B, Ba,Co,Cr,Cu(S), La,Ni,As,Zn(C).	Mn,Be, Nb, Pb(S),Sc,V, Y,Cu (A) , Pb(A),Zn(A), Au.
FORMAÇÃO ITAPECURU	Mn,Ba,La,Y.	Ti,Nb,Cu(A), Pb(A).	Fe,Mg,Ca,B, Be,Co, Cr , Cu(S),Ni , Pb(S),Sc,V, Zn(A),Au,As, Zn (C).
GRUPO BARREIRAS	Ti,B,Be,Cr,Nb,Ni, Pb(S),Sc,V,Y,Cu(A) Pb(A),Zn(A).	Fe,Mn,Co,Au.	Mg,Ca,Ba , Cu(S),La,As, Zn (C).

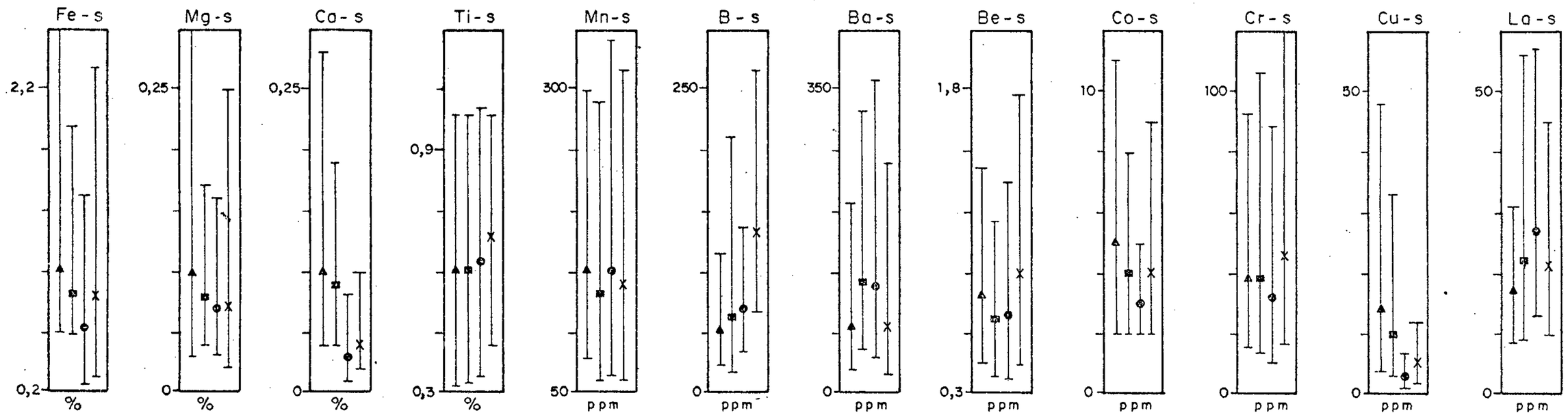


Fig. 6 - COMPARAÇÃO ENTRE AS POPULAÇÕES AMOSTRADAS

As conclusões a respeito de mistura e diluição dos elementos, na região em estudo, são bem demonstradas pela tabela. Além das condições inerentes à propria dispersão dos elementos-traço, o comportamento indefinido observado, provavelmente tem, como fontes potenciais de contrução, a variabilidade das litologias de uma mesma unidade e as similaridades composicionais entre alguns termos litológicos de unidades diferentes. Assim, às interferências entre as populações básicas, são acrescidas as variações dentro de cada unidade, influência estas que não são passíveis de avaliação, tendo em vista a baixa densidade de amostragem, aplicada na maior parte da região.

Na avaliação dos demais resultados do processamento, e durante a fase interpretativa, serão consideradas apenas as quatro populações amostradas básicas, uma vez que são os menores conjuntos definidos disponíveis, sendo referenciadas à população Área Total para efeito comparativo, quando necessário.

Como esperado, os gráficos que expressam as correlações espelham fielmente o comportamento indefinido dos elementos quanto ao substrato litológico. A matriz de correlações (figura 4) demonstra que os coeficientes (r) mais elevados entre elementos de uma mesma população, são correspondidos na maioria dos casos, pelas outras. As diferenças somente se tornam significativas a baixos níveis de relacionamento, onde a influência de fatores inseridos pela dispersão secundária, pode falsear completamente a dedução quanto às associações originais.

Já o dendograma de grau de dependencia para os sedimentos de corrente - Área Total (figura 5) mostra a existência de três familias bem definidas, com redução acima de 25% (r 0,50):

O conjunto Zn (A), Ni, Cu (A), Sc, V, Pb (A) e(S) (r 0,60), parece derivar de rochas de caráter básico a intermediário, que contém sulfetos relacionados. Rochas desta composição ocorrem tanto no Complexo Basal como no Grupo Gurupi, da mesma forma que rochas de composição básica a ultrabásica salientadas pela família Fe,Mg,Co,Cr, (Zn - C),(r 0,54). A associação Nb, Y e Ti (r 0,54) tende para termos alcalinos, embora também seja representativa de rochas sedimentares, hipótese esta que se apresenta mais adequada.

As ligações dessas associações entre si, ou com outros elementos, situam-se em níveis baixos de dependência que, como anteriormente citado, podem apresentar influência da dispersão secundária.

As regressões lineares efetuadas tiveram um comportamento bastante homogêneo. Para a variável dependente Cromo, em todos os conjuntos básicos, as maiores reduções ocorreram com elementos litófilos e siderófilos (Ti,Fe,Ca,Ni, Mg,Sc,Mn) registrando-se os maiores valores no Grupo Barreiras, cujo máximo atingiu 77% de redução para Fe+Ti. Tal percentagem parece refletir uma ocorrência de cromo quase que exclusivamente em espinélios resistatos, nos sedimentos coletados em domínio do Grupo Barreiras. No Grupo Gurupi o valor máximo obtido foi de 68% para Ti+Ni, e nas demais populações, inferiores a 51% (Área Total-57% para Ti+Ni).

O Cobre (S) possui também afinidade com litófilos e siderófilos em todas as populações consideradas, ressaltando-se Ca,Ni,V,Fe,Co,B,Mn. As reduções de maior valor foram alcançadas na Formação Itapecuru, onde Ca+Ni permite explicar 52% de sua variação. Caracteristicamente nesta população, o Cobre (S) aparenta estar relacionado a sedimentos argilosos e/ou imaturos, derivados de litologias mais antigas. Tal comportamento pode ser também o do Grupo Barreiras, com redução de 37% do cobre (S) através de V+Co. As populações Complexo Basal e Grupo Gurupi apresentaram respectivamente 34% para Fe-Ba e 28% para Fe+Co (Área Total-31% para Fe+Ca).

As regressões tendo como variável dependente o Ouro, por sua vez, forneceram um máximo de 20% para B-Cu (A), na população Complexo Basal. Boro é a variável que, combinada com outra independente (Cu (A), As, Zn (A), Pb (A), Fe,Mn) caracteriza as mais elevadas reduções obtidas. É portanto no domínio do Complexo Basal que o ouro parece se relacionar mais a elementos que denotam atividades hidrotermais. Os outros conjuntos básicos forneceram sempre valores inferiores a 10%, e na população Área Total, o máximo obtido foi de 4,5%, para B+Fe.

Além dos estudos anteriormente comentados, tendo por base os programas de aplicação do SEAG., foi tentado um exame da relação Cobre (A) (parcial) para Cobre (S) (total), com o intuíto de avaliar, em cada população amostrada, o modo de ocorrência mais comum deste elemento. A limitação encontrada, foi a relativamente baixa concentração de cobre nos sedimentos, significando abundância de resultados próximos ou iguais aos limites de sensibilidade dos métodos analíticos.

Para atenuar este fator e erros introduzidos pela amostragem e análise, foi calculada a média dos valores da relação, obtendo-se os seguintes coeficientes:

População Complexo Basal = 0,94 (24 amostras)
População Grupo Gurupi = 0,72 (60 amostras)
População Formação Itapecuru = 0,93 (75 amostras)
População Grupo Barreiras = 0,99 (52 amostras)

Nos sedimentos de corrente amostrados no domínio do Grupo Gurupi, portanto, 30% do Cobre (na média) provavelmente encontra-se na estrutura de silicatos que não são atacados pelo ácido nítrico. Para as demais populações, a quase totalidade de Cobre encontra-se sob uma ou mais formas que são digeridas por HNO_3 (sulfetos, óxidos, adsorvido, copreci pitado, etc). Para a relação Pb (A)/Pb (S) foi efetuado o mesmo cálculo, encontrando-se coeficientes entre 0,51 e 0,65.

A determinação dos erros devidos à amostragem e análise foram efetuados para Cu (/), Cr, V e Cu (A), em um pequeno número de amostras e suas respectivas duplicatas de campo. O método utilizado foi aquele descrito por GARRET(1969), que compara a razão entre as variâncias totais e de amostragem + analítica com a Densidade F de SNEDECOR. Todos os elementos testados apresentaram níveis de confiança acima de 90%, dando consistência satisfatória aos dados estatísticos e mapas geoquímicos dos elementos.

Os diferentes métodos analíticos, empregados na avaliação de Cobre, Chumbo e Zinco, também foram objeto de exame:

a - Absorção Atômica e Espectrografia de Emissão possuem idêntica sensibilidade para Cu e Pb, mas em A.A. os intervalos entre os resultados são numerosos a partir de 20ppm, significando maior precisão.

b - Os contrastes entre o valor máximo encontrado e o background (X) são mais elevados para Pb (A) que para Pb (S). Para Cu (A) observam-se maiores contrastes em duas populações. Na população Complexo Basal ,onde o contraste de Cu (A) é quase 3 vezes inferior ao de Cu (S), o coeficiente de correlação entre os dois é máximo (1,000).

c - Em amostras que contenham pequena quantidade de Na, o Chumbo é considerado volátil na análise espectrográfica, podendo afetar os resultados.

d - A variância de amostragem + analítica do Cu (A) foi inferior àquela obtida para Cu (S).

e - Zinco, estimado por Colorimetria, não possui amostras em comum com Zn por Absorção Atômica. Espectrografia é o método menos adequado, uma vez que o limite de sensibilidade situa-se em 200 ppm, e os resultados acima deste valor geralmente apresentam interferências.

Pelo exposto, recomenda-se para os trabalhos de detalhamento, continuar a avaliação de Cu, Pb e Zn, por Absorção Atômica, pois este método, inclusive, permite, através da combinação de reagentes, extrações totais ou parciais, cujas relações são de larga utilização em prospecção geoquímica.

6.5 - Mapas Geoquímicos

Os elementos químicos foram agrupados em 3 conjuntos, dando origem a 3 mapas de distribuição de seus valores anômalos. Cada grupamento procura representar alguma afinidade específica, embora possam ocorrer associações com indivíduos locados em mapas distintos, e que serão comentados no texto.

a - Ag,As,Au,Bi,Cd,Cu,Mo,Pb,Sb,Zn -afinidade específica a sulfetos e metais preciosos -Anexo XXII.

b - Ca,Co,Cr,Fe,Mg,Ni,Sc,Ti,V - afinidade de rochas de composição básica a ultrabásica-Anexo XXIII.

c - B,Ba,Be,La,Mn,Nb,Sn,Sr,W,Y - afinidade a rochas sedimentares, depósitos de minerais resistatos, rochas alcalinas e pegmatitos-Anexo XXIV.

Os valores anômalos de Cu,Pb e Zn são registrados em função do método analítico, uma vez que somente parte das amostras foi submetida a dois métodos, para estes elementos. A avaliação dos limiares foi individual, permitindo assim o registro.

Os limiares de anomalias de 1ª e 2ª ordem foram arredondados em função da escala de resultados analíticos, a partir dos valores calculados estatisticamente. Para os ele

mentos não-processados, as concentrações anômalas foram avaliadas visualmente, pelo exame da tabela B.

6.6 - Comentários Gerais

Com a avaliação individual dos parâmetros geoquímicos para cada população amostrada, a influência do substrato litológico nos sedimentos de corrente ficou bastante diminuida. Os fatores influentes do ambiente secundário, da mesma forma, foram suavizados, pois as características da rede hidrográfica variam mais entre os diversos domínios do que em cada um deles. Além disso, a região costeira não será considerada, uma vez que a influência oceânica modifica totalmente as condições ambientais vigentes no restante da área. A amostragem nessa região foi bastante restringida em virtude dessa influência.

O pH foi um dos parâmetros externos avaliados, mantendo-se relativamente constante nas drenagens percorridas; os valores situaram-se, geralmente em torno de 5,7 a 5,3, com raros extremos de 5,9 e 5,0 alcançados em afluentes do alto curso do rio Piriá e nos rios Piriá e Maracaçumé, respectivamente. Situações inversas, de águas ácidas passando para neutras ou alcalinas e propiciando assim a formação de barreiras geoquímicas, não foram observadas.

Os mapas geoquímicos, apresentados em anexo, mostram uma distribuição bastante consistente das anomalias, naturalmente com maior concentração nos domínios em que houve adensamento dos pontos de coleta. De uma maneira geral, portanto, as concentrações anômalas dos elementos, neles repre

sentadas, podem ser relacionadas a mudanças bruscas e marcantes na composição normal dos sedimentos, para cada unidade básica amostrada.

A seguir serão feitos breves comentários sobre a distribuição anômala dos elementos em cada população, ressaltando-se as associações geoquímicas mais comuns e as possibilidades de ocorrências de mineralizações. As anomalias isoladas não serão discutidas, uma vez que podem ser devidas a fatores de acumulação puramente locais e restritos, avaliação esta, fora dos objetivos do presente levantamento.

6.6.1 - População Amostrada Complexo Basal

Dos elementos calcófilos representados no Anexo XXII, Arsênio, Bismuto e Cádmio mostraram o maior número de anomalias em regiões restritas. Arsênio em valores de 20 a 40 ppm ocorre, preferencialmente, em afluentes e sub- afluentes do médio rio Gurupi, próximo da localidade de Camiranga. Não mostra relacionamento com outros indivíduos químicos, embora ocorra, no maior afluente e a jusante das anomalias de As, duas anomalias de Ouro.

Apesar de não haver uma associação evidente, a forte afinidade do Arsênio com o Ouro epigenético é reconhecida por vários autores, sendo o Arsênio utilizado mesmo como "pathfinder" para este metal (HAWKES & WEBB, 1964 - p. 360) . A mobilidade do Arsênio é geralmente baixa, limitada pela coprecipitação com limonita; já o Ouro, em finas partículas apresenta, geralmente, uma dispersão errática, podendo então, a distribuição observada destas anomalias, refletir o com

portamento divergente dos dois elementos, no ambiente secundário. Ouro ainda ocorre em um pequeno afluente próximo a São José do Gurupi e, como anômalo de 2ª ordem num sub-afluente da margem direita do rio Gurupi, interflúvio com o Maracaçumé, sem mostrar relação com outros elementos.

Cádmio apresenta ampla distribuição anômala em afluente pela margem direita do Gurupi, a sul de Camiranga, sendo acompanhado por valores elevados de Bismuto e, menos freqüentemente Estanho, Vanádio e Níquel. A associação pode ser atribuída a sulfetos de metais-base, de baixa temperatura, como indicado pela presença de Bismuto. Concentrações anômalas de Zinco não foram encontradas nas mesmas amostras, embora a ligação Cádmio-Zinco seja quase universal. Parece provável, próximo a este local, a existência de mineralização sulfetada, já tendo sofrido considerável ação intempérica de oxidação. Nestas condições, o Bismuto teria uma mobilidade baixa, pela coprecipitação com limonitas, enquanto que os sulfetos secundários de Cádmio permaneceriam após a solubilização dos sulfetos de Zinco, pelo processo oxidante (HAWKES & WEBB, 1964 - p.362). Os demais elementos associados parecem ser derivados de acumulação, por fatores epigenéticos secundários propícios.

As anomalias dos restantes elementos calcófilos, desta população, ocorrem de maneira isolada, mostrando relações entre sí e com elementos siderófilos e litófilos (anexos XXIII e XXIV) já próximo à região litorânea, provavelmente denotando condições secundárias de acumulação, pela progressiva mudança do ambiente geoquímico.

Destaca-se ainda a Prata, com valores de 0,5 a 3ppm, em um afluente pela margem direita do Gurupi, região interfluvial Gurupi-Maracaçumé-Turiaçú, com pequeno grau de relacionamento com Itrio, Lantânio e Manganês. Aparece ainda em dois afluentes do rio Munim, no extremo SE do mapa. Faltam informações para avaliar sua fonte e/ou modo de ocorrência.

Dos elementos litófilos e siderófilos, constantes no Anexo XXIII, merecem referência especial apenas Cálcio, com larga densidade de anomalias, nos afluentes da margem esquerda do Gurupi a sul de Camiranga, e Cromo, anômalo e em dois afluentes da margem direita, a sul de São José do Gurupi.

Cálcio apresenta-se ligado intimamente a Estrôncio, indicando a provável composição da rocha fonte de suas dispersões anômalas. Os valores obtidos para Estrôncio não foram elevados, com um máximo de 500 ppm, se comparado a abundância média de 800 ppm para as rochas ígneas de composição intermediária (ANDREWS-JONES, D.A., 1968 -Tab. 4), decrescendo para 440 ppm em básicas; o Cálcio, por sua vez, apresenta valores máximos de 2%, inferiores às concentrações médias para as mesmas litologias. Pode-se admitir que há, na área de captação destes sedimentos amostrados, rochas de caráter intermediário a básico, composicionalmente diferentes daquelas normais para esta população básica (litologias do Grupo Gurupi?).

As duas anomalias de Cromo ocorrem conjuntamente com Manganês e, individualmente, a Nb,Y,As,Zn (C). A associação é tipicamente de caráter sedimentar (Mn presente como

"coatings" em minerais e fragmentos de rocha), não indicando proximidades da fonte de dispersão.

As anomalias dos elementos, relacionados principalmente a acumulações sedimentares, registradas no Anexo XXIV, estão também concentradas em afluentes do Gurupi, no médio a baixo curso. Ressaltam-se Estrôncio, já comentado anteriormente junto com Cálcio; Estanho em pequeno afluente da margem direita, a sul de Camiranga; Nb,La,Be,Sn em afluentes próximos a S. José do Gurupi e com Ítrio associado, em afluente da margem direita no interflúvio com as cabeceiras do rio Maracaçumé, e ainda em outros afluentes menores, próximos à costa oceânica.

A ocorrência normal destes elementos-traço é em veios pegmatóides, frequentes no Complexo Basal,originados por processos de segregação, e em rochas de composição granítica, na estrutura de minerais acessórios (zircão e apatita, principalmente). Os relativamente pouco elevados valores obtidos para estes elementos, sugerem que sua distribuição seja devida mais a pequenas variações mineralógicas nas litologias do embasamento que a jazimentos singenéticos de caráter econômico. Por outro lado, a maior densidade de anomalias de Estanho, já citadas, indica a presença de rochas comparativamente ricas neste elemento, merecedoras, portanto de investigações mais detalhadas. Tanto na região próxima a São José, como no interflúvio Gurupi-cabeceiras do Maracaçumé, da mesma forma, o detalhamento poderia elucidar a presença ou não de pegmatóides segregados, ou mesmo de veios pegmatíticos de origem magmática residual, neste caso com reais possibilidades econômicas.

Algumas anomalias de Boro, em afluente de margem esquerda entre Camiranga e S.José do Gurupi, parecem ser originadas pela presença de turmalina, resistato comum em litologias desta população.

6.6.2 - População Amostrada Grupo Gurupi

O domínio do Grupo Gurupi apresenta-se com o maior potencial para a ocorrência de jazimentos de metais preciosos e sulfetos, especialmente na restrita faixa cortada pelo médio Gurupi e seus afluentes.

A distribuição anômala de Ouro é bastante destacada, em dois afluentes pela margem direita, somando-se outra anomalia próxima, de 2ª ordem, já em área do Complexo Basal . O relacionamento deste metal continua evidente com o Arsênio, merecendo as mesmas considerações feitas no item 6.6.1.

Os afluentes menores do Gurupi, nesta mesma região, apresentam alta densidade de resultados dos demais elementos calcófilos: Cd,Bi;Pb,Zn e Cu, este em menor número. As relações com litófilos e siderófilos são estreitas do Chumbo e em menor grau de Zinco com Ni,Sc,V,Fe e Mg.

Exceto Cádmio e Bismuto, as concentrações estimadas como anômalas para estes elementos são baixas, comparativamente ao observado para abundância média na crosta terrestre e em diversos tipos litológicos (LEVINSON, A.A., 1974 - p.43). A hipótese mais viável, embora simplista, para explicar a distribuição observada continua sendo aquela aventada para a população Complexo Basal. O intenso intemperismo quí

mico de oxidação propiciaria condições de acumular, através de coprecipitação e adsorção em óxidos e hidróxidos de ferro, os elementos citados e que possuem caracterísicamente grande afinidade com estes. Portanto, a dispersão detectada por este levantamento seria proveniente da remobilização mecânica ou química destes compostos. Cádmio e Bismuto, entretanto, ao apresentarem concentrações de até 100 e 60 vezes a abundância média na crosta, respectivamente, indicam com muita probabilidade a presença, na região, da fonte dos sulfetos, quase que certamente coberta por espesso manto de produtos do intemperismo.

Os demais pontos anômalos de elementos calcófilos não apresentaram distribuição geográfica significativa. Próximo a Aurizona, foz do rio Maracaçumé, a amostra VW-60 apresentou altas concentrações para quase todos os elementos considerados, sendo este comportamento atribuido a coprecipitação com Fe-Mn ou a influência das marés oceânicas.

Conforme citado acima, os altos teores de elementos litófilos e siderófilos, apresentados no Anexo XXIII (Ni, Sc,V,Fe,Mg,Co e Ca), que ocorrem geograficamente associados aos calcófilos, provavelmente relacionam-se também a óxidos/hidróxidos de ferro por processos físico-químicos secundários.

Lantânio, Ítrio e Nióbio (Anexo XXIV) distribuem-se, restritamente, em drenagens menores no médio rio Piriá e na própria calha deste. Duas fontes diferentes podem ter dado origem a esta dispersão anômala verificada: veios pegmatíticos introduzidos na seqüência metassedimentar do Grupo Gurupi ou depósitos sedimentares metamorfisados e fazendo parte da seqüência. A segunda hipótese parece ser mais adequada,

embora faltem maiores evidências e outros elementos típicos para caracterizar uma ou outra providência.

Algumas anomalias de Boro verificam-se em afluentes pela margem esquerda do mesmo rio, mais a jusante, sendo acompanhadas por um valor elevado de Berílio. As grauvacas arcózicas que ocorrem nesta região (originalmente supostas como componentes do Grupo Gurupi), possuem turmalina como acessório comum, dando origem, assim, às concentrações de Boro registradas. Da mesma forma, o Berílio derivando do mineral berilo, provável constituinte menor desse tipo litológico.

6.6.3 - População Amostrada Formação Itapecuru

Várias anomalias de Cobre, Zinco e Chumbo, tanto possíveis como prováveis, são observadas em afluentes do médio rio Turiaçú, acompanhadas de Ni,Ca,Mg,V,Co,Fe,Sc e Cr . Esta região é completamente plana, sendo muito freqüentes pequenos lagos onde o remanejamento do material fino é constante, assim como o ambiente lagunar propício, favorece a composição de complexos organo-metálicos. Devido a estes fatores, é fundamentada a suposição de tratar-se de falsas anomalias. Turiaçú, foi registrado Molibdênio e ainda Zinco,Chumbo e Ouro, associados a Mg,Co,V,Cr,Y,La,Nb e W, em pequeno grau. As concentrações reveladas pelo Molibdênio foram baixas (geralmente menores de 5 ppm) se comparadas com o teor médio para a crosta (1,5 ppm). A limonita é considerada como um mineral secundário de Mo (HAWKES & WEBB, 1964 -p.369), possivelmente constituindo a fonte das anomalias para os elementos citados. Apenas um valor de Tungstênio se encontra rela

cionado ao Molibdênio, nesta região, relação esta mais frequente em afluentes menores mais a montante do Turiaçú, ocorrendo ainda Berílio e Lantânio. Embora os pontos de coleta sejam geograficamente distantes, a associação W-Mo reveste-se de especial interesse, sabendo ser ela característica de jazimentos polimetálicos, de metamorfismo de contato.

Prata ocorre em afluentes menores do alto Gurupi, sem aparentar afinidade com outros elementos, impossibilitando assim supor alguma origem para sua dispersão, da mesma forma como ocorre na população Complexo Basal, em um afluente logo a leste desta região.

Ouro ocorre na foz de pequeno afluente do Maracaçumé, próximo da localidade Sete Voltas, e em um afluente pela margem direita do Gurupi, a sul de Camiranga. Neste local, sua associação com o Arsênio é bastante evidenciada, valendo as mesmas considerações efetuadas para estes elementos, nas populações Complexo Basal e Grupo Gurupi..

Dois locais, anômalos em Cromo, foram registrados em afluentes do médio Maracaçumé, relacionados possivelmente a espinélios, resistatos comuns nas drenagens de toda a região.

Próximo das cabeceiras do Gurupi e Piriá, os resultados anômalos de Y,Nb,Mn e Sr provavelmente indicam concentrações de resistatos, nas litologias clásticas desta unidade.

6.6.4 - População Amostrada Grupo Barreiras

A concentração de anomalias, mais evidente, é do elemento Arsênio, em um afluente do Gurupi, a jusante de Caramiranga, que compõe, juntamente com as anomalias verificadas na população Complexo Basal, um conjunto que parece estar ligado a Ouro. Esta ligação não é observada no rio Piriá, onde a única ocorrência de Ouro está ligada a Molibdênio, este ainda apresentando-se em outros pontos no mesmo rio e afluentes. Conforme anteriormente citado, limonita parece ser a fonte destas anomalias. Próximo a Caratateua, o ouro possui afim, entre outros elementos, o Molibdênio.

Ouro ainda ocorre nas cabeceiras do rio Caeté, e Prata num afluente do Maracanã próximo da localidade de Peixe-Boi, no médio rio Guamá, sem associarem-se a outros elementos.

Em afluentes do baixo rio Guamá e do baixo Caeté, registram-se anomalias de elementos calcófilos (Cobre,Chumbo, Zinco), que apresentam afinidade a V,Co,Ni,Fe,Sc,Mg. A distribuição geográfica dessés pontos de amostragem não permite apreciação em conjunto, sendo estas concentrações anômalas consideradas, neste trabalho, como provenientes de fatores secundários de acumulação e portanto falsas.

6.7 - Conclusões

Durante o texto, procurou-se, a cada assunto abordado, associar os comentários pertinentes, evitando-se uma recorrência posterior a cada um deles. Resta para finalizar

uma apreciação em caráter amplo da metodologia desenvolvida, seus resultados e sobre a distribuição geoquímica dos elementos-traço nos sedimentos de corrente da região prospectada. As áreas recomendadas para detalhamento são aquelas citadas nos Comentários Gerais, e objeto de nova citação no item 12 - Recomendações, deste relatório.

Os levantamentos geoquímicos de larga escala apresentam limitações, para o intérprete, no que tange à real representatividade do material amostrado. Uma amostra pode ser coletada sobre determinada unidade litológica (recebendo a respectiva codificação) sendo derivada de outra, situada a montante, mas ainda dentro da área de captação especificada para a amostragem. Assim, a inclusão deste exemplar no conjunto que definirá os parâmetros da primeira população, introduzirá um erro, cuja detecção só ocorre nas condições ideais, em que os elementos-traço estejam em concentrações anômalas para a primeira unidade e normais para a unidade que efetivamente deu origem à dispersão.

A anexação das amostras do Projeto Materiais Industriais àquelas coletadas pelo Projeto Gurupi, para um estudo conjunto, propiciou um aumento na densidade de amostragem, justamente nos domínios das unidades mais promissoras em termos de mineralizações. Em contrapartida, outro percentual, menor, de erro foi introduzido, sendo referendado ao tempo decorrido entre os trabalhos de coleta e às variáveis de amostragem e analíticas associadas.

Os métodos analíticos mostram-se adequados, ressalvando-se a falta de sensibilidade da Espectrografia de

Emissão para alguns elementos. A reprodutibilidade, embora avaliada em um conjunto estatisticamente pequeno, atingiu níveis de confiança satisfatórios para os elementos testados. Por sua vez, o processamento eletrônico forneceu além dos básicos estimadores para cada população, numerosas e valiosas outras informações, especialmente para fins comparativos.Constitui um instrumento de trabalho imprescindível, merecendo ' atenção apenas nos tratamentos multivariáveis, onde as relações obtidas são em cada amostra de um conjunto, e não entre elas.

O Ouro constitui-se em problema em todas as fases mencionadas. Cerca de 24 amostras tomadas apresentaram material insuficiente para a análise, enquanto que o excesso de valores qualificados com diferentes limites de sensibilidade (função da quantidade do material) exigiu cuidadosas transformações antes do processamento estatístico. Propõe-se uma nova sistemática de prospecção, especialmente para este metal, em que o acréscimo do custo é compensado pela obtenção de resultados mais confiáveis. BROWN e HILCHEY (1975) sugerem os procedimentos mais adequados para solos, alguns dos quais podem ser aplicados ao material aluvionar.

Amostragem - deverá ser composta tanto em superfície quanto em profundidade, do material fino em locais de acumulação natural. Quantidade entre 1/2 a 1 litro (1 a 2kg). Esta amostragem é dissociada daquela dos sedimentos normais, em que se evitam os pontos de acumulação natural; no entanto, obedecerá à mesma densidade de coleta especificada.

Preparação - Peneiramento a menor de 80 mesh, com

exame visual da fração grosseira antes do descarte. Completa homogeneização mecânica da fração fina, previamente ao quarteamento. Envio para análise, de maneira aleatória, outras porções quarteadas além das de rotina, para controle da preparação.

Análise - Aumento da alíquota da amostra tomada; os reagentes empregados (HBr e Br) apresentam bons resultados, mesmo comparados com extração por Água Régia (ARIDE , C.M.T. - com. verbal), podendo ser mantidos.

Como ficou amplamente demonstrado, a distribuição geoquímica dos elementos-traço, nos sedimentos de corrente da área estudada, mostra um fraco relevo, refletindo as condições de intemperismo e degradação químicos, mais que as litologias do substrato. A impossibilidade de delimitar Províncias Geoquímicas acrescenta-se à dificuldade de indicar zonas mineralizadas, pelos múltiplos fatores secundários que atuaram na região; fatores estes cuja ação dissocia e cujos produtos mascaram quase que completamente as evidencias mais concretas de depósitos minerais.

Ao efetuar este estudo, algumas influências externas foram consideradas, esperando-se que os futuros trabalhos, na região, propiciem novas informações, para avaliar melhor a atuação destas variáveis, na dispersão geoquímica dos elementos.

6.8 - Estudo dos Concentrados de Bateia

6.8.1 - Distribuição dos Minerais Pesados

Para uma melhor observação da abundância e freqüência dos minerais pesados, a área do Projeto foi dividida em cinco bacias hidrográficas distintas: Turiaçu, Maracaçumé, Gurupi, Piriá e Caeté. Como facilmente visualizado no mapa (anexo XXV) faz-se exceção as bacias dos rios Capim e Guamá, onde não foram coletados concentrados de bateia.

O desenvolvimento deste trabalho, foi feito abordando cada mineral isoladamente, fazendo-se posteriormente um comentário geral dos aspectos comuns, existentes em cada bacia. Os resultados analíticos dos concentrados de bateia, estão contidos em gráfico, que da esquerda para a direita observa de montante para jusante. Este gráfico (nº 1) foi confeccionado para se ter uma ampla visão da distribuição dos minerais pesados ao longo das bacias, podendo-se assim avaliar o comportamento de tais minerais, bem como os de suas assembléias mineralógicas, em cada rio e em toda a bacia.

6.8.2 - Minerais detectados nas bacias hidrográficas

Anatásio - mineral comum a todas as bacias, sendo menos freqüente nas do Gurupi e Piriá; apresenta um teor constante na faixa 5%, exceção feita para JP-C-09 que apresenta um teor na faixa de 5 a 20%.

Andaluzita - aparece somente nas bacias do Piriá e Gurupi em quatro concentrados, sendo três no rio Gurupi e um no Piriá, todos com teor na faixa 5%.

GRÁFICO Nº 1

BACIA DO RIO	TURIAÇU				MARACAÇUMÉ											GURUPI																					PIRIÁ									CAETÉ			
AMOSTRA / MINERAIS	AA. 93	AA. 83	AA. 80	AA. 77	JJ. 26	JJ 19	JJ. 26	JJ. 16	JJ. 07	JJ. 02	JP. 105	JP. 107	JP. 108	JP. 124	JP. 129	JP 75	JP. 68	JP. 63	JP. 56	JP. 44	JP. 42	JP. 38	JP. 29	JP. 33	JP. 32	JP. 18	JP. 14	JP. 11	JP. 04	JP. 09	JP01	JP. 158	JP. 156	JP 154	JP. 149	VB-78	VB-73	VB-72	VB-63	VB-169	VB-148	VB-150	VB-159	VB-153	VB-154	JL-36	JL-37	JL-39	JL-40
PIROXÊNIO																																																
PIRITA																																																
XENOTÍMIO																																																
ESTAUROLITA																																																
MAGNETITA																																																
ESPINÉLIO																																																
ZIRCÃO																																																
RUTILO																																																
TURMALINA																																																
LEUCOXÊNIO																																																
ANATÁSIO																																																
MONAZITA																																																
MICAS																																																
ANFIBOLIO																																																
EPIDOTO																																																
GRANADA																																																
SILIMANITA																																																
ANDALUZITA																																																
Ox. DE FERRO																																																
ILMENITA																																																
TOPÁZIO																																																
CLORITA																																																
CIANITA																																																
TITANITA																																																
CASSITERITA																																																
APATITA																																																
CARBONATO																																																

LEGENDA : < 5 % 5 – 20 % 20 – 60 % > 60 %

Anfibólio - com teor sempre inferior a 5%, só não foi detectado na bacia do Caeté, aparecendo em 24 concentrados, com predomínio nas bacias do Gurupi e Piriá.

Apatita - foi observada em dois concentrados, um no rio Gurupi e outro no rio Caeté, ambos com teor inferior a 5%.

Cassiterita - apareceu na bacia do Gurupi e Piriá em dois concentrados com teor inferior a 5%.

Cianita - mineral comum e constante em todas as bacias, deixando de aparecer somente em dois concentrados do rio Gurupi. Seu teor é inferior a 5%, exceção feita à bacia do Piriá, que somente em quatro concentrados apresenta este teor, e nos demais, apresenta-se sempre entre 5 e 20%.

Epidoto - apareceu em mais de 90% dos concentrados, com teores variando entre 5 e 60%, tendo sua maior freqüência na faixa 5%; embora sendo um mineral bastante comum nas bacias, aparece em um único concentrado da bacia do Caeté, no seu baixo curso.

Espinélio - foi detectado em quase 90% dos concentrados, apresentando teores no intervalo 5%. A bacia onde aparece com menor freqüência é a do Gurupi.

Estaurolita - não foi evidenciada na bacia do Turiaçu, aparecendo, entretanto, ,em todas as outras bacias com teores variando na faixa de 5% a 60%. Observa-se sua maior freqüência na faixa 5% a 20%.

Granada - mineral comum a todas as bacias, apresentando teor na faixa 5%, com exceção de quatro concentrados que apresentam percentagens maiores, sendo um na bacia do Maracaçumé, dois na do Gurupi e um na do Piriá.

Ilmenita - presente em todos concentrados coletados, apresentando percentagem praticamente homogênea nas bacias do Caeté, Maracaçumé, e Turiaçu e, extremamente variada nas bacias do Gurupi e Piriá. Sua percentagem varia da faixa 5% a 60% sendo mais constante na faixa de 20 a 60%.

Magnetita - com teor uniforme na faixa 5%, foi detectado em todas as bacias, deixando de ser encontrado nos concentrados do baixo Gurupi e em um concentrado no médio curso do rio Piriá.

Micas - contidas em sete amostras, sendo três na bacia do Gurupi, uma na bacia do Piriá e as restantes na bacia do Caeté, todas com teores dentro da faixa 5%. Por falta de maiores detalhes analíticos, acreditamos que estas micas sejam do grupo da biotita e da muscovita. A mica clorita aparece somente em três concentrados, sendo um na bacia do Turiaçu e dois na bacia do Gurupi, apresentando percentagens que não ultrapassam a faixa 5%.

Monazita - comum a todas bacias e constante somente em todos concentrados das bacias do Turiaçu e Caeté; nas restantes não é persistente. Excetuando-se a bacia do Caeté, que apresenta um concentrado na faixa de 5 a 20%, todos os outros situam-se na faixa 5%.

Óxido de Ferro - com teor não ultrapassando a faixa 5%, só não foi encontrado na bacia do Turiaçu. Observado em esparsos concentrados nas outras bacias, sua maior freqüência foi na do Caeté.

Pirita - aparece em um único concentrado na bacia do Gurupi com percentagem na faixa 5%.

Piroxênio - foi observado em um único concentrado da bacia do Gurupi, apresentando percentagem na faixa 5%.

Rutilo - deixou de ser detectado em um único concentrado (JP-C-14) da bacia do Gurupi. Executando dois concentrados que apresentam teores de 5 a 20% e de 20 a 60%, as outras apresentam teor constante na faixa 5%.

Silimanita - presente somente em quatro amostras da bacia do Gurupi com teor na faixa 5%.

Titanita - não foi observado somente na bacia do Caeté, porém nas outras aparece em esparsos concentrados com percentagem na faixa 5%.

Topázio - detectado em unicamente dois concentrados, um no Turiaçu e o outro no Gurupi com percentagem não ultrapassando a faixa 5%.

Turmalina - só não detectada somente em um concentrado, localizado no ponto mais à montante da bacia do Turiaçu. Apresenta percentagem variando de 5% a 60%, sendo sua maior freqüência na faixa 5%.

Xenotímio - observado em um único concentrado e montante da bacia do Maracaçumé com percentagem inferior a 5%.

Zircão - ocorre em todos os concentrados coletados, sendo sua freqüência maior na faixa entre 20 e 60%.

6.8.3 - Distribuição dos Minerais Pesados nas Bacias Hidrográficas e na Região do Pirocaua.

- Bacia do rio Turiaçu

Devido ao pequeno número de concentrados coletado nesta bacia e, à homogeneidade percentual de cada mineral, torna-se difícil aventar qualquer afirmativa geológica; porém, devido à associação mineralógica, pode-se aventar a hipótese de que esta bacia se encontra sobre terrenos precambrianos, constituídos predominantemente de gnáisses e xistos, e secundariamente sobre rochas ígneas de composição ácida. Esta hipótese baseia-se na associação mineralógica existente na área. O rutilo, monazita, anatásio, turmalina caracterizam a presença de gnaisses. Magnetita, anatásio, granada, anfibólio, turmalina, cianita, epidoto, espinélio e micas atestam a presença de rochas metamórficas do fácies xisto verde. Magnetita, ilmenita, rutilo, monazita, zircão, anatásio, topázio, turmalina, espinélio atestam a presença de rochas ígneas.

Observa-se também que os dois minerais mais abundantes são o zircão e a ilmenita.

- Bacia do rio Maracaçumé

Nesta bacia são observados minerais constituindo várias assembléias, demonstrando assim que diversos tipos litológicos são cortados pelos rios que drenam a área, como veremos a seguir: magnetita, anatásio, granada, anfibólio, turmalina, cianita, estaurolita, epidoto e espinélio são característicos dos xistos pertencentes ao Grupo Gurupi; rutilo,monazita, xenotímio, anatásio e turmalina, são minerais constituintes do gnaisses encontrado no embasamento regional;ilmenita, rutilo, anatásio e anfibólio parecem demonstrar a existência de rochas intermediárias a básicas; magnetita, ilmenita, anfibólio indicam a presença de pegmatitos intermediários; monazita, xenotímio, granada, turmalina e espinélio indicam a presença de pegmatitos ácidos. Apesar de existirem na área rochas sedimentares, estas só são indicadas pela presença de rutilo e zircão.

- Bacia do rio Gurupi

Esta bacia contém um maior número de concentrados, portanto maior quantidade de informações que as outras. Pelas conclusões obtidas através da presença de minerais pesados, pode-se aventar que, além das litologias mapeadas, outras poderão existir.

Magnetita, anatásio, granada, anfibólio, turmalina, cianita, estaurolita, epidoto, espinélio, andaluzita e micas podem atestar a presença de xistos verdes. Rutilo, monazita, anatásio, turmalina, micas e andaluzita confirmam a presença de gnaisses na área. Cassiterita, monazita,granada,

turmalina, espinélio e micas, podem indicar a presença de pegmatitos ácidos. Magnetita, ilmenita, anfibólio e micas podem evidenciar pegmatitos intermediários. Rocha sedimentares podem ser indicadas pela presença de rutilo e zircão.

- Bacia do rio Piriá

Os minerais mais freqüentes são: estaurolita, espinélio, zircão, rutilo, turmalina, ilmenita e cianita e os mais abundantes são estaurolita, ilmenita e zircão. As assembléias mineralógicas podem evidenciar as seguintes rochas: gnaisses-rutilo, monazita, anatásio, turmalina, mica e andaluzita; xistos-magnetita, anatásio, granada, anfibólio, turmalina, cianita, estaurolita, epidoto, espinélio, micas e andaluzita; Pegmatitos intermediários - magnetita, ilmenita, anfibólio e micas. Além destas rochas, pode-se antever a presença de rochas sedimentares pela presença de rutilo e zircão.

- Bacia do rio Caeté

Identicamente à bacia do Turiaçu, a do Caeté conta com somente quatro concentrados de bateia, o que evidentemente não permite extrair boas conclusões. Apesar de o rio em todo curso, atravessar rochas sedimentares do Grupo Barreiras e Formação Pirabas, pelas assembléias mineralógicas acredita-se que o mesmo esteja carreando material erodido, tanto do Grupo Gurupi como do Complexo Basal. Uma observação importante é que próximo à cidade de Bragança entre os minerais pesados, foram detectados alguns carbonatos (JL-C-40). Rutilo, monazita, anatásio, turmalina e micas, parecem deno

tar a presença de gnaisses na região da bacia; magnetita, anatásio, granada, turmalina, cianita, estaurolita, epidoto, espinélio e micas constatam a possível existência de xistos na região drenada. Rutilo e zircão são os minerais pesados que comprovam a existência de rochas sedimentares.

- Região do Pirocaua

Dos vinte concentrados coletados na Região do Pirocaua, fazendo exceção a alguns minerais que aparecem esporadicamente, verifica-se uma relativa homogeneidade, tanto nos tipos minerais como em suas percentagens (gráfico nº 2).

Os minerais mais comuns na região são: magnetita, ilmenita, rutilo, zircão, turmalina, cianita, estaurolita, leucoxênio e os óxidos de ferro. Os menos freqüentes são: monazita, anatásio, ouro, anafibólio, epidoto, coríndon, espinélio e micas.

Observando-se detalhadamente as assembléias minerais, aí existentes, pode-se chegar à conclusão que o tipo litológico predominante na área é metamórfico, constituído por xistos, assim como se pode também aventar a existência de alguns pegmatitos, possivelmente intermediários.

Entre os minerais esporádicos, foi observado o ouro que apresenta relativo potencial econômico para a região. Com percentagens inferior a 5%, foi detectado em quatro concentrados (VW-C-39,75,77 e 78). Aconselha-se uma melhor investigação na área com o fito de verificar sua economicidade.

GRÁFICO Nº 2

REGIÃO DO PIROCAUA

AMOSTRA / MINERAIS	VW-34	VW-35	VW-38	VW-39	VW-45	VW-47	VW-48	VW-50	VW-51	VW-53	VW-59	VW-62	VW-64	VW-65	VW-66	VW-68	VW-69	VW-75	VW-77	VW-78
MAGNETITA	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ILMENITA	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	■	▬	▬
RUTILO	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
MONAZITA					▬		▬				▬									
ZIRCÃO	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
ANATÁZIO	▬														▬			▬		▬
OURO				▬														▬	▬	▬
ANFIBÓLIO					▬		▬		▬	▬		▬		▬			▬	▬	▬	
TURMALINA	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	■	▬
CIANITA	▬	▬	▬	▬	▬		▬		▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬		▬	▬	▬
ESTAUROLITA	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
EPIDOTO							▬						▬							
CORÍNDON					▬												▬			
ESPINÉLIO					▬				▬											
LEUCOXÊNIO			▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		▬		▬	▬	▬	▬		▬
MICAS	▬		▬		▬		▬						▬	▬						
OX. FERRO	■	■	■	■	■	▬	■	▬	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	▬

LEGENDA

▬ < 5 %

▬ 5 - 20 %

■ 20 - 60 %

■ > 60 %

6.8.4 - Conclusões

Os minerais pesados detectados na área do Projeto, de um modo geral, apresentam distribuição bastante homogênea, tanto em tipo quanto em concentrações. Refletem as litologias predominantes do Complexo Basal e Grupo Gurupi, revelando pequenas variações locais, parecendo ser função dos diferentes graus metamórficos, atingidos por estas unidades.

Os resistatos econômicos são pouco freqüentes, e em concentrações baixas. Ressalta-se a ilmenita, com maior abundância nas bacias do Turiaçu, Maracaçumé e Gurupi, tornando possível a existência, próximo ao litoral, de "placers" deste mineral.

Já o ouro, objetivo principal do reconhecimento efetuado, mostrou-se presente apenas em algumas amostras de zona de garimpo, na região do Pirocaua. Como a região do Gurupi é potencialmente aurífera, existindo garimpos em atividade e abandonados, a não detecção deste metal deve-se, provavelmente, a falhas na execução da coleta e preparação das amostras.

A dificuldade de detecção deste metal reside especialmente, em três fatores (BROWN & HILCHEY, 1975):

1 - Tende a depositar-se rapidamente a partir da fonte, por possuir alto peso específico em relação aos outros minerais e fragmentos de rocha.

2 - Ocorre normalmente, em pequenas partículas, de distribuição não homogênea.

3 - Concentrações extremamente pequenas são significativas.

No intuito de conseguir melhores informações sobre as assembléias mineralógicas e presença de ouro, nova sistemática deverá ser adotada em trabalhos futuros: a tomada de maior volume de material em locais de deposição natural; a amostragem composta em profundidade e a verificação de todo o material apurado, evitando-se o quarteamento na fase preparatória.

7. ESTRATIGRAFIA

7.1 - Comentários Gerais

O Projeto Gurupi abrange uma vasta área de exposição de rochas infra-crustais relacionadas ao Complexo Basal, e de rochas sedimentares pertencentes às bacias de Bragança-Vizeu, parte norte da bacia do Maranhão, bacia de São Luís e porção oeste da bacia de Barreirinhas.

A coluna proposta, neste relatório (Tabela K), está baseada nos trabalhos de campo, executados pela equipe do Projeto, e em dados bibliográficos existentes sobre a região.

Rochas pertencentes ao Pré-Cambriano estão amplamente distribuídas na região, constituindo uma possível província cratônica. Em virtude da grande variedade dos tipos

TABELA K

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	UNID. ESTRAT.	L I T O L O G I A
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO	ALUVIÃO	Cascalhos, areias, siltes e argilas.
		PLEISTOCENO	COLUVIÃO	Cascalhos, areias, siltes, argilas e arenitos ferruginosos (grês do Pará).
	TERCIÁRIO		GRUPO BARREIRAS	Sedimentos inconsolidados, argilosos, síltico s e arenosos, folhelhos, arenitos, e arenitos ferruginosos (grês do Pará).
			FORMAÇÃO PIRABAS	Calcários duros de cor predominantemente cinza ou inconsistentes, amarelados a esbranquiçados, apresentando intercalações / de argilas e arenitos.
MESOZÓICO	CRETÁCEO		FORMAÇÃO ITAPECURU	Arenitos, folhelhos, siltitos, argilitos e calcário margoso.
		INFERIOR	ROCHAS INTRUSIVAS HIPOABISSAIS E VULCÂNICAS	
	TRIÁSSICO	INFERIOR		Hornblendito (?), diabásio, riolitos.
EOPALEOZÓICO (?)			FORMAÇÃO PIRIÁ	Siltitos, arenitos, grauvacas.
PRÉ CAMBRIANO		SUPERIOR MÉDIO	GRUPO GURUPI	Ardósias quartzitos, filitos, xistos, meta-riolitos, meta-dacitos.
		MÉDIO INFERIOR	COMPLEXO BASAL	Granitos, granodiolitos, aplitos(?), Qz-pórfiros, anfibolitos, gnaisses e migmatitos, cataclasitos, pegmatitos, tonalitos.

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J.L. ET ALII, 1975.

litológicos descritos e de sua posição estratigráfica inferi
or, os autores do presente trabalho denominaram esta unidade
de Complexo Basal. É composta, predominantemente, por rochas
gnáissicas cuja composição varia de granítica a trondjemíti
ca e, mais freqüentemente, quartzo-dioríticas, evoluindo em
alguns locais a tipos isótropos, maciços; migmatitos de compo
sição e estrutura variada; pegmatitos, granodioritos,dioritos
e os orto-anfibolitos.

Assentado discordantemente no Complexo Basal, ain
da de idade pré-cambriana média a superior, ocorre o Grupo
Gurupi. Compõe-se de metassedimentos, principalmente de bai
xo grau metamórfico, predominando quartzitos, filitos e xis
tos, subordinados. Na base deste pacote de metamorfitos foi
constatada a presença de rochas ortoanfibolíticas, geológica
e petrograficamente diferentes das relacionadas ao Complexo
Basal. Também pertencentes a esta unidade, foram encontradas
rochas meta-vulcânicas de composição predominantemente ácida,
bem representadas pelos meta-riolitos da ilha do Chatão.

Sobre o Grupo Gurupi assentam discordantemente ,
tipos litológicos de idade eo-paleozóica (?) representados
por folhelhos, siltitos, arenitos esbranquiçados, compactos,
de granulação média a grosseira e grauvacas de coloração cin
za esverdeada, maciça, com sulfetos disseminados. A este
conjunto é proposta, neste trabalho, a designação de Formação
Piriá.

São também observadas na região, rochas de compo
sição ácida (riolitos e aplitos), básicas (diabásios) e ultra

básicas (hornblendito (?), atribuídas, neste trabalho, ao Mesozóico.

A Formação Itapecuru, pertencente ao Cretáceo, jaz discordantemente sobre o Complexo Basal ou Grupo Gurupi. É composta por arenitos, folhelhos, argilitos e calcário margoso.

Jazendo sobre a Formação Itapecuru, Grupo Gurupi e Complexo Basal, assenta-se discordantemente a Formação Pirabas, composta de três membros: Olaria, Capanema e Fortaleza.

O Membro Olaria só ocorre na jazida do mesmo nome, e é constituído de calcários de granulação muito fina, em leitos de espessura decimétrica, intercalados com camadas de argila-cinza-oliva, calcífera, plástica, de poucos centímetros de espessura. O Membro Capanema é constituído de cálcário, areias e argila, em leitos alternados. O Membro Fortaleza, encontrado na costa tem sua localidade tipo na Ilha da Fortaleza, sendo constituído por um calcário margoso, compacto, em camadas.

O Grupo Barreiras é constituído de sedimentos inconsolidados argilosos, sílticos e arenosos, folhelhos e arenitos com estratificação cruzada, em sua maioria avermelhados, recobrindo discordantemente à Formação Itapecuru, Grupo Gurupi e Complexo Basal. Apresenta, entretanto, contato gradacional com a Formação Pirabas.

Ao Quaternário, mais precisamente ao Pleistoceno, descreve-se uma unidade sem designação formal, onde predomi

nam as coluviões e subordinadamente aluviões, cascalhos , areias, siltes e argilas.

Ao Holoceno pertencem os sedimentos inconsolidados, predominando aluviões-cascalhos, areias, siltes e argilas. Estão incluídas, nesta unidade, as dunas atuais da costa.

7.2 - Unidades Estratigráficas

7.2.1 - Complexo Basal

7.2.1.1 - Distribuição Geográfica

O Complexo Basal é uma unidade estratigráfica de ampla distribuição na área do Projeto, ocupando aproximadamente 20% da mesma, ocorrendo em áreas descontínuas, de dimensões variadas. Entretanto, observa-se que, a grosso modo, é na porção central da área, entre os meridianos de 45° e 47°WGr e os paralelos de 1° e 2°30'S que os componentes dessa unidade têm suas melhores exposições.

Na folha SA.23-V-C, a ocorrência de rochas do Complexo Basal restringe-se a pequenas "manchas", próximo às cidades de Mirasselvas e Tracuateua, bem como algumas exposições ao longo do rio Guamá, entre as cidades de Ourém e São Miguel do Guamá. Na folha SA.23-V-D ocorre a maior distribuição dessa unidade, numa larga faixa de direção aproximada NW-SE, nos interflúvios Piriá-Gurupi-Maracaçumé-Turiaçu. Nas folhas SA.23-Y-A e SA.23-Y-B, o Complexo Basal está também representado, notadamente nos interflúvios citados anteriormente, em menores proporções. Finalmente, na folha SA.23-Z-A, entre a rodovia BR-316 e o rio Munim, existe uma ampla exposi

ção de rochas do Complexo Basal, sendo que aí recebe a denominação de "Craton (?) de Rosário".

Em toda a região, as melhores exposições dessa unidade são observadas nos leitos dos cursos d'água, na forma de lageiros ou blocos soltos, (foto 04) sendo, no entanto, raras nos altos interflúvios.

A feição morfológica típica é o relevo arrasado a suavemente ondulado, com morrotes de topo convexo e encostas suaves, ocorrendo às vezes movimentação do relevo da unidade, como pode ser observado na porção centro-oeste da folha SA.23-Y-B, no interflúvio Gurupi-Maracaçumé.

A drenagem é predominantemente do tipo dentrítico, fortemente ravinada, com as ravinas penetrando, aproximadamente em ângulo reto, nos afluentes maiores, mostrando forte orientação segundo NW-SE. Essa orientação preferencial das ravinas, em áreas do Complexo Basal, parece estar associada à incipiente foliação de seus tipos litológicos. As drenagens de segunda e terceira ordem freqüentemente têm seus cursos orientados em linha reta, provavelmente subordinados a alinhamentos estruturais. Observa-se também que em alguns locais desenvolvem padrões anômalos, preferencialmente do tipo circular-concêntrico, bem representado no alto curso do igarapé Marajupema, afluente da margem direita do rio Gurupi (folha SA.23-V-B).

7.2.1.2 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico

A delimitação do traço da superfície de contato

Foto 04 - Blocos soltos observados nos leitos de cursos d'água, representativos dos tipos litológicos do Complexo Basal.

do Complexo Basal, com as demais unidades litoestratigráficas, foi estabelecida utilizando-se, principalmente, contrastantes características morfológicas, facilmente identificáveis nas imagens de radar. Em alguns casos, contatos foram verificados em trabalhos de campo, porém, na maioria das vezes, tal fato não foi possível devido, principalmente, a espessa cobertura de solo e à densa cobertura vegetal, que ocorrem praticamente em toda a região e, ainda, ao difícil acesso às áreas interfluviais.

Assim, observa-se que nas folhas SA.23-V-C, SA.23-V-D, SA.23-Y-A e SA.23-Y-B as rochas do Complexo Basal encontram-se recobertas em discordância heterolítica pelas rochas sedimentares da bacia do Meio Norte, representadas pela Formação Itapecuru. Na parte central da folha SA.23-V-C , e na porção N-NE da folha SA.23-V-D recobrem-nas os clásticos do Grupo Barreiras. De uma maneira geral, os contatos entre essas unidades possuem traçados irregulares, não retilíneos, parecendo tratar-se de contatos estratigráficos normais, não relacionados a tectônica de falhamento. Sua figuração atual seria, antes de tudo, o resultado de sucessivos processos erosivos que atuaram na região. Resalte-se que, no desenvolvimento dos trabalhos de campo, foi observada no baixo curso do rio Maracaçumé, na base de um afloramento de arenitos da Formação Itapecuru, a presença de um conglomerado polimíctico que poderia ser interpretado como um conglomerado basal, evidenciando assim um contato discordante erosivo entre o Complexo Basal e a Formação Itapecuru.

O traço da superfície de contato entre o Complexo Basal e as rochas eo-paleozóicas pode ser observado numa pe

quena porção da folha SA.23-V-C, apresentando-se com as mesmas características já citadas; ressalte-se que o mesmo foi delimitado com base em uma suave quebra de relevo e também em variações das imagens de radar, apoiadas por raras evidências de campo, notadamente ao longo do rio Piriá; parece tratar-se, também, de contatos estratigráficos normais.

O contato entre o Complexo Basal e o Grupo Gurupi foi delineado, principalmente, com base nas contrastantes características morfológicas, exibidas por essas duas unidades. Enquanto o Complexo Basal apresenta um relevo arrasado, sem orientações preferenciais, os metassedimentos do Grupo Gurupi exibem um relevo ondulado, com serras alongadas segundo um "trend" NW-SE. No flanco oeste do "belt" xistoso, representado pelos metamorfitos do Grupo Gurupi, o contato entre as duas unidades é algo difuso, irregular e de difícil delimitação. Já no flanco leste, observa-se um contato algo retilíneo, regular, freqüentemente uniforme, provavelmente imposto por tectônica de falhamento, alinhado segundo uma direção geral NW-SE, estendendo-se através dos interflúvios Gurupi-Maracaçumé-Turiaçú. No desenvolvimento dos trabalhos de campo, constatou-se a presença de rochas cataclasadas às proximidades da zona de contato fotointerpretada, corroborando a existência de alguns contatos falhados entre as duas unidades.

Os contatos do Complexo Basal com as rochas intrusivas são bruscos, retilíneos, regulares, em franca discordância eruptiva. Foram observados, entre outros, no médio curso do rio Gurupi, no baixo curso do rio Maracaçumé e no seu afluente igarapé Caqueiro.

Dentro do próprio Complexo Basal, os contatos entre diferentes litologias são de difícil, senão impossível delimitação, ocorrendo mais comumente uma passagem gradacional quase imperceptível, entre elas.

O Complexo Basal é representado,fundamentalmente, por rochas gnáissicas, cuja composição varia de granítica a trondhjemítica e tonalítica, ortoanfibolitos, migmatitos e rochas graníticas (sensu latu), representantes de um fácies metamórfico de médio a alto grau, correspondente ao fácies anfibolito.

O Grupo Gurupi compõe-se de metamorfitos de baixo grau, representados por filitos, quartzo-mica xistos, meta quartzitos e ortoanfibolitos basais, inerentes ao fácies xisto verde, na seqüência do metamorfismo regional.

Observa-se, portanto, que essas duas unidades apresentam características litológicas e faciológicas distintas, evidenciando claramente uma "quebra" no gradiente metamórfico regional, deixando-se antever a existência, entre elas, de um intervalo de tempo separando eventos tectono-orogênicos distintos. Por outro lado, as rochas do Complexo Basal apresentam, freqüentemente, características metassomáticas-granitizantes, com resultantes estruturas migmáticas, as quais estão ausentes no Grupo Gurupi. A distribuição espacial dos componentes rochosos do Complexo Basal é de difícil posicionamento, enquanto os metamorfitos do Grupo Gurupi apresentam micaxistos, sobrepostos por filitos e meta-quartzitos, com meta-vulcânicas associadas. Todas essas evidências, aliadas ainda à maior deformação das rochas do Complexo Basal,

colocam-no em posição estratigráfica relativa, inferior aos metamorfitos epizonais do Grupo Gurupi.

Em concordância com as características expostas, ainda que ressentindo-se da ausência de dados geocronológicos, poder-se-ia posicionar o Complexo Basal no Pré-Cambriano médio a inferior e o Grupo Gurupi no pré-Cambriano médio a superior, ou seja, no Arqueano e Algonquiano respectivamente.

7.2.1.3 - Características Litológicas

-Gnaisses e Migmatitos

São os tipos litológicos mais comumente encontrados no Complexo Basal, ocorrendo em íntima associação. Suas composições variam de granítica a trondhjemítica e, mais freqüentemente, quartzo-diorítica. Comumente apresentam acentuada foliação, com alternância de leitos félsicos e máficos, evoluindo no entanto, em alguns locais, a tipos isótropos, maciços, apresentando-se como rochas verdadeiramente "graníticas" (sensu latu).

De uma maneira geral, os gnáisses predominam sobre os migmatitos e freqüentemente apresentam evidências de formação por anatexia e granitização, como pode ser observado, entre outros, no baixo curso do rio Gurupi (cachoeira Tapiruçu) onde ocorre extensa exposição de gnaisse facoidal, entrecortado por delgadas camadas de anfibolito, resultante de metamorfismo de uma pretérita rocha básica. Esses corpos intrusivos apresentam-se com alguma continuidade, interdigitados com a rocha circundante. Também no baixo curso do rio Maraca

çumé, em uma cachoeira que ocorre a montante da cidade de Cândido Mendes, observa-se extensa ocorrência de um gnaisse de composição quartzo-diorítica, atravessado por diques de ortoanfibolito, de textura fina, que localmente apresentam-se na forma de xenólitos, com distribuição irregular.

Os gnaisses de composição granodiorítica são também amplamente observados nos rios Maracaçumé, Gurupi e Piriá, notadamente em seus baixo e médio cursos, apresentando-se como rochas de granulação grosseira, geralmente equigranulares, mesotipo, coloração predominantemente cinza esbranquiçada estrutura moderadamente anisotrópica, com alguns espécimes evidenciando uma tendência ao isotropismo. A hornblenda verde, o plagioclásio cinza, cristais de quartzo e abundantes microclina rosa são os minerais essenciais, mesoscopicamente individualizados. A hornblenda verde apresenta-se por vezes alterada a clorita e pistacita. Em íntima associação, ocorrem cristais de apatita e desenvolvidos grãos de titanita; em raros espécimes, observou-se também abundantes palhetas de biotita.

De uma maneira geral, os gnaisses de composição granodiorítica apresentam uma textura algo porfiroblástica, evidenciando processos de metassomatose potássica atuando sobre antigas rochas ígneas básicas. No baixo curso do rio Gurupi, observou-se também a presença de cristais de granada, nas rochas granodioríticas.

Os gnaisses tonalíticos estão amplamente representados ao longo dos maiores cursos d'água da região, notadamente nos rios Piriá, Gurupi e Maracaçumé, ocorrendo também

como rochas de granulação grosseira, equigranulares, estrutura moderadamente anisotrópica, com alguns espécimes tendendo ao anisotropismo, coloração predominantemente cinza esbranquiçada. A hornblenda verde é mineral essencial que ocorre em maior proporção, secundado por plagioclásio cinza e cristais anédricos de quartzo incolor. A hornblenda apresenta-se por vezes alterada à clorita e epidoto; freqüentemente ocorrem associações de titanita e apatita, bem como grânulos de ilmenita alterada a leucoxênio. O zircão só aparece raramente na forma de cristais prismáticos. Em alguns locais (como no Pt. VB-R-46 - rio Piriá), os gnaisses tonalíticos apresentam-se extremamente enriquecidos em biotita, a qual torna-se o constituinte máfico predominante.

Da mesma maneira que os gnaisses de composição granodiorítica, os de composição tonalítica apresentam uma textura algo porfiroblástica e evidenciam processos de anatexia, atuando sobre rochas ígneas básicas.

As rochas gnáissicas, tipos estruturais predominantes no Complexo Basal, apresentam-se em vários locais, atravessadas por delgadas e alongadas camadas de ortoanfibolitos, como pode ser observado, entre outros, no médio curso do rio Gurupi, mais precisamente na cachoeira da Algibeira; no baixo curso dos igarapés Gurupi-Mirim e Piratiua (afluentes do rio Gurupi) e no baixo curso do rio Maracaçumé. Esses ortoanfibolitos apresentam-se como rochas melanocráticas, de estrutura isótropa, granulação fina, inequigranulares, coloração verde escuro, compostos mineralogicamente de anfibólio (hornblenda), feldspato e quartzo, aparecendo muito raramente (Am.JP-133 b) a biotita. Essas rochas indicam uma composição originalmente

básica, atualmente modificadas pelos agentes granitizantes do processo anatexítico. Evidenciam uma natureza refratária às transformações, por sua própria mineralogia não muito susceptíveis às reações, sendo afetada, predominantemente, por uma metassomatose ou blastese silicosa, como se observa nos grãos de quartzo, englobando os demais minerais componentes da rocha.

As rochas gnáissicas apresentam, às vezes, (como por exemplo na cachoeira Itapeua - médio curso do rio Gurupi) concentrações de "bigs" cristais de microclina rosada, evidenciando uma acentuada metassomatose, predominantemente potássica, nos pontos mais favoráveis a tais aportes.

Representativos veios de rocha granítica, com características texturais aplíticas, bem como pegmatitos são também observados, atravessando as rochas do Complexo Basal, notadamente no médio curso do rio Gurupi e no baixo curso do rio Maracaçumé. As rochas aplíticas são observadas, principalmente, ao longo do igarapé Caqueiro (afluente da margem direita do rio Maracaçumé), ocorrendo como veios de possança variável, de coloração predominantemente cinza esverdeada, passando localmente a róseo claro. Os veios pegmatóides, em geral, apresentam a mesma composição da rocha encaixante e direção geral concordante com a foliação da mesma. São veios leucocráticos, que apresentam um perceptível interdigitamento em direção à rocha gnáissica circundante, tendo sido observado em alguns locais (como no Pt. JP-R-03), concentrações de minerais máficos, próximo ao limite do veio com a encaixante. Essas evidências são bastante sugestivas de processos de substituição por segregação lateral, para dar origem a esses veios.

Em alguns locais, notadamente no baixo curso dos rios Maracaçumé (Pt. JP-R-135) e Gurupi (Pt.JP-R-142 b),foram observados veios de quartzo leitoso, com possança de até 20 cm, atravessando rochas do Complexo Basal, concordantes com a foliação das mesmas.

De uma maneira geral, as melhores exposições de rochas do Complexo Basal são observadas ao longo dos cursos d'água que ocorrem na região, geralmente na forma de extensos lageiros que, freqüentemente, constituem corredeiras ou cachoeiras e, ainda com blocos rolados, de dimensões e formas variadas. Nas áreas interfluviais, as exposições são bem mais raras, em virtude da densa cobertura regolítica,desenvolvida em toda a região. Freqüentemente, as rochas dessa unidade constituem um relevo arrasado e raramente ocorrem como expressões topográficas bem desenvolvidas. Como já foi frisado anteriormente, os gnaisses e migmatitos ocorrem em íntima associação, tornando-se difícil estabelecer uma delimitação entre eles, parecendo haver uma passagem gradacional entre essas rochas.

Os tipos hornblêndicos (quartzo diorito gnaisses), predominam sobre os tipos biotíticos, porém, embora apresentem essa variação mineralógica, exibem similaridades texturais com granulometria média a grosseira. Em alguns locais são observados tipos intensamente milonitizados (cachoeira Vala, médio curso do rio Gurupi), como conseqüência de intensa cataclase superimposta.

Os minerais essenciais, encontrados nas rochas do Complexo Basal, são: quartzo, feldspato, hornblenda e, mais raramente, biotita.

O quartzo apresenta-se como cristais bem desenvolvidos,de forma xenoblástica, microfraturados e exibindo forte extinção ondulante. Ocorrem geralmente como agregados tipo sacaróide e com uma leve orientação preferencial. Raramente contém esparsas inclusões de plagioclásio sericitizado.

O feldspato do tipo plagioclásio é a fase mineral mais abundante, ocorrendo como grãos bem cristalizados, mais raramente em formas subédricas e/ou anédricas. Apresentam-se quase totalmente alterados à sericita e argilo-minerais. Alguns cristais permitem medidas que sugerem tratar-se de oligoclásio cálcico. A microclina ocorre geralmente em cristais límpidos, inalterados, evidenciando formação posterior. Localmente assume dimensões porfiroblásticas, englobando fragmentos de plagioclásio sericitizado preexistente.

A hornblenda apresenta-se como cristais com tendências idioblásticas, geralmente bem desenvolvidos e de dimensões consideráveis. Exibe forte pleocroísmo verde oliva e amarelo claro. Apresenta geminação do tipo Carlsbad e inclusões globulares de quartzo, do tipo poiquiloblástico. É um mineral abundante, dispondo-se freqüentemente com direção preferencial.

A biotita ocorre como diminutas palhetas dispostas em orientação preferencial segundo a foliação da rocha. Algumas palhetas mostram incipiente alteração ou passagem à clorita.

Os minerais acessórios, mais comumente encontrados, são: a ilmenita, freqüentemente alterada à leucoxênio,

o zircão, na forma de cristais prismáticos e ainda titanita e apatita.

A textura mais comum às rochas do Complexo Basal é do tipo granoblástica, com tendência porfiroblástica, evi denciando processos de metassomatose potássica atuando sobre antigas rochas ígneas básicas. Os efeitos metassomáticos es tão bem evidenciados, resultando na vasta ocorrência de migma titos e gnaisses, em boa parte da área, os quais parecem es tar geneticamente interrelacionados. Os gnaisses de caracte rísticas migmatíticas apresentam, em alguns locais, um pro nunciado bandeamento e características facoidais (cachoeira Tapiruçu - médio rio Gurupi) bem como estruturas pitgmáticas (alto rio Piriá). As freqüentes inclusões metabasíticas ser vem também de reforço à essa idéia, constituindo prováveis "resistatos" que escaparam aos agentes granitizantes metasso máticos.

A associação mineralógica das rochas do Complexo Basal, bem como suas características texturais, são sugesti vas de um fácies metamórfico correspondente ao fácies anfibo lito, normal à formação dos migmatitos. Ressalte-se a asso ciação mineralógica quase invariável de hornblenda- plagioclá sio, observada nessas rochas, que constitui de fato a associa ção mineralógica crítica do fácies anfibolito.

- Anfibolitos

As rochas anfibolíticas estão bem representadas na área do Projeto, ocorrendo geralmente como corpos alonga dos, descontínuos, ou como xenólitos de dimensões e formas va

riadas, inclusos nas rochas gnáissicas e migmatíticas do Complexo Basal. São rochas melanocráticas, de estrutura isótropa, granulação fina, equigranular, compostas mineralogicamente de anfibólio, plagioclásio e quartzo, aparecendo muito raramente, a biotita. Os anfibolitos confinados ao Complexo Basal (diferem geológica e petrograficamente daqueles relacionados ao Grupo Gurupi), apresentam-se freqüentemente como corpos lenticulares, constituindo "restitos" paleossomáticos, inclusos nas rochas do Complexo Basal, quase paralelos a foliação das mesmas. A associação mineralógica, aliada ao contato brusco e precioso com as encaixantes, é sugestiva de que as rochas ortoanfibolíticas são derivadas de rochas ígneas de composição originalmente básica, atualmente modificadas pelos agentes granitizantes do processo anatexítico. Evidenciam uma natureza refratária às transformações, por sua própria mineralogia, sendo afetadas, predominantemente, por uma metassomatose ou blastese silicosa, como se observa nos grãos de quartzo, englobando os demais minerais componentes da rocha.

— Se já foi dito, porque repetir ?!

As rochas anfibolíticas estão bem representadas, entre outros, no rio Gurupi (cachoeira da Algibeira, igarapé Piratiua, igarapé Gurupi-Mirim, cachoeira Tapiruçu etc) e no baixo curso do rio Maracaçumé. Como já foi dito anteriormente, a composição mineralógica das rochas ortoanfibolíticas consiste fundamentalmente de hornblenda, plagioclásio e quartzo, ocorrendo muito raramente (Am.JP-133 b) a biotita.

A hornblenda apresenta-se em cristais de forma subidioblástica, com forte pleocroísmo verde-amarelo, exibindo geminação do tipo Carlsbad. Apresenta incipiente alteração à clorita e epidoto.

O plagioclásio ocorre como cristais tabulares, de forma subidioblástica, quase que totalmente alterados a sericita e epidoto. O avançado estágio de alteração não permite medidas para obtenção do teor de anortita.

O quartzo é uma fase mineral presente em todas as amostras. Ocorre em forma xenoblástica, dimensões variadas e, mais geralmente, como cristais individualizados, de localização intersticial. Mais raramente, apresenta-se como agregados granulares-sacaroidais.

A biotita, de raríssima ocorrência, apresenta-se como diminutas palhetas com tendência à orientação preferencial. Está parcialmente alterada à clorita.

7.2.2 - Grupo Gurupi

7.2.2.1 - Histórico

LISBOA, M.A.R. (1935), estudou a bacia do Gurupi e suas minas de ouro.

MOURA,P. (1936), denominou "Série Gurupi" ao conjunto de rochas metamórficas Pré-Cambrianas (Algonquiano)aflorantes na zona dos rios Piriá e Gurupi, estendendo-se à região do rio Maracaçumé. Descreve-a como um conjunto metassedimentar de filitos e sericita-xistos hematíticos, associados a mica-xistos, itacolomitos, quartzitos sericíticos e itabiritos cortados por abundantes veios de quartzo.

PAIVA, G. de e SOUZA, H.C.A. de (1937) mencionam rochas metassedimentares pertencentes a esta unidade, em seu trabalho sobre o ouro e a bauxita da região do Gurupi.

SOUZA, H.C.A. de (1938), descrevendo rochas da região do Gurupi, cita filitos, quartzitos e mica-xistos pertencentes a esta unidade.

OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. (1943) mencionam uma ocorrência da série Gurupi, próximo a Mirasselvas, num corte da estrada de ferro.

ABREU, S.F. (1944) citou ocorrências da Série Gurupi em seu trabalho sobre a Guiana Maranhense.

FRANCISCO, B.H.R. et alii (1971) denominaram Grupo Gurupi à série descrita pelos autores precedentes, sendo constituído por filitos, quartzitos e xistos muito perturbados, cortados por veios de quartzo.

ARANTES, J.L.G. et alii (1972) chamaram Série Gurupi ao conjunto de rochas metassedimentares de baixo a médio grau metamórfico, na seqüência dinamotermal composta de filitos, granada-biotita-clorita-xisto e biotita-clorita - quartzo-albita-xisto derivados de sedimentos pelíticos.

DAMASCENO, B.C. e SOUZA, A.N. (1973) denominam também Série Gurupi ao conjunto metassedimentar representando por filitos, micaxistos e quartzitos.

Neste trabalho denominou-se Grupo Gurupi à Série dos outros autores, concordando com Francisco et alii (1973), pois se trata de uma unidade litoestratigráfica.

7.2.2.2 - Distribuição Geográfica

O Grupo Gurupi abrange aproximadamente 20% da área mapeada, situando-se principalmente, entre os meridianos $45^{o}40'$ e $47^{o}05'$WGr. e os paralelos de $1^{o}15'$ a $2^{o}50'$ sul do Equador. Apresenta-se em faixas alongadas, com serras alinhadas na direção geral NW-SE. Na BR-316, entre Capanema e o rio Gurupi, antes de chegar ao rio Piriá, há boas exposições de filitos, talco-xistos e quartzitos, altamente intemperizadas. Há pequenos afloramentos no km 196 da antiga estrada de ferro de Bragança, entretanto as melhores exposições se fazem presentes nos interflúvios Piriá, Gurupi, Maracaçumé.

7.2.2.3 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico.

O contato inferior é feito discordantemente, às vezes por falhas, com o Complexo Basal, observado na região do rio Gurupi, principalmente o superior também discordante, na folha SA.23-V-C é feito com a Formação Piriá e Grupo Barreiras nos interflúvios Piriá/Caeté e sedimentos quaternários na bacia do Caeté e no extremo SE apenas com a Formação Piriá; na folha SA.23-V-D no extremo SW, com a Formação Piriá e ao norte, no interflúvio Maracaçumé/Tromaí, com sedimentos quaternários, também na estrada Bragança Vizeu o contato superior é feito com sedimentos e na folha SA.23-Y-B, com sedimentos cretáceos da Formação Itapecuru.

7.2.2.4 - Características Litológicas

Os tipos litológicos, representativos do Grupo Gurupi, formam um conjunto de rochas metassedimentares representado por ardósias, quartzitos, filitos variando de hematíticos e grafitosos, xistos ectiníticos pertencentes às zonas dos mica-xistos superiores e inferiores, sobrepostos a meta-riolitos, meta-dacitos e ortoanfibolitos.

A este conjunto de rochas metassedimentares, com meta vulcânicas basais associadas, denominou-se, neste trabalho, Grupo Gurupi.

- Ardósias

Foram encontrados alguns afloramentos na estrada

Bragança-Vizeu, geralmente, em cortes na rodovia. São rochas microcristalinas, de coloração avermelhada, devido ao óxido de ferro, com clivagem característica, físsil, cujas superfícies das placas são de aspecto acetinado , apresentando clivagem, de atitudes cujos mergulhos são subverticais (JP-R-163).

- Filitos

Os filitos, de um modo geral, apresentam coloração avermelhada, por vezes cinza prateada, injetados por veios de quartzo de possança variada sotopondo-se aos quartzitos numa seqüência normal de deposição. As exposições são numerosas na área, contudo, quase sempre intemperizadas, formando uma argila avermelhada, ou laterita, cortada por veios de quartzo, quase sempre diaclasados. Numa escavação próxima a S. José do Pirocaua, descreveu-se um filito de coloração cinza amarelada, com minerais sericitizados e caulinizados (VW-R-33), apresentando mergulho vertical. Na picada que parte do igarapé Gurupi Mirim para o garimpo do Alegre há um afloramento na forma de pequenas lages, de um filito de coloração avermelhada, bastante alterado, cortado por veios de quartzo leitoso, de direção N20°W. Na Mina Velha, Garimpo do Chega Tudo, ocorre um filito cinza esverdeado a amarelado, com manchas avermelhadas, cortado por veios de quartzo de atitude N28°W, 87°SW (JP-R-34b/foto 05).

Na BR-316, km 210 há uma exposição em forma de blocos, de um filito grafitoso de cor cinza clara, alterado com brilho sedoso (JL-R-07-foto 06). Ainda nesta mesma rodovia, no km 214, aflora, em um corte, um filito já alterado, apresentando-se com várias intercalações de quartzo de veio.

Foto 05 - Mina Nova - Garimpo do Chega Tudo - filitos cortados por veios de quartzo.

Foto - 06 - Br-316 - exposição de filitos em forma de blocos de cor cinza clara, grafitosos, alterado apresentando várias intercalações de quartzo de veio.

- Quartzitos

Os quartzitos são duros, de coloração cinza a amarelada, apresentando tonalidades variando de clara a escura por vezes piritosos, atravessados quase sempre por veios de quartzo, constituindo, em grande maioria, os topos dos morrotes alongados. No igarapé Frescura, afluente pela margem direita do rio Gurupi, ocorre, em forma de lage, com orientação preferencial N25^{o}W, vertical, um quartzito micáceo, de coloração cinza arroxeada, duro e laminado (JP-R-28b).

Na Mina Velha, no garimpo do Chega Tudo aflora em grandes blocos, um quartzito, piritoso, de cor cinza, (JP-R-34a), provavelmente recobrindo o filito. O conjunto todo apresenta-se fortemente dobrado. Ainda no rio Gurupi, próximo à foz do igarapé Marajupema, aflora um quartzito cinza a amarelado, duro, fraturado (JP-R-102), orientado segundo N30^{o}W, SW.

- Xistos

Os xistos são rochas de granulação fina, coloração variando de cinza clara a escura, xistosidade acentuada ou incipiente, possuindo, às vezes, aspecto sedoso. Macroscopicamente são compostos de quartzo, feldspato, biotita e granada ou muscovita/clorita, ou ainda compostos por quartzo e sericita, exclusivamente.

No garimpo do Chega Tudo, Mina Velha observa-se um Quartzo-Sericita-Xisto de granulação fina, coloração cinza clara, aspecto sedoso, mostrando acentuada xistosidade. Quartzo e sericita são os componentes minerais observados mesosco

picamente (JP-R-34c).

Em um corte de estrada, na BR-316, foi observado um xisto de coloração escura, bastante alterado, cortado por veios de quartzo, ocorrendo sob a forma de bolsões encaixados em filito (JP-R-10, foto 07).

Microscopicamente, são rochas de composição originalmente pelítica, de baixo grau metamórfico, de textura geralmente grano-lepidoblástica. Em algumas amostras, a clorita e a muscovita ocorrem, raramente, como intercrescimentos (JP-R-49 e VB-67 e 68). O quartzo,de dimensões variáveis é xenoblástico, exibindo microfraturas e extinção ondulante. Entretanto, pode também ocorrer em forma xenoblástica arredondada ou acentuadamente alongada, segundo, uma direção preferencial; apresenta-se como grãos individualizados ou agregados granoblásticos, resultantes da quebra mecânica de um grão maior, evidenciando ser a rocha pertencente a uma zona de falha, como num quartzo sericita-xisto encontrado no médio curso do rio Gurupi (JP-R-24b).

O plagioclásio ocorre em diminutos cristais, parcialmente argilizados e sericitizados; quando inalterado, apresenta-se límpido, podendo, às vezes, ser confundido com os grãos de quartzo. Os cristais geminados sugerem uma composição variando de albita a oligoclásio-sódico.

A biotita ocorre em diminutas palhetas, orientadas segundo a foliação da rocha, mostrando, às vezes, incipiente alteração ou passagem a clorita. Há xistos em que ocorre muscovita e clorita, em vez de biotita, sendo que pre

Foto 07 - Xistos em exposição na Br- 316.
Observa-se a presença de veio de quartzo.

domina a clorita sobre a muscovita.

A granada, mineral comum nos xistos, apresenta-se como cristais idioblásticos contendo inclusões de quartzo; mostra incipiente alteração a clorita ao longo dos planos de fratura.

- Meta-Riolitos

Os meta-riolitos, que juntamente com os anfibolitos, constituem a seqüência basal do Grupo Gurupi . São rochas de coloração cinza clara a cinza esverdeada, ocorrendo próximo a ilha do Chatão, no médio curso do rio Gurupi, (JP-R-35) constituídas de quartzo e feldspato, inequigranulares, compactas, apresentando incipiente xistosidade ou orientação de fluxo. Ao microscópio, vê-se uma matriz cripto/ microcristalina de natureza ácida, apresentando textura blastoporfirítica, em que abundantes e diminutas palhetas de sericita contornam os grãos maiores de quartzo e feldspato. O mineral acessório é a titanita e o secundário, a calcita.

O quartzo apresenta-se sob a forma de cristais subédricos, microfraturados, de extinção ondulante e com efeitos de corrosão magmática ainda preservados. Está ligeiramente orientado segundo a direção de esforço ou orientação de fluxo.

O feldspato é o plagioclásio sódico e o anortoclásio ou sanidina, com sericitização e argilitização incipiente. Preserva o idiomorfismo típico dos fenocristais e, à semelhança do quartzo, orienta-se segundo a direção do fluxo magmático.

- Anfibolitos

Na base do Grupo Gurupi, ocorrem anfibolitos de coloração esverdeada, melanocrática, textura fina, constituídos de anfibólio, biotita e feldspato, apresentando foliação proeminente são cortados por veios quartzo-feldspáticos, estando a biotita orientada N5°E, como no afloramento no médio curso do rio Gurupi próximo à foz do igarapé Rodela (JP-R-40) ou cortados por veios de quartzo, concordantes com a xistosidade como um pouco mais a montante, no mesmo rio. Estes anfibolitos apresentam a xistosidade comum desta unidade que é N25°W, vertical.

7.2.3 - Formação Piriá

7.2.3.1 - Histórico

KRAATZ-KOSCHLAU, K. von & HUBER, J. (1900), em seu trabalho Zwischen Ocean Und Guamá, mencionam pela primeira vez um arenito quartzítico na região do rio Guamá.

OLIVEIRA, A.I. & GOMES, E.N.A. (1926) mencionam um arenito quartzítico, exposto nos igarapés Maroim e Jari, no baixo curso do rio Capim.

SOMBROECK, W.G. (1962) posiciona este arenito no Eo-Paleozóico.

MOLNAR, A. & AIMARAZ, U.J.S. (1966) incluem-no no Paleozóico Indiviso descrevendo-o como um arenito branco, parcialmente silicificado.

FRANCISCO, B.H.R. et alii (1971) enviaram amostras deste arenito para análises paleontológicas, sem que, contudo, lograssem resultados suficientes para sua determinação estratigráfica. Foi posicionado, duvidosamente no Eo-Paleozóico.

ARANTES, J.L.G., DAMASCENO, B.C. e KREBS, A.S.J. (1972) relacionaram as grauvacas da BR-316 e do rio Piriá aos arenitos, cólocando-os no Eo-Paleozóico.

DAMASCENO, B.C. e SOUZA, A.N. (1973), por falta de melhores relações de campo, consideram o arenito Guamá e

as grauvacas também de idade eo-paleozóica.

Neste trabalho, propõe-se a denominação de Formação Piriá ao conjunto de folhelhos, siltitos, arenitos e grauvacas que ocorrem, principalmente, na região do rio Piriá, sem, contudo precisar uma localidade ou seção tipo em virtude do caráter do mapeamento.

7.2.3.2 - Distribuição Geográfica

Esta unidade ocorre nas folhas SA.23-V-C e SA.23-V-D, principalmente entre os paralelos $1^{o}55'/1^{o}25'$ sul e os meridianos $46^{o}20'/47^{o}10'$, possuindo uma forma alongada, de direção $N70^{o}W$, acompanhando, em sua maior parte, a rodovia BR-316. Nota-se que as melhores exposições das grauvacas se encontram no médio curso do rio Piriá onde ele atravessa a referida estrada. Há também exposições isoladas, em vários locais da área do Projeto: em S. Miguel do Guamá, constituindo a primeira das corredeiras do rio Guamá; ao longo do rio Capim e igarapé Itaquiteua numa faixa próxima a $2^{o}S$; no rio Irituia; nos igarapés Maroim e Jari, afluentes do rio Capim; no rio Quatipuru, próximo a vila de Piabas; e, a 6 km a W do "km 48" da Belém-Brasília.

7.2.3.3 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico

O contato inferior desta unidade faz-se discordantemente, por superfícies irregulares com o Complexo Basal na região dos rios Piriá/Gurupi, e com o Grupo Gurupi ao longo da BR-316. O contato superior é feito com a Formação Itapecuru,

no rio Guamá; sedimentos terciários, ao norte de Ourém e no interflúvio Piriá/Gurupi; e, aluviões quaternários, nos rios Guamá e Gurupi.

7.2.3.4 - Espessura da Unidade

Os arenitos na área do rio Guamá e em S. Miguel, ocorrem sob a forma de blocos isolados não sendo possível medir sua espessura. No rio Capim, foi estimado 26m de espessura, numa faixa de 15km ao longo do rio.

As grauvacas na Pará-Maranhão ocorrem sob a forma de blocos, e no rio Piriá com uma espessura de uns 5 metros numa faixa aproximada de 25 km.

7.2.3.5 - Características Litológicas

Na região do rio Guamá ocorre um arenito branco a amarelado, granulometria média, grãos subarredondados apresentando cimento argiloso, maciço, diaclasado.

No rio Piriá, associado a grauvacas, ocorre um arenito micáceo, feldspático, granulação média, cor esbranquiçada (VB-R-152).

No curso inferior do alto rio Capim e igarapés Itaquiteua e Itaquiteuazinho, segundo relatório da Petrobrás ocorrem, da base para o topo, arenito branco, fino a grosseiro, com estratificação cruzada, parcialmente silicificado; um arenito branco, muito fino e poroso; arenito branco, muito fino, bem estratificado, micáceo; na parte superior, siltito

argiloso, algo arenoso, muito micáceo, estratificado de cor róseo-amarelada. Este mesmo siltito parece ocorrer no rio Piriá, porém alterado, com palhetas milimétricas de muscovita (VB-R-147).

No rio Piriá ocorre um arenito glauconítico, cinza claro, granulação fina, alterado, fraturado, aflorando junto a blocos de quartzo de veio (VB-R-135).

Pertencendo também a Formação Piriá, descreveram blocos de grauvacas, arredondados, decompostos superficialmente ao longo da BR-316, mais frequentemente entre os quilômetros 74 e 83. Também às proximidades do rio Tipitinga (JL-R-35) há blocos rolados, de dimensões variadas, de uma rocha sedimentar de cor cinza esverdeada, granulação fina, compacta, bastante dura, de textura clástica.

O estudo microscópio de algumas grauvacas revelou uma mineralogia composta, essencialmente, de quartzo, feldspato, clorita, sericita, titanita, epidoto e zircão e como acessórios a apatita e opacos.

As grauvacas arcózias cujos, afloramentos são em blocos soltos como no rio Gurupi Mirim (JP-R-08) nos barrancos das margens (foto 08) quase sempre intemperizadas ou formando corredeiras no rio Piriá (VB-R-49), apresentam estratificação incipiente, de coloração geralmente cinza esverdeada ou subordinadamente amarelada. Tais grauvacas apresentam granulação variando de fina a média, são compactas, exibindo regular alternância de milimétricas camadas arenosas e argilosas. São compostas, essencialmente, de grãos detríticos de

Foto 08 - Blocos soltos de grauvaca na margem do Rio Mirim.

quartzo e feldspato, angulosos e mal selecionados. Sua textura é tipicamente sedimentar, clástica por deposição.

O quartzo ocorre sob as formas equidimensionais e achatadas, de dimensões variáveis, apresentando feições e efeitos de tensões internas, herdados da rocha da área fonte. Grânulos detríticos de chert, embora em quantidades subordinadas, estão sempre presentes.

Os feldspatos mais comumente encontrados são o plagioclásio e a microclina em quantidades aproximadamente iguais. O plagioclásio apresenta-se parcialmente alterado a sericita e argilo-minerais; a microclina é geralmente límpida e inalterada.

A matriz, de natureza argilo-clorito-sericítica , está sempre presente em quantidades muito variáveis. Os minerais filitosos tendem a dispor-se orientados segundo vagos planos de acamamento.

Os acessórios são a turmalina, titanita, epidoto e zircão. Aparecem ainda, em alguns espécimes, grãos anédricos de calcita.

7.2.3.6 - Idade e Correlação

Segundo FRANCISCO, B.M.R. et alii (1971), os tipos litológicos da Formação Piriá, foram atribuídos como sendo do Eo-Paleozóico, devido a falta de elementos paleontológicos e geológicos que possam servir de base para uma datação. Todavia, devido a proximidade das áreas de ocorrências de

grauvacas, arenitos e folhelhos, da borda da Bacia do Maranhão, supõe-se apresentarem os mesmos, restos de alguma formação paleozóica desta bacia. Observações em seção delgada de vários espécimes desses sedimentos, atestam a inexistência de seixos ou fragmentos menores de rocha do Grupo Gurupi a exceção de grânulos detríticos de turmalina, comumente observados nas rochas dessa unidade. A alta percentagem volumétrica de quartzo, plagioclásio e microclina, indica ser o Complexo Basal a área fonte de maior contribuição para a rápida deposição destes arenitos impuros. Devido a essas observações, atribuiu-se neste trabalho uma idade Eo-Paleozóica, em caráter provisório.

As grauvacas, por não apresentarem metamorfismo, estarem recobrindo o Complexo Basal/Grupo Gurupi e situarem-se subpostas aos sedimentos terciários, foram posicionadas no Eo-Paleozóico.

Todo o conjunto foi portanto considerado eo-paleozóico.

7.2.4 - Rochas Intrusivas Hipoabissais e Vulcânicas

7.2.4.1 - Distribuição Geográfica

As rochas ígneas básicas estão esparsamente distribuídas na área, em forma de diques, atravessando rochas do Complexo Basal, como em Laranjal, localidade próxima à cidade de Carutapera e ao longo do rio Gurupi. A fotointerpretação também ressaltou diques de diabásio , no rio Munim, ao sul da cidade de Morros.

No rio Arapiranga, próximo a Carutapera, verifi cou-se a única ocorrência de rocha ultrabásica da região.

Os tipos extrusivos ácidos afloram nas proximida des das vilas de Estandarte e Tromaí.

7.2.4.2 - Características Litológicas

A este capítulo estão filiadas rochas intrusivas de jazimento hipoabissal, ocorrendo sob a forma de diques, em sua maior parte, e representando menos de 1% em área no mapa geológico . Colocou-se provisoriamente no Mesozóico, su pondo-se uma larga faixa de ocorrência, do Triássico Inferior ao Cretáceo Inferior, por ser a idade mais comum destes tipos de rochas. Contudo, os riolitos aflorantes em Estandarte (VW-R-96 e 97), em forma de derrames, constituindo campos na turais arredondados, com menos de 10m acima do nível do mar, podem pertencer a um vulcanismo mais recente, talvez de idade terciária (?). São rochas fraturadas cujos blocos permanecem "in situ"(foto 09), leucocráticas, cinza escuras, de textura porfirítica, granulometria média em matriz afanítica, consti tuídas essencialmente de quartzo e feldspato, apresentando , as vezes, como constituintes acessórios, pirita, em pequenos cristais, geralmente com tendência idiomórfica, disseminados, concentrando-se entretanto em maior quantidade, nos planos de fraturas, e magnetita, em pequenos cristais, quase sempre esqueletiformes e bem menos freqüentes que a pirita (VW-R - 97).

Os diabásios ocorrem sob a forma de diques cujos contatos observáveis no campo são bruscos e precisos apresen tam geralmente direção NW-SE e mergulhos verticais, como o

CPRM

Foto 09 - Riolitos expostos sob a forma de derrames constituindo campos naturais, de forma arredondadas. São rochas fraturadas cujos blocos permanecem in situ.

encontrado em Laranjal (fotos 10 e 11), que possui duas variedades texturais, uma fina (VW-R-90) e outra grossa (VW-R-89A). São compostos predominantemente de plagioclásio em ripas e pirobólio de cor verde escura, textura fanerítica média ou fina, eqüigranular , apresentando pintas de cobre nativo como acessório, possibilitando que se correlacionem com os ocorrentes no Território Federal do Amapá (rodovia BR-156, Macapá-Oiapoque), principalmente os do rio Falsino e igarapé Primeiro Braço. Já em campos do rio Cocal, ocorre um diabásio de textura ofítica, constituido de plagioclásio, cristais de magnetita, quase sempre de forma esquelética, e um pouco de serpentina proveniente da decomposição da olivina. A olivina, mineral acessório desta rocha, aparece geralmente inclusa no feldspato. Nos interstícios dos cristais de plagioclásio , existe um agregado micrograno fírico de quartzo e feldspato intercrescidos.

Neste capítulo descreve-se a única ocorrência de rocha ultrabásica da área. Aflora sob a forma de dique de aproximadamente 15m de largura com direção N50W, no braço direito do rio Arapiranga encaixado em rocha gnáissica de composição granítica. É uma rocha fanerítica, média a grosseira, plutônica a hipoabissal, textura maciça, isótropa, constituída quase que exclusivamente de hornblenda e secundariamente de quartzo e feldspato em proporções bem diminutas.

A hornblenda apresenta-se relativamente inalterada, com aspecto fibroso, em formas subédricas e euédricas, chegando a dimensões de 2 centimétros.

O quartzo é anédrico, de granulação fina, parcial

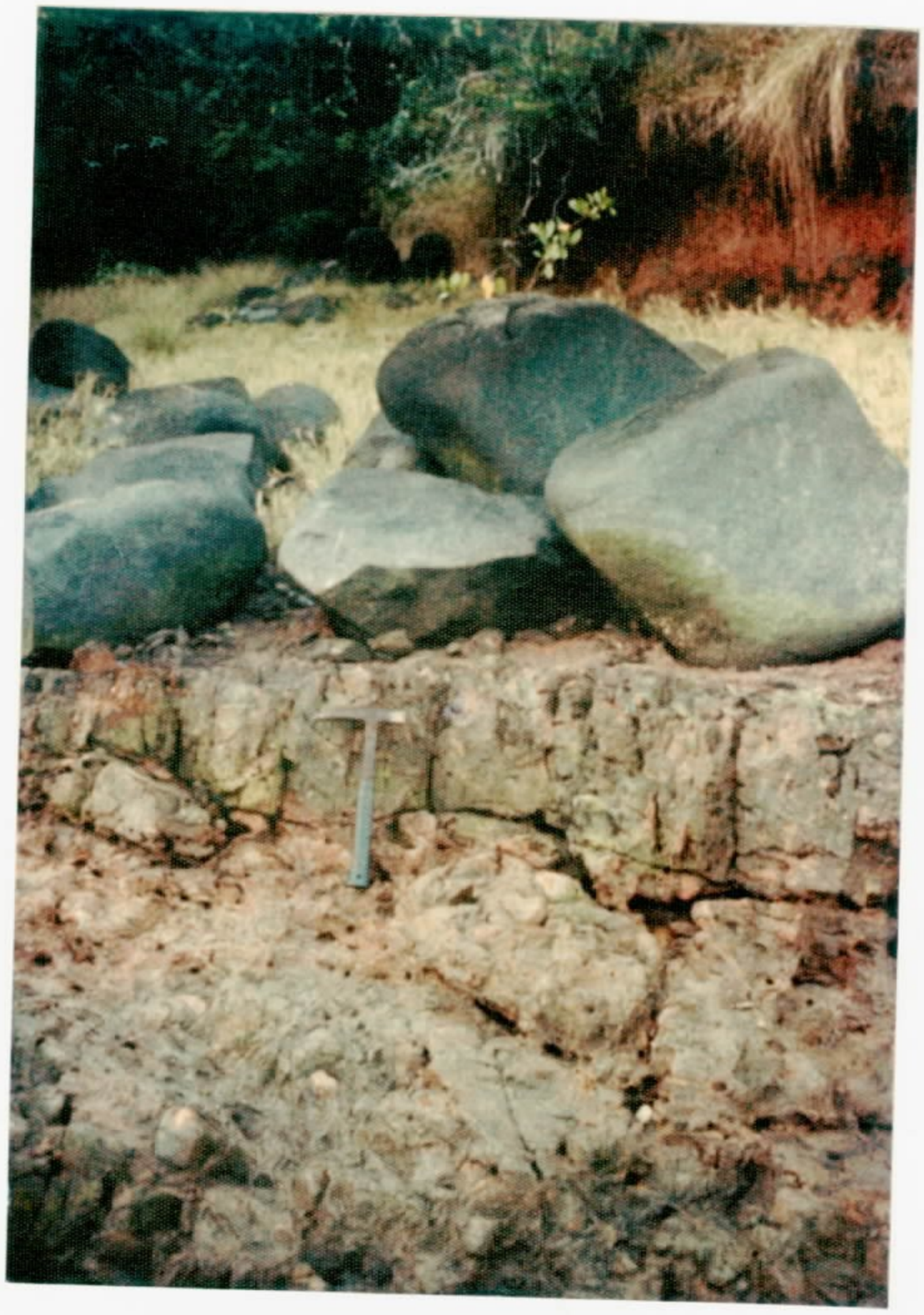


Foto - 10 - Diques de diabásio encontrado em Laranjal.

Foto 11 - Detalhe da foto 10.

mente leitoso, por vezes contornando os cristais de hornblenda.

O feldspato é, provavelmente, do tipo plagioclásio, em estado de decomposição parcial.

Nas amostras próximas ao contato com a encaixante encontram-se palhetas de biotita e há um maior enriquecimento de quartzo e feldspato, bem como uma diminuição na granulometria do constituinte máfico essencial.

7.2.5 - Formação Itapecuru

7.2.5.1 - Histórico

LISBÔA, M.A.R. (1914), foi quem primeiro denominou "camadas Itapecuru" a estes sedimentos.

CAMPBELL, D.F. (1949), criou a Formação Itapecuru, descrevendo-a como constituída de arenitos variegados, siltitos e folhelhos no vale do rio Itapecuru, no Estado do Maranhão.

OLIVEIRA, M.A.M. (1961), lançou a possibilidade de que os sedimentos que ocorrem no rio Tocantins, ao norte do Cocal, pertençam a esta unidade.

MOLNAR, A.B. de e URDIDINEA, J.S.A. (1966), descrevem a Formação Itapecuru como constituída de arenitos, argilitos e siltitos.

CUNHA, F.M.B. da (1968), informa que os geólogos de subsuperfície que trabalharam na bacia de S. Luís, dividiram esta unidade em quatro membros.

Neste trabalho adotou-se a designação de Formação Itapecuru, no sentido de MOLNAR e URDIDINEA.

7.2.5.2 - Distribuição Geográfica

Esta unidade recobre extensas áreas compreendidas entre os meridianos $44^{o}22'/47^{o}12'$ e os paralelos $1^{o}30'$ a 3° sul do Equador, cobrindo cerca de 30% da área do Projeto.

Do médio curso do rio Guamá até o alto curso do rio Gurupi, apresentando uma forma afunilada, há uma extensa faixa de sedimentos cretáceos, abrangendo áreas banhadas pelos rios Guamá, Piriá (alto curso), Coraci-Paraná e Uraim. Há também ocorrência destes sedimentos cretáceos, nas regiões banhadas pelos rios Turiaçu, Paruá e afluentes menores, bem como no médio Maracaçumé. Uma extensa área da Itapecuru é encontrada na região litorânea, adentrando o continente e acompanhando pequenos cursos de rios que sofrem influência de marés, onde se destaca principalmente o rio Pericumã e a ilha de S. Luís.

7.2.5.3 - Relações de Contato e Posicionamento Estratigráfico

Os contatos inferior e superior são discordantes sendo que o Complexo Basal é recoberto normalmente por esta unidade nas folhas SA.23-V-C, parte oeste da SA.23-Y-A, SA.23-V-De e por traços irregulares e duvidosos na SA.23-Y-B. com o Grupo Gurupi, o contato é observado nas folhas SA.23-V-C e SA.23-Y-B, com a Formação Piriá e observado unicamen

te na folha SA.23-V-C. Esta unidade é recoberta pelo Grupo Barreiras nas folhas SA.23-V-C, SA.23-Y-A e pequenas exposições ao sul da SA.23-Y-B; por sedimentos quaternários holocênicos nas folhas SA.23-V-D e SA.23-Y-B nas bacias dos rios Maracaçumé e Turiaçu, SA.23-X-C, SA.23-Z-A ao longo da costa e no vale do rio Pericumã. No interflúvio Turiaçu/Pericumã, folha SA.23-Y-B, o contato é feito com sedimentos pleistocênicos.

7.2.5.4 - Espessura da Unidade

A espessura da unidade, segundo trabalhos da PETROBRÁS é de cerca de 40m aflorantes. Em alguns locais, durante os trabalhos de campo, foram comprovadas espessuras em torno de 20 metros, como por exemplo na BR-316 às proximidades do alto curso do rio Turiaçu.

7.2.5.5 - Características Litológicas

A Formação Itapecuru é composta predominantemente de arenitos finos, ou siltitos amarelo acinzentados, argilosos, calcíferos, friáveis, intercalados com folhelhos ou siltitos marrons, calcíferos, maciços, plásticos; arenitos de granulação média, branco amarelados, muito friáveis e areni tos argilosos, finos a grosseiros, branco a amarelados, friáveis, apresentando estratificação cruzada fina; em direção ao topo, encontra-se arenitos finos, róseos, com estratificação cruzada, notando-se em alguns pontos matéria orgânica dispersa e argilitos de cores marronisadas, plásticos, quase sempre laminados.

No rio Munim, encontra-se exposto num barranco um arenito friável, amarelo claro, de granulometria média (VB-43).

No ponto de Nova Olinda, na BR-316, há um corte apresentando uma brecha intraformacional (foto 12) na qual o arenito fino, friável, amarelado é matriz de seixos e fragmentos angulosos, às vezes arredondados, de argilito laminado, em diversos tamanhos.

Na estrada Pinheiro/Bequimão, no ramal para Peri-Mirim,num corte, aflora um arenito de cor cinza clara, granulação fina, apresentando minúsculas palhetas de muscovita (VB-R-10). Ainda no mesmo trecho desta rodovia, afloram leitos alternados de argilito e siltitos, apresentando estratificação cruzada, de cor ocre a cinza (VB-13).

Em Peri-Mirim aflora, na base de um morrote de uns 30m de altura, um arenito síltico, cor cinza clara, granulação fina, com palhetas de muscovita às vezes alterada a sericita, recoberto por canga laterítica (VB-R-11). Este arenito pode também apresentar coloração rosada, mosqueado, com pontuações vermelhas como na estrada Pinheiro/Bequimão (VB-R-12).

Na estrada Bequimão/Itaúna descreveu-se um corte com cerca de 8m de espessura. Da base para o topo com 1,5 m de espessura expõe-se um arenito pouco consolidado, amarelo claro, com finas lentes de argila intercaladas horizontalmente (foto 13) sobrepondo-se a este arenito ocorre um leito de siltito argiloso, com 2m de espessura, cinza, mosqueado, com pontos vermelhos.

Foto 12 - Brecha intraformacional encontrada em Nova Olinda BR-316.

Foto 13 - Arenito pouco consolidado, com finas lentes de argila interca ladas horizontalmente.

Logo acima há uma seqüência de 5m de espessura de um arenito cinza, mosqueado, com pontos vermelhos, subposta a um capeamento laterítico de 0,5m (VB-20).

No médio e baixo curso do rio Maracaçumé há diversas ocorrências de arenito decomposto, de coloração variada, com manchas amareladas e avermelhadas devido a presença de óxido de ferro, granulometria média a grosseira, em matriz argilosa, apresentando quase sempre níveis de seixos de quartzo. Encontrou-se uma variedade micácea com um suave acamamento horizontal (JP-R-103).

No rio Turiaçu e afluentes, há muitos afloramentos de arenito. Possuem geralmente coloração amarelada, granulação fina, pouco friáveis, geralmente laminados em camadas subhorizontais e às vezes micáceos como o encontrado no rio Turiaçu próximo ao igarapé S. Luís (AA-R-68).

Na estrada Pinheiro - Zé Doca aflora um arenito fino em camada sub-horizontal, coloração avermelhada, com pouca matriz argilosa e alta densidade de pequenas manchas esverdeadas (SF-04). Nesta mesma rodovia, encontrou-se um argilito e também sub-horizontal, síltico, laminado, (foto 14) cinza-esverdeado com manchas bordô, lentes de material arenoso fino, ferrificadas, em cores ocres (SF-06). Em outro trecho da mesma estrada aflora um siltito argiloso em camada sub- horizontal, de cor cinza, com manchas amareladas de oxidação. Há também presença de camadas de material mais argiloso, cinza, manchado de vermelho. Inferiormente ocorre arenito rosa, médio a fino, com manchas de pequena espessura de argilito (SF-15), por vezes apresentando estruturas dobradas (foto 15).

Foto 14 - Argilito fino, laminado encontrado na BR-316.

Foto 15 - Estruturas dobradas comumente encontrada em tipos litológicos da Formação Itapecuru.

7.2.5.6 - Paleontologia

Segundo CAMPBELL (1949), nas camadas Itapecuru, ocorrem ossos de dinossauro, pelecípodos e ostracóides.

7.2.5.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

Unidade de origem continental, com alguma participação de sedimentos de origem química, principalmente na parte basal, como cimento.

Segundo CAMPOS, C.W.M. (1964), a origem do fácies Itapecuru-Tutóia é muito complexa, nas bacias do Maranhão e de S. Luís sua origem é deltáica, estuarina, de planície aluvial e de baixada fluvial; já na bacia de Barreirinhas é principalmente marinha e deltáica.

7.2.5.8 - Idade e Correlação

A ocorrência dos ossos de dinossauro de idade Juro-Cretácica, e o posicionamento da Formação Pirabas de idade terciária logo acima, faz com que esta unidade seja posicionada no Cretáceo, mais precisamente no Albiano, segundo MESNER e WOOLDRIDGE (1962), que a correlacionaram com a Formação Môa Superior, da bacia do Acre.

CAMPOS, C.W.M. (1964), achou que o fácies Itapecuru-Tutóia, correlaciona-se palinologicamente com as partes superiores das camadas não marinhas Riachuelo e Formação Alagoas, de Sergipe-Alagoas.

7.2.6 - Formação Pirabas

7.2.6.1 - Histórico

A Formação Pirabas deve seu nome ao rio Pirabas na localidade S. João de Pirabas, Estado do Pará, onde foi observada pela primeira vez.

PENNA, D.S.F. (1876) foi quem primeiro mencionou ter encontrado localidades fossilíferas no litoral paraense entre Salinas e Ponta das Pirabas.

DERBY, O.A. (1877) refere-se a descoberta de PENNA e relaciona as camadas de calcário cheias de fósseis marinhos, semelhantes aos da bacia cretácea da costa de Pernambuco e Sergipe.

WHITE, C.A. (1887) descreveu os fósseis coletados por PENNA referindo-se ao Cretáceo.

KRAATZ-KOSCHLAU, K. von & HUBER, J. (1900) mencionam o achado de novos fósseis na ilha de Fortaleza, Ponta do Castelo e se referem as camadas fossilíferas como pertencentes ao Cretáceo.

KATZER, C.F. (1903/1933) faz ver que a fauna de Pirabas, apresenta afinidade com o Terciário e por tal motivo considera-a no Cretáceo Superior (Senoniano).

HUBER, J. (1909) comunica terem sido encontrados por A.GOELDI (1908) em um poço na antiga Estação Experimental de Agricultura de Peixe-Boi, calcários fossilíferos semelhantes aos de S. João de Pirabas.

BRANNER, J.C. (1919) apresenta no mapa geológico do Brasil os sedimentos Pirabas como pertencentes ao Eoceno.

MAURY, C.J. (1924) propôs que a formação fosse denominada Pirabas numa monografia sobre fósseis terciários, referindo-a ao Mioceno inferior.

CARVALHO, P.F. de (1926), em Salinópolis, traça um perfil onde o calcário aparece com 0,5m de espessura e levanta a possibilidade de que seja aí o limite Oeste da bacia.

OLIVEIRA, A.I. (1928) preparou coleções de fósseis para a Divisão de Geologia e Mineralogia do D.N.P.M. com material de diversos locais do Estado do Pará pertencentes a Formação Pirabas.

SILVA, S.O. & PETRI, S. (1952) descrevem vários afloramentos já conhecidos bem como novas ocorrências, ampliando bastante os limites Este e Oeste da Formação. Situam, com reservas, o arenito fossilífero de Pilões, na ilha de Inajá, como inferior a Formação Pirabas.

OLIVEIRA, E.P. de (1953) constatou que houve uma mistura de amostras de procedências diversas. Espécies do Cretáceo de Sergipe foram dadas como sendo da Formação Pirabas, por isso, WHITE colocou-a no Cretáceo.

ACKERMANN, F.L. (1956) apresenta à SPEVEA um relatório sobre os calcários de Capanema e estudos preliminares de ocorrências na região bragantina. Fixou a divisão desta Formação em três fácies.

PETRI, S. (1957) baseado em foraminíferos propõe as seguintes denominações faciológicas: Fácies Castelo: calcários maciços, muito duros, de ambiente nerítico, mar aberto, águas rasas quentes e límpidas. Possui abundantes espécies das famílias Moliolidae, Rotaliidae e Lagenidae. Facies Canecos: correspondente ao Facies Capanema de Ferreira (1966). São calcários de grã-fina, geralmente bem claros, mais facilmente desintegráveis, ambiente de águas bem rasas, mais do que o Facies Castelo com profundidade talvez em torno de 10 metros e salinidade abaixo da normal. Espécies do gênero Elphidium são abundantes e a espécie Streblus catesbyanus (d'Oribigny) var. tepida (Cushman) é característica. O calcário do Furo da Baunilha Grande, finamente estratificado, com abundantes concreções cinza-escuras foi incluído nesta facies em razão de sua microfauna.

FERREIRA, C.S. & CUNHA, O.R. (1957) apresentam uma sinopse da Formação Pirabas e sugerem para a origem das camadas mais espessas uma sucessão de pequenos recifes, que se teriam formado durante a transgressão e regressão do antigo mar de Pirabas.

SILVA, O.F. & LEOWENSTEIN, P. (1968) descrevem novas localidades de ocorrências nos municípios de Primavera, Bragança e Capanema, bem como ao sul de S. Miguel do Guamá,na rodovia Belém-Brasília, que constituiram o limite sul do mar de Pirabas. Expõem um sumário das ocorrências referidas em bibliografia e uma classificação do calcário baseada na razão Mg/Ca de diversas análises.

7.2.6.2 - Distribuição Geográfica

Esta unidade estratigráfica, em virtude do trabalho realizado ser de caráter de reconhecimento foi apresentada no mapa geológico junto com o Grupo Barreiras, tendo em vista sua distribuição areal ser incompatível com a escala utilizada. No Pará ocorre na região nordeste como no igarapé Grande em Marapanim, rio Urindeua, Salinópolis, ilha de Fortaleza, rio Pirabas, Japerica, Quatipuru, e Nova Timboteua, Peixe Boi, Capanema e Tauari na zona da Estrada de Ferro de Bragança (km 138 e km 152) Piabas nas zonas da rodovia Belém -Bragança. Ocorre também na zona litorânea do Maranhão, em Carutapera, Turiaçu e Cururupu e ao longo da Belém- Brasília, ao sul do rio Guamá nos quilômetros 54,6 e 20,7 ao sul de S. Miguel do Guamá.

7.2.6.3 - Relações de Contato

A Formação Pirabas está subposta aos sedimentos do Grupo Barreiras, em contato geralmente concordante, e sobreposta discordantemente a unidades mais antigas.

FRANCISCO et alii com base em perfis de alguns poços e sondagens a trado, no Município de Capanema, constataram haver uma transição do calcário Pirabas para as argilas do Grupo Barreiras.

7.2.6.4 - Espessura da Unidade

Segundo MAURY, a Formação Pirabas é caracterizada por bancos de calcários cuja espessura varia de 2,5 a 5 metros. Contudo a espessura total desta unidade não foi ainda determinada.

ACKERMANN realizando trabalhos na região Bragantina calculou uma espessura de 38 metros para o pacote de rochas ao longo da antiga Estrada de Ferro de Bragança, enquanto que no Sítio José Cândido, próximo a Capanema, as perfurações efetuadas sugeriram 28 metros. Em Olaria, 5 km ao sul da cidade de Capanema o mesmo autor encontrou 30 metros de espessura para esta unidade.

Em trabalhos de campo do Projeto observou-se espessuras em torno de 10m de calcário em desmonte a céu aberto da jazida localizada às margens da BR-316, às proximidades da fábrica de cimento de Capanema. Na jazida Pedro Teixeira, ora em lavra a céu aberto a espessura está por volta de 11 metros de camada de calcário útil.

7.2.6.5 - Características Litológicas

É uma formação calcífera constituída de camadas de calcário, argila azul e areias. Neste trabalho adotou-se

a divisão em três membros: Olaria, Capanema e Fortaleza, proposta por Ackermann.

- Membro Olaria

Este membro ocorre apenas na localidade de Olaria. A transgressão marinha que deu origem à Formação Pirabas depositou inicialmente calcários de granulação fina com ausência ou traços de MgO. A micro e macro fauna estão ausentes, mas está caracterizado por uma abundante flora fóssil. O rítmo da sedimentação diminuiu para cima. As camadas de poucos decímetros de espessura estão alternadas com argila cinza-oliva, calcífera plástica, de poucos centímetros. Embora o autor tenha adotado a designação de membro, achou-se impróprio tal designação tendo em vista sua ocorrência puramente local.

- Membro Capanema

Composto de camadas de calcário, argila e areia. Os calcários desta unidade são fossilíferos chegando até constituir a variedade coquina, apresentam cores claras, geralmente amarelas e estão intercaladas com marga quase sempre de pouca espessura. As argilas são de coloração azul, plásticas, comumente pouco espessas. Durante os trabalhos de campo foi possível constatar que esse calcário fossilífero não apresenta distribuição constante dentro deste membro, ocorrendo em lentes sugerindo a existência de antigos recifes. As amostras JL-R-28, 29a e 30 são exemplos típicos das sequências mencionadas.

- Membro Fortaleza

É uma rocha calcária compacta, apresentando diversas camadas, com teor elevado em sílica e MgO. Sua denominação se deve a ilha de Fortaleza onde está localizada sua seção tipo.

No porto de Carutapera, às margens do rio Arapiranga, há uma ocorrência de calcário em leitos horizontais, fraturados, de cor cinza a amarelada, granulometria fina, compacto ou friável em alguns locais, sem presença de fósseis a olho nu (VW-R-98A). No mesmo barranco, na base do calcário, encontra-se uma argila azulada, plástica, mal consolidada, ocorrendo em leitos de espessuras centimétricas (VW-R-98B). Seu posicionamento em mebro não foi possível. Relacionou-se esta ocorrência à Formação Pirabas por se desconhecer clacário de outra idade na região.

Na Estância Hidromineral de Salinópolis, em frente ao Hotel Salinópolis, formando extensos terraços na zona de praia, aflora um calcário amarelo bastante fossilífero, algo alterado (JL-R-28).

Na praia de Atalaia, no mesmo município, aflora um calcário amarelo, bastante compacto, apresentando algum conteúdo fossilífero (JL-R-29a). Em suas proximidades ocorre um calcário de coloração cinza escura, bastante compacto, totalmente afossilífero a olho nu, apresentando uma granulometria bastante fina com lentes de um material mais grosseiro, provavelmente sílica (JL-R-29b).

7.2.6.6 - Paleontologia

A Formação Pirabas caracteriza-se pelo seu conteú do fossilífero abundante: restos de invertebrados macro e micro fósseis, vertebrados e vegetais.

Deve-se a DOMINGOS FERREIRA PENNA (1876) a loca lização dos primeiros depósitos fossilíferos desta unidade, na ilha de Fortaleza. C.A. WHITE descreveu este material em publicação nos Arquivos do Museu Nacional (Vol. VII 1887) . E.P. de OLIVEIRA (1953) constatou que houve mistura deste material fossilífero com o de outras localidades (Sergipe) daí WHITE ter colocado esta formação no Cretáceo.

K. VON KRAATZ-KOSCHLAU (1899) estudando o materi al coletado na ilha de Fortaleza encontrou ossos de vertebra dos, possivelmente répteis e atribuiu-lhes idade cretácea.

F. KATZER (1903) atribuiu à fauna de São João de Pirabas a idade Senoniana, Cretáceo Superior, em sua geologia do Estado do Pará.

HANS BAUMANN (1909) fez uma coleção de fósseis quando M. ARROJADO R. LISBÔA fazia reconhecimento geológico nos estados do Piauí, Maranhão e Pará. Este material foi es tudado por C.J. MAURY e o resultado publicado na monografia nº 4, 1924, do S.G.M.B.

PAULINO F. de CARVALHO (1919) fez um reconheci mento geológico entre Maracanã, Pirabas e Estação Experimen tal, na E.F. de Bragança, coletando material estudado por

C.J. MAURY que descreveu os seguintes gêneros, vários deles com espécies diferentes: 1) GASTERÓPODOS: Fissuridae, Astraea, Calliostoma, Solarium, Calyptraea, Crucibulum, Natica, Lunatia, Amauropsis, Xenophora, Turritella, Mesalia, Serpulorbis, Cerithium, Clava, Strombus, Orthaulax, Cypraea, Morum, Sconsia, Phalium, Pyrula, Simpulum, Colubraria, Xancus, Vasum, Marginella, Mitra, Lyria, Oliva, Olivella, Ancilla, Cancellaria, Terebra, Tuxis, Surcula, Drillia, Conus, Retusa, Scaphander, Umbrella, Tritonidae, Phos, Alectrion, Siphonalia, Melongena, Murex, Trophon, Fusus e Fasciolaria. 2) PELECÍPODOS: Arca, Scapharca, Glycymeris, Pteria, Ostrea, Pecren, Plicatula, , Spondylus, Anomia, Cardita, Venericardia, Chama, Echinochama, Lucina, Phacoides, Cardium, Dosinia, Macroscallista, Collacardia, Pitaria, Antigona, Chione, Venus, Tellina, Metis, Macoma, Semele, Tagelus, Solen, Mactra e Corbula. 3) BRIOZOÁRIOS: Lunulites e Cupularia. 4) ANTOZOÁRIOS: Dendrophyllia e Flabellum.

S. PETRI e S. de OLIVEIRA (1952) publicaram suas investigações sobre a Formação Pirabas e Petri descreveu alguns foraminíferos, entre os quais várias espécies de Quinqueloculina, Pyrgo, Nonion e os gêneros Penaropolis, Rotalia, Eponides e Gyroidina (?).

C.S. FERREIRA e O.R. CUNHA (1957) encontraram restos de pelecípodos, pequenos dentes de peixes, espinhos de equinodermas, restos de coral Flabelum, de briozoários e moluscos. Em um afloramento de calcário na rodovia Belém- Capanema foram encontrados restos de pelecípodos dos gêneros Pitar, Cardium, Chione, Glycymeris, Scarpharca e Cardita. Dos gasterópodos foram descritos: Cypraea macrovoluta, Strombus

goeldi, Xancus amazonianum, Vasum Kraatzi e Simpulum Carlotae, Crucibulum faustum (White) e Diodora derbyi (Maury).

M. MARTHA BARBOSA (1958) descreveu vários moluscos miocênicos do lugar denominado Gerôncio, rio Urindeau e Farol de Atalaia, município de Salinas: 1) PELECÍPODOS : Echinochama pristina (Maury), Trachycardium paraense (White), Venericaedia perumbonata (White) Chione paraensis (White), Dosina (Dosinidia) brasiliensis (White), Glycimeris bineminis (White) e Plicatula eroessa (Maury): 2) GASTERÓPODOS: Architectonica sp, Cerithium williamsi (Maury), Fusinus soperi (Maury), Ficus paraensis (White) e Fusinus doris (White).

K. BEURLEN (1958) descreveu crustáceos fósseis coletados por F.L. ACKERMANN no município de Capanema e classificou-se nas seguintes famílias: 1) CALAPPIDAE: Hepatella amazonica, sp.nov., Acanthocarpus obscurus (Rathbun) e Calappa circularis sp, nov. 2) LEUCOSIDAE: Randalia sp (?). 3) PARTHENOPIDAE: Parthenope trituberculata, sp. nov., 4) ATELECYCLIDAE: Cyclocancer tuberculatus, gen. nov. sp. nov. 5) PORTUNIDADAE: Scylla costata (Rathbun), Neptunus haitensis (Rathbun), Callinectes reticulatus (Rathbun), Callinectes ef declives (Rathbun), Callinectes paraensis, sp. nov. e Euphylax seotemdentalus, sp. nov. 6) GRAPSIDADE: Sesarma paraensis, sp. nov.

MARIA EUGÊNIA C. MARCHESINI SANTOS (1958) descreveu algumas espécies de equinóides do material coletado por PAULINO F. de CARVALHO (1919) em Ponta de Pirabas (ilha Fortaleza) - Echinolampas paraensis n. sp., Anisopetalus oliverai n. sp., Clypeaster lamegoi n. sp. e Kaslaster pirabensis n. sp. - e na antiga Estação Experimental, km 150 da E.F. de

Bragança - Clypeaster paulinoi, citando também nesta localidade a grande quantidade de espinhos de Cidaris.

CÂNDIDO SIMÕES FERREIRA (1960) deu a conhecer, em trabalho publicado nos Arquivos do Museu Nacional, 12 espécies de pelecípodos da família Pectinidae.

RUBENS da SILVA SANTOS e HAROLDO TRAVASSOS (1960) estudaram material fossilífero de diversas localidades de ocorrência da Formação Pirabas. Descreveram espécies da ictiofauna marinha enumeradas a seguir: Carcharhinus (Prionodon) egertoni (Agassiz), Carcharhinus ackermanii (Santos e Travassos), Hemipristis serra (Agassiz), Scoliodon Taxandriae (Leriche), Galeocerdo paulinoi (Santos e Travassos), Sphyrna magna (Cope), Shyrna prisca (Agassiz), Ginglymostoma serra (Leidy), Ginglymostoma obliquum (Leidy), Rhinoptera studeri (Agassiz), Rhizochlatrus vidalis (Santos e Travassos) Paleomyliobatis pirabensis (Santos e Travassos), Sphyraena egleri (Santos e Travassos), Sphaerodus (?) paraensis (Santos e Travassos) e Diodon ferreirai (Santos e Travassos).

7.2.6.7 - Origem e Ambiente de Sedimentação

Os sedimentos pertencentes à Formação Pirabas são de origem marinha, orgânica, com influências lagunares intermitentes, podendo também ser inorgânica e afossilífera e glauconítica como por exemplo o calcário dolomítico de Carutapera.

O ambiente de deposição foi nerítico e litorâneo, de águas rasas e límpidas em costa baixa e clima quente.

Segundo ACKERMANN, durante a deposição dessas camadas, houve épocas de ambiente ecológico diferente resultando modificações na deposição dos calcários e camadas de outra litologia, bem como na fauna marinha.

7.2.6.8 - Idade e Correlação

A idade desta formação é miocênica inferior e é correlacionada paleontologicamente com unidades encontradas nas Antilhas e América Central. MAURY em seu trabalho sobre os invertebrados fósseis de Pirabas escreve: "A fauna de Pirabas assemelha-se muito à fauna de Gatun no Istmo do Panamá; à de Bowden na Jamaica; é a das formações de Gurapo e Cercado na República Dominicana".

7.2.7 - Grupo Barreiras

7.2.7.1 - Histórico

Denomina-se "barreiras" às falésias encontradas ao longo da costa brasileira. A princípio foi usado como designação informal e depois, consagrado pelo uso passou a compreender o conjunto de sedimentos destas falésias. Segundo OLIVEIRA & LEONARDOS a primeira referência a este nome se deve a PERO VAZ DE CAMINHA em carta ao rei de Portugal (1500).

MOURA, P. (1938) em sua geologia do Baixo Amazonas, chama formação das Barreiras aos sedimentos sobrejacentes a Formação Pirabas datando-os no Plioceno.

OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. (1943) em sua Geologia do Brasil para justificar a denominação de barreiras,

dada às formações terciárias do Brasil fazem referência à carta de PERO VAZ DE CAMINHA.

MATOSO, S.Q. & ROBERTSON, F.S. (1959) tecem um comentário sobre o uso geológico do termo Barreiras reportando que não existe seção nem localidade tipo onde se tenha descrito e definido esta unidade. Acham que seria melhor substituir a terminologia "Série Barreiras" e "Formação Barreiras" por Formações Cenozóicas Indiferenciadas, ou simplesmente "Cenozóico Indiviso" e, a proporção que se forem estudando mais distintamente uma região ir-se-ão definindo grupos, formações e membros nestes tipos litológicos de idade Terciária e Quaternária.

BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. (1964) adotaram a designação Grupo Barreiras, criticando, ao mesmo tempo, o uso do nome Série ou Formação.

FRANCISCO, B.H.R. et alii (1971) também denominaram Grupo Barreiras e esse conjunto litológico, admitindo que tais sedimentos foram gradativamente recobrindo os sedimentos marinhos Pirabas.

ARANTES, J.L.G. et alii (1972) preferiram chamar Formação Barreiras a esse conjunto de sedimentos considerados como de idade miocênico-pleistocênica.

DAMASCENO, B.C. e SOUZA, A.N. (1973) designaram Grupo Barreiras aos sedimentos argilosos muito finos a conglomeráticos, arenitos e siltitos.

Neste trabalho seguiu-se a designação proposta por BIGARELLA e ANDRADE (1964) para esta unidade - GRUPO BARREIRAS - devido a complexidade de seu conjunto estratigráfico e a falta de dados para se fazer uma divisão em unidades menores.

7.2.7.2 - Distribuição Geográfica

Esta unidade é a que maior distribuição areal apresenta. Sua ocorrência está limitada principalmente à porção ocidental da área do Projeto entre os meridianos $46^{o}00'00"$ e $48^{o}00'00"$, sendo que na parte sul a faixa é menor devido a predominância da Formação Itapecuru. O limite norte se faz por uma linha irregular acompanhando a costa onde lhe ficam sobrepostos sedimentos quaternários mais novos, ou em falésias na orla marítima como em Marapanim, Maracanã, Salinópolis e ilha de Fortaleza. Este Grupo está também presente na parte oriental sul da área do Projeto a oeste da ilha de S. Luís. Perfaz aproximadamente 40% da área mapeada.

7.2.7.3 - Espessura da Unidade

A espessura desta unidade é muito variada, ACKERMANN se refere a uma argila branca da seção basal com mais de 3 metros de espessura. Este mesmo autor achou na região de Capanema uma espessura de aproximadamente 30 metros para o Grupo Barreiras. Na falésia de Salinópolis há 6,5 metros e na Ponta do Castelo, Ilha de Fortaleza, 13 metros.

No baixo e médio curso do rio Pitoró e baixo Piriá, são observados barrancos em suas margens de sedimentos

argilosos de espessura aflorante em torno de 3 a 4 metros.

CAMPBELL encontrou no Maranhão 80 metros de espes sura para este grupo.

7.2.7.4 - Características Litológicas

Baseado em ARANTES et alii e em trabalhos de cam po, a litologia desta unidade é extremamente variável, tanto vertical, como horizontal. Constituída por argilas multicolo ridas na porção mais inferior, sedimentos inconsolidados ar gilo-arenosos e areno-argilosos, arenitos e siltitos, quase sempre horizontais, não faltando localmente, camadas inclina das, sendo a estratificação cruzada muito comum nos arenitos (foto 16). São geralmente amarelados, alaranjados e averme lhados, apresentando comumente níveis e leitos de material grosseiro, com seixos de quartzo de tamanhos variados, arre dondados e subarredondados.

Ao Grupo Barreiras pertence também um arenito ferruginoso (Grés do Pará) ocorrendo em níveis descontínuos em leitos ou em blocos soltos, irregulares e de tamanhos va riados. Segundo ACKERMANN, e comprovado em trabalhos de cam po, tem uma cor arroxeada, diferente do encontrado no Quater nário, de cor vermelho viva, menos resistente, contendo inclu sões diversas, tais como restos de plantas. Sua formação é proveniente da circulação das águas nas areias concentrando o óxido de ferro, fenômeno que se passou talvez depois da se dimentação.

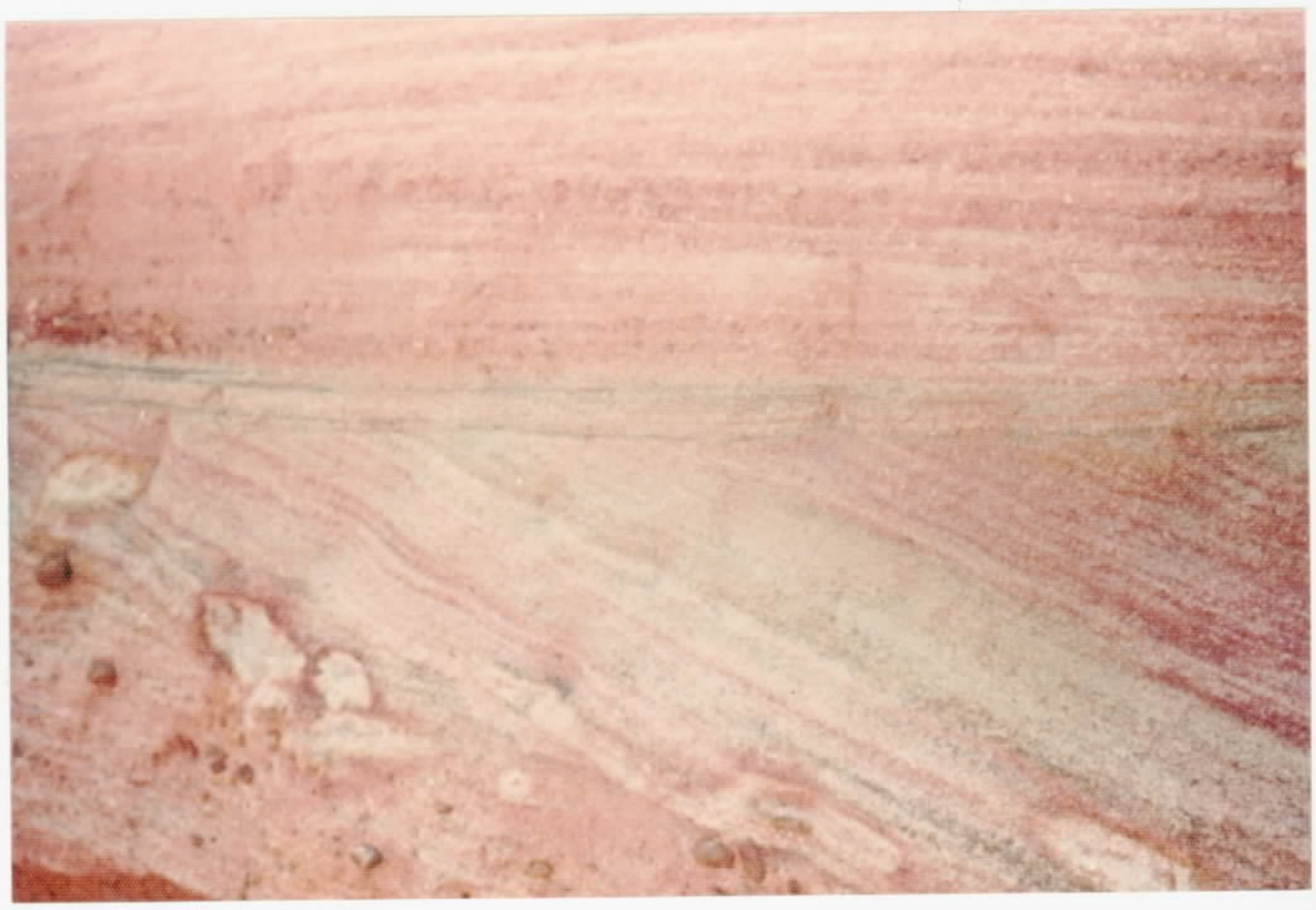


Foto 16 - Estratificação cruzada em arenito do Grupo Barreiras.

Na PA-12 a 500 metros da ponte sobre o rio Caeté foi encontrado um arenito de coloração vermelha, granulação média a grossa, com predominância de grãos de quartzo e algum feldspato como cimento (JL-R-01).

Na estrada Bragança-Vizeu ocorre um siltito argiloso cinza claro, com manchas vermelho-escuras, indício de ferrificação incipiente (SF-R-53, fotos 17 e 18).

No rio Pitoró, afluente do rio Piriá pela margem esquerda, observam-se em suas margens, barrancos de sedimentos argilosos de coloração amarelada (foto 19) plásticos (VB-L-164). Estes sedimentos apresentam-se mais arenosos no rio Piriá (VB-L-167).

7.2.7.5 - Origem e Ambiente de Sedimentação

O ambiente de formação é continental subaquoso a subaéreo. Estes sedimentos foram depositados, provavelmente, em clima de temperaturas elevadas com estações secas e úmidas, bastante pronunciadas, a origem é continental e lacustre.

7.2.7.6 - Idade e Correlação

O início da deposição dos sedimentos Barreiras, data pelo menos do Mioceno.

O único indício seguro de datação, é o fato de que as camadas desta unidade repousam sobre a Formação Pirabas, de idade miocênica inferior.

Foto 17 - Siltito argiloso com indícios de ferrificação incipiente, encontrado na Rodovia Bragança-Vizeu.

Foto 18 - Detalhe da foto 17.

Foto 19 - Sedimentos argilosos encontrados na margem esquerda do rio Pitoró.

É correlacionável, por sua idade, com a Formação Alter do Chão da Bacia do Médio e Baixo Amazonas e com os sedimentos clásticos do Grupo Pará da Bacia da Foz do Amazonas.

7.2.8 - Quaternário

Está representado por aluviões e coluviões compostos de cascalhos, areias, siltes e argilas. Nas partes mais arenosas encontra-se um arenito ferruginoso chamado por KATZER "grês do Pará", vulgarmente conhecido por Pedra Jacaré ou Pedra Preta; nas localidades mais argilosas encontra-se nódulos limoníticos.

Parte dos sedimentos quaternários são produtos da erosão do Grupo Barreiras.

7.2.8.1 - Pleistoceno

A distribuição desta unidade perfaz aproximadamente 1% da área do Projeto e se faz presente na antiga planície de inundação do rio Turiaçu, e a ela pertencem também os sedimentos fora da faixa de inundações atuais.

Constitue-se predominantemente de areias mal classificadas, misturadas com argila, e um arenito ferruginoso denominado grês do Pará. Onde há predominância de material argiloso encontra-se uma capa laterítica.

7.2.8.2 - Holoceno

Encontrado principalmente ao longo da costa nas partes alagáveis em marés altas onde predomina a sedimentação

marinho fluvial ou nas baixadas atuais dos rios como nos vales dos rios Maracanã, Caeté, Piriá, Guamá, Capim, Gurupi, Maracaçumé, Turiaçu e na baía de São Marcos.

Pertencente também ao Holoceno há extensos depósitos de areia, principalmente na região de Vigia, Quatro- Bocas, Quatipuru, interpretados por ACKERMANN como dunas fósseis de origem interglacial, depositados durante as sucessivas transgressões e regressões marinhas do Quaternário. Já FRANCISCO et alii explicam estes depósitos como produtos de lixiviação in situ, ou com pouco deslocamento, dos sedimentos pós-Barreiras. Estas areias são claras, possuindo granulometria variando de fina a média.

Considerou-se neste capítulo as dunas atuais da costa localizadas a leste da ilha de São Luís. Calcula-se em 6% a distribuição areal total desta unidade, sendo que as dunas perfazem menos de 1%.

As aluviões são constituídas de cascalhos,areias, siltes, e argilas, havendo predominância das areias e argilas ricas em matéria orgânica.

8. GEOLOGIA ESTRUTURAL

8.1 - Comentários Gerais

Nêste capítulo é feita uma tentativa de definição do arcabouço tectônico estrutural existente na área. Os estudos efetuados nas imagens radargramétricas, aliados aos de campo, definem as fraturas (falhas e diaclases), dobras e foliações, sendo as duas últimas observadas exclusivamente em rochas pré-cambrianas. Todos estes elementos estruturais parecem estar intimamente relacionados a eventos diastróficos tanto orogênicos como epirogênicos, que atuaram na área desde o pré-cambriano até o Terciário, atingindo consequentemente toda a coluna estratigráfica.

Ressalte-se que o número de medições feitas em estruturas penetrativas e não penetrativas, tanto nos trabalhos de campo, como em imagem radargramétricas, foi mínimo, não chegando **ao** exigido para qualquer tratamento estatístico. Por outro lado devido à direção do voo, o imageamento so teve poder de captação de determinadas direções de estruturas ' tornando difícil qualquer avaliação de um real modelo tectônico coerente com a área.

Para uma melhor visualização dos distintos eventos diastróficos ocorridos na área, foi a mesma, dividida em três grandes "domínios" lito-estruturo-estratigráficos, representados pelo Complexo Basal, Grupo Gurupi e, finalmente, pela Sequência Sedimentar.

O Complexo Basal tem ampla distribuição na área

do Projeto, ocupando aproximadamente 20% da mesma. É constituído por rochas de natureza infracrustal, representadas por gnaisses de composição variada, migmatitos, dioritos etc. Está bem representado na porção central da área, entre os meridianos de 45° e 47° WGr e os paralelos de 1° e 2°30'S. Conspícuos fraturamentos são observados nas áreas relacionadas ao Complexo Basal, evidenciados principalmente pela orientação retilínea das drenagens de 2ª e 3ª ordem. Esses fraturamentos estão orientados segundo duas direções principais, NE-SW e NW-SE.

As foliações das rochas gnáissicas têm direção geral noroeste-sudeste. Em alguns locais foram observadas rochas intensamente milonitizadas, cuja orientação é coincidente com a direção geral dos fraturamentos (Pt. JP-R-26, cachoeira Vala, médio rio Gurupi milonito orientado segundo N20°W), evidenciando portanto falhamentos nessa direção.

Algumas intrusões básicas foram constatadas nos trabalhos de campo, na forma de diques, cujas direções são aproximadamente coincidentes com as direções gerais dos fraturamentos (por exemplo: Pt. VW-R-89a - dique de diabásio orientado segundo N30°W).

A sequência predominantemente metassedimentar, neste trabalho denominada Grupo Gurupi, está bem representada na porção central da área do Projeto, constituindo um "belt" xistoso de direção geral Noroeste-sudeste. Sua melhor ocorrência está situada nos interflúvios Piriá-Gurupi-Maracaçumé, onde chega a atingir 30 km de largura. Essa sequência supracrustal é fundamentalmente constituída por quartzo-mica- xis

tos, filitos e quartzitos, com metavulcânicas associadas. Esses metamorfitos assentam discordantemente sobre as rochas do Complexo Basal, sendo alguns contatos entre as duas unidades impostos por tectônica de falha. Apresentam-se na forma de elevações alongadas, alinhadas segundo uma direção geral NW-SE. Densos fraturamentos, bem como dobramentos antiformais e sinformais desenvolvem-se sobre a unidade, estando os eixos desses dobramentos orientados segundo NW-SE, em concordância com as foliações das rochas metassedimentares do Grupo Gurupi e das rochas gnáissicas do Complexo Basal. Os fraturamentos apresentam duas direções principais, nordeste-sudoeste e noroeste-sudeste, em perfeita concordância com aqueles que se desenvolvem ao Complexo Basal.

Os metamorfitos do Grupo Gurupi sofreram esforços compressivos de direção preferencial NE-SW, o que se depreende da orientação geral dos eixos dos dobramentos(facilmente observáveis na porção W-SW da Folha SA.23-V-D),orientados segundo NW-SE e, ainda,das foliações das rochas dessa unidade.

A presença de duas superfícies S de foliação, observadas em rochas xistosas do Grupo Gurupi é sugestiva de um evento tectono-orogênico polifásico atuando sobre essa unidade litológica.

Falhamentos do tipo "transverse-fault" são observados, atingindo sobremaneira os metassedimentos do Grupo Gurupi; orientam-se segundo NE-SW.

As rochas sedimentares estão amplamente distribuídas na área, ocupando aproximadamente 70% da mesma, estan

do representadas principalmente pelas camadas cretáceas da Formação Itapecuru e terciárias do Grupo Barreiras. Apresentam-se em disposição sub-horizontal, constituindo um homoclinal com suave caimento para norte.

Os fraturamentos são menos frequentes nas áreas sedimentares, sendo que o Grupo Barreiras, por sua menor espessura, reflete melhor os alinhamentos estruturais do embasamento quando assenta diretamente sobre este último. Os fraturamentos observados nas áreas sedimentares apresentam, em linhas gerais, a mesma orientação daqueles observados nas rochas pré-cambrianas, daí a suposição de que trata-se de uma reativação de antigas linhas de fraqueza da crosta.

Estruturas de grande amplitude foram detectadas na área, através de trabalhos realizados pela PETROBRÁS; entre essas, destacam-se as bacias sedimentares de Bragança- Vizeu, São Luís, Barreirinha e Meio Norte, sendo que as três primeiras constituem "fossas" com amplitudes de bacias, tendo sido detectadas somente através de trabalhos gravimétricos e sísmicos.

Alguns "altos" estruturais foram também detectados, destacando-se entre eles o Arco Tocantins e o Arco Guamá-S. Vicente-Ferrer sendo este último o elemento limitante das bacias do Meio Norte, São Luiz e Barreirinhas.

A bacia de São Luiz estruturalmente constitui um "graben" de grandes proporções, limitado por falhas de gravidade de direção NE-SW e NW-SE, sendo em sua parte mais profunda denominado "graben" de Sta. Helena-Bequimão. Seu limite

setentrional é um falhamento de grande extensão no sentido WNW-ESE, passando pela cidade de Guimarães e a localidade São Roque (F.M. BEZERRA DA CUNHA, PETROBRÁS, 1968).

A bacia de Barreirinhas (segundo GERHARD LUDWIG, PETROBRÁS, 1964) é uma bacia costeira, cretácea, alinhada segundo NW-SE. Estruturalmente é um "graben", preenchido em grande parte por sedimentos tectônicos; as feições estruturais que limitam a bacia são: o arco Ferrer-Urbano Santos a sudoeste e o "horst" de Rosário a noroeste. A subsidência desse "graben" começou provavelmente no Aptiano, conforme indicado por fósseis e pólens, na formação mais inferior conhecida, determinados por TROELSEN (1964), MULLER (1962) e colaboradores.

A bacia de Bragança-Viseu, está delimitada por falhamentos de direções NW-SE e NE-SW. Esses falhamentos, à semelhança do que ocorre nas outras bacias já citadas, são detectados somente através de métodos geofísicos e/ou perfurações, não apresentando nenhum reflexo na cobertura terciária da bacia.

A bacia do Maranhão originou-se pela subsidência do craton ao longo de três eixos principais: um a partir da área de Marajó, com direção sudeste, infletindo para leste, a partir do centro do Estado do Maranhão, em direção ao sul de Tianguá (Ceará); outro em direção sudeste, passando próximo a Floriano e Sta. Filomena; um terceiro eixo deveria existir, partindo de Tianguá, em direção nordeste, através do Estado do Ceará AGUIAR, G.A., 1971.

O levantamento do Arco Tocantins, iniciou-se provavelmente no Eo-Paleozóico, como consequência do diastrofismo Caledoniano. Esse mesmo diastrofismo teria ainda originado o aparecimento de linhas de frequeza no Complexo Basal, as quais foram reativadas provavelmente no Mesozóico, causando a movimentação de blocos, o que deu origem a fossas tafrogênicas com amplitude de bacias.

O Arco de Guamá-São Vicente Ferrer, teve sua formação relacionada à tafrogenia cretácea, servindo de elemento limitante entre a bacia paleozóica do Maranhão e as fossas de Barreirinhas e São Luis. Esta última originou-se a partir de um colapso parcial do Arco Guamá-São Vicente Ferrer, provavelmente no Cretáceo Superior.

8.2 - Análise Tectônica

O Complexo Basal exibe visíveis fraturamentos, facilmentes observáveis nas imagens radargramétricas, cujas direções principais orientam-se segundo NE-SW e NW-SE. Esses fraturamentos geralmente estão refletidos na orientação retilínea dos cursos d'água de 2ª e 3ª ordem. Entretanto, alguns cursos d'água, de grandes dimensões, têm também seus cursos bem encaixados, com o rio Piriá, que na porção nordeste da folha SA.23-Y-A encontra-se orientado na direção N60°E, em um trecho de aproximadamente 60 km, provavelmente condicionado a fraturamento.

Apesar de haver um controle estrutural visível NE para os rios da região, deve-se considerar que o mesmo não é fundamental para direção daqueles rios.

Note-se que esses rios tiveram suas origens no final do Terciário, com a regressão do "Mar de Pirabas" obedecendo ao declive regional que esse mar construiu (caracterizando uma plataforma continental). Essa paleotopografia seria realmente a responsável pela direção NE dos rios atuais, sendo o controle estrutural secundário.

Os rios Capim e Guamá (alto) aparentemente estão relacionados com o fenômeno de Captura. Os cursos menores que desaguariam na fossa Marajoara aparentemente capturam os cursos maiores com direção NE. Esses fenômenos de captura muito possivelmente estão relacionados a um basculamento de todo o bloco com mergulho para a fossa Marajoara. Este fênomeno de basculamento pode ser baseado na presença da formação Pirabas no alto Capim (?) e na área de Salinópolis abaixo do nível do mar. A maior preservação do Pirabas para Oeste e menor para Leste pode ser explicado por estes movimentos.

Alguns diques básicos observados na região encontram-se orientados na mesma direção de fraturas do embasamento, sugerindo uma reativação das mesmas, provavelmente no Mesozóico, com preenchimento de magma básico.

Algumas fraturas verificadas no Complexo Basal sofreram deslocamento, o que se depreende da presença de rochas cataclasadas orientadas segundo NW-SE em concordância com a direção dos fraturamentos.

O rio Turiaçu tem seu alto curso orientado na direção geral N-NE; entretanto, na porção centro-sul da folha SA.23-Y-B o mesmo sofre uma brusca inflexão para norte, desen

volvendo-se nessa direção até as proximidades do paralelo $2^{o}S$. Nesse trecho o referido rio apresenta-se com as margens alagadas, onde frequentemente desenvolvem-se pestanas, "ox bow lake" etc. A brusca inflexão citada pode estar relacionada a falhamentos do Complexo Basal, com posterior reativação.

O rio Uraim (afluente da margem esquerda do rio Gurupi), à semelhança do que ocorre com o rio Piriá, tem o seu médio-alto curso aproximadamente retilíneo, orientado segundo NE-SW, provavelmente encaixado em uma mega fratura.

Na porção N-NE da área, notadamente na região compreendida entre o rio Guamá e o litoral atlântico, a delgada cobertura sedimentar terciária reflete facilmente os alinhamentos estruturais do Complexo Basal segundo duas direções principais, NE-SW e NW-SE. Assim, cursos d'água de pequeno a médio porte, como os rios Marapanim, Maracanã, Caeté etc, têm seus cursos em parte controlados por esses fraturamentos.

O Grupo Gurupi é constituído fundamentalmente por uma sequência metassedimentar, com metavulcânica subordinadas; os metassedimentos são representados por xistos, filitos e metaquartzitos, inerentes ao fácies xisto verde na sequência do metamorfismo regional; metariolitos e metadacitos são as metavulcânicas encontradas.

Os metamorfitos do Grupo Gurupi ocorrem geralmente como serras alongadas, constituindo um cinturão xistoso dispostos segundo uma orientação geralmente noroeste-sudeste, bem observados nos interflúvios Piriá-Maracaçumé; esta sequência assenta discordantemente sobre o Complexo Basal, cujo

contato, em alguns locais, parece ter sido imposto por tectô nica de falhamento; estruturas antiformais e sinformais desen volvem-se sobre a unidade, notadamente no interflúvio Gurupi -Gurupi-Mirim. Os eixos desses dobramentos orientam-se se gundo noroeste-sudeste, em concordância com as foliações dos metassedimentos, sugerindo esforços compressivos de direção nordeste-sudoeste atuando sobre a unidade.

A foliação dos metassedimentos apresenta perfei ta concordância com aquelas relacionadas ao Complexo Basal (fato bem observado nas imagens de radar) o que sugerem terem sidos ambas (Complexo Basal e Grupo Gurupi) formadas a partir de um mesmo esforço compressivo.

A presença de falhamentos cortando sedimentos da Formação Pirabas é sugestiva de uma movimentação tectônica pós-miocênica, de grande importância para a plataforma conti nental. (Bezerra, 1968-Fotointerpretação da Bacia de São Luís-Maranhão).

8.3 - Considerações Finais

O arcabouço tectônico regional é o resultado de sucessivos eventos diastróficos que atuaram na área, provavel mente a partir do pré-Cambriano.

O evento mais antigo, ao que tudo indica foi de caráter diastrófico, causando uma intensa granitização e migmatização que atingiu as rochas do Complexo Basal; esse evento estaria relacionado aos episódios do ciclo Transamazô nico.

Cessada a atuação dessa orogenia, à qual se associaram vários episódios metamórficos-regionais, estabeleceu-se um período anorogênico, durante o qual houve assoreamento, criando áreas de deposição onde se iniciou novo ciclo geossinclinal com seqüências psamo-pelíticas que mais tarde dariam origem ao Grupo Gurupi. Essa sedimentação foi acompanhada por esporádicos vulcanismos de natureza ácida e básica a ultrabásica, representada hoje por meta-riolitos, metadacitos e talco-xistos, respectivamente.

Estabeleceu-se a seguir a inversão do geossinclíneo, deformando e metamorfisando a seqüência sedimentar, originando os metassedimentos do Grupo Gurupi. Essa orogenia apresentou um esforço compressivo de maior intensidade segundo NE-SW, gerando uma série de estruturas antiformais e sinformais (notadamente nos metassedimentos do Grupo Gurupi), cujos eixos apresentam-se com direção geral NW-SE, concordantes com um sistema de foliação observado tanto nos metamorfitos do Grupo Gurupi como no Complexo Basal.

A presença de rochas do Grupo Gurupi exibindo duas superfícies S de foliação é bastante sugestiva de que o evento tectono-orogênico que atingiu a unidade é de caráter polifásio.

Esse episódio, provavelmente ainda relacionado ao ciclo Transamazônico, parece ter sido o último evento diastrófico-orogênico de amplitude regional que atingiu a área.

A partir do eopaleozóico, estabeleceram-se eventos diastróficos de caráter epirogênico, com movimentação de

de blocos do Complexo Basal, causando o aparecimento de "altos" estruturais representados na região pelo arco Tocantins.

No Mesozóico, em consequência da separação dos continentes Sul Americano e Africano (provavelmente no Jurássico Superior), desencadeou-se um fraturamento que se propagou intracratonicamente através da bacia do Maranhão. A esse fraturamento associaram-se episódios magmáticos de natureza toleítica, dos quais resultaram diques e soleiras, hoje detectadas na referida Bacia. Já no Cretáceo, em consequência da roto-translação dos escudos, reativaram-se as fraturas anteriormente formadas, sendo acompanhadas de reajustes verticais epirogênicos dos escudos, resultando na tafrogenia cretácea, responsável pela formação do arqueamento Guamá- São Vicente Ferrer e das fossas de Barreirinhas, São Luís e Bragança-Vizeu.

Já no Terciário, ocorrem novos reajustes epirogenéticos de caráter local, reativando antigas zonas de fraqueza, causando uma movimentação tectônica geradora dos falhamentos que cortam os clásticos da Formação Pirabas.

Observa-se também que as fraturas existentes na área, constituem um sistema de direção NE-SW e NW-SE, encontradas em rochas desde o Complexo Basal até o Terciário Barreiras. Desta observação fica postulado que, tais fraturas sejam de idade mesozóica reativadas no Terciário, ou quiçá, fraturas ou linhas de fraquezas precambrianas reativada nos dois últimos períodos.

9. GEOLOGIA HISTÓRICA

As considerações já emitidas anteriormente sobre os aspectos mais estratigráficos-estruturais, permitem uma análise superficial da história geológica da área, através de uma parcial interpretação da sua evolução. O trabalho em escala de reconhecimento, aliado a algumas dificuldades naturais, como a ausência de representativas ou ideais exposições, e, a falta de dados geocronológicos, dificultam, em grande parte, a tentativa de se estabelecer a ordem de sucessão dos eventos ocorridos.

As rochas do Complexo Basal, são representadas por tipos litológicos granito-granodiorito-tonalitos gnáissicos, como produtos finais do evento geológico mais antigo que se pode observar. A partir de alguns estudos efetuados, sobre as rochas desta unidade, pode-se admitir a existência pretérita de uma associação rochosa vulcano-sedimentar, afetada por eventos orogenéticos policíclicos, atingindo condições tectônicas ultrametamórficas granitizantes e formadoras de magmas secundários anatexíticos.

A larga distribuição de rochas gnáissicas de composição tonalíticas (biotita-hornblenda-quartzo-diorito), testemunha o magmatismo básico anterior ao (s) evento (s) sincinemático gerador desse tipo litológico. A evidência maior que corrobora essa idéia, é a presença de corpos paleossomáticos, de natureza ortoanfibolíticas, que ocorrem em íntima associação aos tonalitos. Estes passam gradativamente a granodioritos mesotipo, com percentagem volumétrica dos cristais de hornblenda decrescentes, como conseqüência de uma maior

transformação rumo ao produto granítico final. Os cristais de hornblenda, dos tonalitos, mantém todas as características dos cristais que compõem os anfibolitos paleossomáticos.

Nas localidades Mirasselvas e Tracuateua, as rochas infracrustais, são representadas por microclina-granito, muscovíticos, biotíticos, e mais raramente granatíferos, com foliação pouco acentuada. Ao estágio **atual de** conhecimento, admite-se uma origem sedimentar para essas rochas afetadas simultaneamente pelo processo de granitização e anatexia que formou os tonalitos. A essa pretérita associação vulcano-sedimentar, foram imprimidos, quando, do desenvolvimento orogenético, esforços compressivos maiores na direção NE-SW, como se depreende da foliação regional exibida (NW-SE) pelas rochas do Complexo Basal.

Datações geocronológicas realizadas em amostras pertencentes a duas áreas de afloramento do Complexo Basal, indicam idades diferentes. Para amostras próximo ao litoral, foram obtidas idades ao redor de 2.000 M.A. e, para amostras ocorrentes mais ao sul, no vale do rio Guamá, os resultados geocronológicos acusaram valores de 500 M.A. (ALMEIDA et alii 1966). Esses dois valores indicaram dois processos orogenéticos diferentes (ciclos Transamazônico e Brasiliano tardio), para a formação das rochas das duas áreas ou então, o valor de 500 M.A. seria resultante de rejuvenescimento isotópico.

Cessados os movimentos orogenéticos, com vários episódios metamórfico-regionais, uma extensa quietude tectônica, se verificou e passaram a predominar os processos de denudação das rochas que compoem o Complexo Basal com acentuada

eliminação dos seus níveis mais superiores.

Após esse prolongado intervalo erosivo, iniciou-se a deposição da seqüência sedimentar que compõe o Grupo Gurupi, em regime geossinclinal. Uma sedimentação predominantemente clástica, argilo-arenosa, foi acompanhada por esporádicos vulcanismos ácidos como se observa da atual associação de metariolitos e metadacitos, assim como vulcanismos básicos-ultrabásicos, bem representado pelos xistos magnesianos.

Completada a sedimentação Gurupi, uma nova orogênese se faz sentir na área, com esforço compressivo maior de direção NE-SW, deformando e metamorfisando de baixo a médio grau toda a pilha sedimentar, com formação de anticlinais e sinclinais com eixos segundo NW-SE, transformando-os a quartzitos, filitos, clorita-xisto, sericita-xisto e granada-biotita-xisto. A presença de no mínimo duas foliações nos biotita-xisto e sericita-xisto, testemunha um metamorfismo polifásico, para essa segunda orogênese.

Em virtude das poucas exposições e da relativa delgada espessura dos metassedimentos Gurupi, torna-se difícil afirmar a existência de uma sedimentação cíclica ou repetitiva entre as seqüências arenosas e argilosas. Como na maioria dos pontos estudados, os filitos e os xistos assentam discordantemente sobre rochas do Complexo Basal, é possível supor que a sedimentação inicial, tenha sido predominantemente pelítica.

Provavelmente, penecontemporâneamente à sedimentação arenosa, verificou-se também a deposição de camadas hema

títicas, a sedimentação pelítica e a de óxido de manganês.

Como se desconhece na área de trabalho qualquer movimentação orogenética paleozóica ou mesozóica, as deformações do Grupo Gurupi, poderão provisoriamente ser atribuidas ao Pré-Cambriano médio ou superior e, do Complexo Basal, uma idade pré-cambriana média a inferior.

Estabeleceu-se a seguir um novo processo erosivo, reduzindo a vasta cobertura metassedimentar do Grupo Gurupi.

Enquanto se processava essa intensa denudação, os movimentos epirogenéticos passaram a desempenhar um papel importante na área. No Eo-paleozóico, o diastrofismo Caledoniano, deu origem a altos estruturais, representados pelo arco de Tocantins e movimentos tafrogenéticos originando a bacia do Maranhão situada ao sul da área abrangida pelo Projeto.

No Cretáceo processou-se a criação das bacias de São Luís e Barreirinhas na margem Continental e ao mesmo tempo desenvolve-se no intervalo Neocomiano - Santoniano, o arco Guamá-São Vicente Ferrer, que separa a Bacia do Maranhão, da Bacia de Barreirinhas e da Bacia de São Luís.

No médio curso do rio Piriá, rio Gurupi-Mirim , afluente do rio Gurupi pela margem esquerda, bem como, na rodovia BR-316, no trecho compreendido entre os rios Pitoró e Piriá ocorre uma vasta exposição de rochas sedimentares clásticas de duvidosa idade relativa. Análises paleontologicas e palinológicas resultaram-se infrutíferas)as rochas são

aparentemente afossilíferas), impossibilitando qualquer tentativa de um posicionamento estratigráfico .

Segundo FRANCISCO, B.M.R. et alii (1971) esses sedimentos, foram atribuidos como sendo do Eo-paleozóico, devido a falta de elementos paleontológicos e geológicos que possam servir de base para uma datação.

Não se exclui, todavia, que devido a proximidade, na área das grauvacas, arenitos arcósios e folhelhos, da borda da Bacia do Maranhão, esses sedimentos representem restos de alguma formação paleozóica desta bacia. A observação em seção delgada de vários espécimes desses sedimentos, atesta a inexistência de seixos ou fragmentos menores de rochas do Grupo Gurupi a excessão de grânulos detríticos de turmalina, comumente observados nas rochas dessa unidade. A alta percentagem volumétrica de quartzo, plagioclásio e microclina, indica ser o Complexo Basal a área fonte de maior contribuição para a rápida deposição destes arenitos impuros. Devido a essas observações, atribuiu-se provisoriamente neste trabalho uma idade eo-paleozóica.

A seguir processa-se a deposição da Formação Itapecuru que segundo MESNER, J.C. e WOOLDRIDGE (1964) é representada por sedimentos deltáicos e continentais, avermelhados e muitas vezes cinza azulados nas bacias do Maranhão e São Luís, passando no lado oeste da bacia de Barreirinhas a ter coloração mais escura, algo carbonáceos e em sua maioria deltáicos, com alguns arenitos marinhos. Em seguida interdigitam-se em direção leste com folhelhos espessos, cinza escuro, betuminosos e arenitos deltáicos da Formação Tutóia da parte leste da Bacia de Barreirinhas. Ainda, segundo esses

autores, os sedimentos Itapecuru têm uma origem muito comple xa. Nas bacias do Maranhão e São Luís a formação tem origem de baixada fluvial, planície aluvial estuarina e deltáica. Na bacia de Barreirinhas a Formação Itapecuru é principalmen te marinha e deltáica .

ACKERMANN, F.L. (1962), considera a existência no período Terciário, de oscilação negativas e positivas da crosta terrestre com mudanças do nível do mar exercendo uma grande influência sôbre o processo da sedimentação Pirabas e que o mesmo pôde observar três tipos característicos de sedi mentação. Segundo o autor acima citado, uma acentuada erosão teve início na faixa de transgressão marinha do mar de Pira bas, destruindo parte das camadas de calcário, cujas depres sões erosivas formadas, foram, posteriormente, preenchidas por outras camadas de calcário da mesma formação, camadas de areia e argila. Novas fases de erosão atuaram sobre os cal cários e argilas da Formação Pirabas, permitindo a exposição de rochas do Complexo Basal.

Logo a seguir, ainda no Terciário, processou-se a deposição do Grupo Barreiras. Considera ainda o autor uma nova oscilação, possibilitando a ação de processos erosivos atuando sobre este Grupo, permitindo, am alguns locais, a ex posição dos calcários da Formação Pirabas.

No quaternário, a contínua degradação das cama das rochosas superficiais, pelos cursos d'água, favorecem a deposição de sedimentos aluvionares.

10. GEOLOGIA ECONÔMICA

10.1 - Considerações Gerais

O mapeamento geológico, associado a estudos geoquímicos e genéticos, bem como ao cadastramento de ocorrências minerais, permitiram que se obtivesse um panorama geral da potencialidade econômico-mineral da área abrangida pelo Projeto Gurupi.

Cerca de 60 ocorrências minerais e depósitos de materiais de construção, foram cadastrados e estudados (Anexo X).

A associação das ocorrências minerais e das anomalias geoquímicas com determinadas características geológicas, tais como fraturamentos, dobramentos e a própria litologia, conduziram a seleção de duas áreas consideradas como prioritárias para trabalhos em maior detalhe (Fig. 21).

Os estudos genéticos sobre as jazidas de fosfato da ilha de Trauíra e serra do Pirocaua, forneceram parâmetros de grande importância para a prospecção de novas ocorrências daquele bem mineral.

Dentre os bens minerais encontrados na região, destacam-se o calcário, a bauxita fosforosa e o ouro, além dos depósitos de materiais de construção, cuja demanda é bastante grande quando às proximidades dos grandes centros consumidores.

Destaque-se, ainda, as associações geoquímicas de elementos, tais como Cr, Ni, Co, Mg, etc, relacionados a

rochas básico-ultrabásicas, além da associação Nb, Y e La que poderiam tender para termos alcalinos. Com relação a esta última associação, uma revisão das rochas amostradas, em secção delgada, revelou a existência de rocha alcalina na região, porém não se teve maiores informações, uma vez que já se haviam concluído os trabalhos de campo naquela área.

10.2 - Calcário

A explotação deste bem mineral, constitui a principal atividade de mineração na área do Projeto, cujos jazimentos, são tidos como pertencentes à Formação Pirabas de idade miocênica, com larga distribuição na área desde o litoral até ao sul do rio Guamá. Ocorre em forma de lentes dentro daquela formação, dificilmente aflorando no interior do continente, porém na zona litorânea, forma pequenas falésias ou terraços que se prolongam para o mar, vistos quando de maré baixa (foto 20). Destaca-se a ocorrência em frente ao Salinópolis Hotel, (JL-R-28), na estância hidromineral de Salinas, assim como, as ocorrências da praia do Atalaia (JL-R-29 e 30). Para o interior do continente, encontra-se recoberto por sedimentos mais recentes (Fig. 7).

A explotação dos depósitos de calcário existentes no Município de Capanema, área de maior ocorrência do mesmo, é feita pela Companhia do Brasil Sociedade Anônima - CIBRASA, concessionária de Decretos de Lavra, a qual utiliza-o no fabrico de cimento, com instalações montadas no km 155 da rodovia BR-316, no Município de Capanema. A lavra é feita a céu aberto (foto 21), com desmonte realizado através de maquinaria pesada, tais como tratores de esteiras,

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

GUATIPURU

BRAGANÇA

VIGIA

CAPANEMA

CASTANHAL

VIZEU

CARUTAPERA

TRAUIRA

PIRIOCAUA

GURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

BEQUIMÃO

SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO

45°30'00"

45°00'00"

43°30'00"

PROJETO GURUPI

● OCORRENCIAS DE CALCÁRIO

ESCALA 1 : 2 000 000

⚒ EM LAVRA

FIG. 7

OCEANO ATLÂNTICO

RIO MARACANÃ

PA-15

PA-14

PA-16

PA-17

PA-18

PA-19

PA-20

PA-21

PA-22

PA-23

PA-24

PA-25

PA-26

PA-27

PA-28

PA-29

PA-30

PA-31

PA-32

PA-33

PA-34

PA-35

PA-36

PA-37

PA-38

PA-39

PA-40

PA-41

PA-42

PA-43

PA-44

PA-45

PA-46

PA-47

PA-48

PA-49

PA-50

PA-51

PA-52

PA-53

PA-54

PA-55

PA-56

PA-57

PA-58

PA-59

PA-60

PA-61

PA-62

PA-63

PA-64

PA-65

PA-66

PA-67

PA-68

PA-69

PA-70

PA-71

PA-72

PA-73

PA-74

PA-75

PA-76

PA-77

PA-78

PA-79

PA-80

PA-81

PA-82

PA-83

PA-84

PA-85

PA-86

PA-87

PA-88

PA-89

PA-90

PA-91

PA-92

PA-93

PA-94

PA-95

PA-96

PA-97

PA-98

PA-99

PA-100

PA-101

PA-102

PA-103

PA-104

PA-105

PA-106

PA-107

PA-108

PA-109

PA-110

PA-111

PA-112

PA-113

PA-114

PA-115

PA-116

PA-117

PA-118

PA-119

PA-120

PA-121

PA-122

PA-123

PA-124

PA-125

PA-126

PA-127

PA-128

PA-129

PA-130

PA-131

PA-132

PA-133

PA-134

PA-135

PA-136

PA-137

PA-138

PA-139

PA-140

PA-141

PA-142

PA-143

PA-144

PA-145

PA-146

PA-147

PA-148

PA-149

PA-150

PA-151

PA-152

PA-153

PA-154

PA-155

PA-156

PA-157

PA-158

PA-159

PA-160

PA-161

PA-162

PA-163

PA-164

PA-165

PA-166

PA-167

PA-168

PA-169

PA-170

PA-171

PA-172

PA-173

PA-174

PA-175

PA-176

PA-177

PA-178

PA-179

PA-180

PA-181

PA-182

PA-183

PA-184

PA-185

PA-186

PA-187

PA-188

PA-189

PA-190

PA-191

PA-192

PA-193

PA-194

PA-195

PA-196

PA-197

PA-198

PA-199

PA-200

PA-201

PA-202

PA-203

PA-204

PA-205

PA-206

PA-207

PA-208

PA-209

PA-210

PA-211

PA-212

PA-213

PA-214

PA-215

PA-216

PA-217

PA-218

PA-219

PA-220

PA-221

PA-222

PA-223

PA-224

PA-225

PA-226

PA-227

PA-228

PA-229

PA-230

PA-231

PA-232

PA-233

PA-234

PA-235

PA-236

PA-237

PA-238

PA-239

PA-240

PA-241

PA-242

PA-243

PA-244

PA-245

PA-246

PA-247

PA-248

PA-249

PA-250

PA-251

PA-252

PA-253

PA-254

PA-255

PA-256

PA-257

PA-258

PA-259

PA-260

PA-261

PA-262

PA-263

PA-264

PA-265

PA-266

PA-267

PA-268

PA-269

PA-270

PA-271

PA-272

PA-273

PA-274

PA-275

PA-276

PA-277

PA-278

PA-279

PA-280

PA-281

PA-282

PA-283

PA-284

PA-285

PA-286

PA-287

PA-288

PA-289

PA-290

PA-291

PA-292

PA-293

PA-294

PA-295

PA-296

PA-297

PA-298

PA-299

PA-300

PA-301

PA-302

PA-303

PA-304

PA-305

PA-306

PA-307

PA-308

PA-309

PA-310

PA-311

PA-312

PA-313

PA-314

PA-315

PA-316

PA-317

PA-318

PA-319

PA-320

PA-321

PA-322

PA-323

PA-324

PA-325

PA-326

PA-327

PA-328

PA-329

PA-330

PA-331

PA-332

PA-333

PA-334

PA-335

PA-336

PA-337

PA-338

PA-339

PA-340

PA-341

PA-342

PA-343

PA-344

PA-345

PA-346

PA-347

PA-348

PA-349

PA-350

PA-351

PA-352

PA-353

PA-354

PA-355

PA-356

PA-357

PA-358

PA-359

PA-360

PA-361

PA-362

PA-363

PA-364

PA-365

PA-366

PA-367

PA-368

PA-369

PA-370

PA-371

PA-372

PA-373

PA-374

PA-375

PA-376

PA-377

PA-378

PA-379

PA-380

PA-381

PA-382

PA-383

PA-384

PA-385

PA-386

PA-387

PA-388

PA-389

PA-390

PA-391

PA-392

PA-393

PA-394

PA-395

PA-396

PA-397

PA-398

PA-399

PA-400

PA-401

PA-402

PA-403

PA-404

PA-405

PA-406

PA-407

PA-408

PA-409

PA-410

PA-411

PA-412

PA-413

PA-414

PA-415

PA-416

PA-417

PA-418

PA-419

PA-420

PA-421

PA-422

PA-423

PA-424

PA-425

PA-426

PA-427

PA-428

PA-429

PA-430

PA-431

PA-432

PA-433

PA-434

PA-435

PA-436

PA-437

PA-438

PA-439

PA-440

PA-441

PA-442

PA-443

PA-444

PA-445

PA-446

PA-447

PA-448

PA-449

PA-450

PA-451

PA-452

PA-453

PA-454

PA-455

PA-456

PA-457

PA-458

PA-459

PA-460

PA-461

PA-462

PA-463

PA-464

PA-465

PA-466

PA-467

PA-468

PA-469

PA-470

PA-471

PA-472

PA-473

PA-474

PA-475

PA-476

PA-477

PA-478

PA-479

PA-480

PA-481

PA-482

PA-483

PA-484

PA-485

PA-486

PA-487

PA-488

PA-489

PA-490

PA-491

PA-492

PA-493

PA-494

PA-495

PA-496

PA-497

PA-498

PA-499

PA-500

PA-501

PA-502

PA-503

PA-504

PA-505

PA-506

PA-507

PA-508

PA-509

PA-510

PA-511

PA-512

PA-513

PA-514

PA-515

PA-516

PA-517

PA-518

PA-519

PA-520

PA-521

PA-522

PA-523

PA-524

PA-525

PA-526

PA-527

PA-528

PA-529

PA-530

PA-531

PA-532

PA-533

PA-534

PA-535

PA-536

PA-537

PA-538

PA-539

PA-540

PA-541

PA-542

PA-543

PA-544

PA-545

PA-546

PA-547

PA-548

PA-549

PA-550

PA-551

PA-552

PA-553

PA-554

PA-555

PA-556

PA-557

PA-558

PA-559

PA-560

PA-561

PA-562

PA-563

PA-564

PA-565

PA-566

PA-567

PA-568

PA-569

PA-570

PA-571

PA-572

PA-573

PA-574

PA-575

PA-576

PA-577

PA-578

PA-579

PA-580

PA-581

PA-582

PA-583

PA-584

PA-585

PA-586

PA-587

PA-588

PA-589

PA-590

PA-591

PA-592

PA-593

PA-594

PA-595

PA-596

PA-597

PA-598

PA-599

PA-600

PA-601

PA-602

PA-603

PA-604

PA-605

PA-606

PA-607

PA-608

PA-609

PA-610

PA-611

PA-612

PA-613

PA-614

PA-615

PA-616

PA-617

PA-618

PA-619

PA-620

PA-621

PA-622

PA-623

PA-624

PA-625

PA-626

PA-627

PA-628

PA-629

PA-630

PA-631

PA-632

PA-633

PA-634

PA-635

PA-636

PA-637

PA-638

PA-639

PA-640

PA-641

PA-642

PA-643

PA-644

PA-645

PA-646

PA-647

PA-648

PA-649

PA-650

PA-651

PA-652

PA-653

PA-654

PA-655

PA-656

PA-657

PA-658

PA-659

PA-660

PA-661

PA-662

PA-663

PA-664

PA-665

PA-666

PA-667

PA-668

PA-669

PA-670

PA-671

PA-672

PA-673

PA-674

PA-675

PA-676

PA-677

PA-678

PA-679

PA-680

PA-681

PA-682

PA-683

PA-684

PA-685

PA-686

PA-687

PA-688

PA-689

PA-690

PA-691

PA-692

PA-693

PA-694

PA-695

PA-696

PA-697

PA-698

PA-699

PA-700

PA-701

PA-702

PA-703

PA-704

PA-705

PA-706

PA-707

PA-708

PA-709

PA-710

PA-711

PA-712

PA-713

PA-714

PA-715

PA-716

PA-717

PA-718

PA-719

PA-720

PA-721

PA-722

PA-723

PA-724

PA-725

PA-726

PA-727

PA-728

PA-729

PA-730

PA-731

PA-732

PA-733

PA-734

PA-735

PA-736

PA-737

PA-738

PA-739

PA-740

PA-741

PA-742

PA-743

PA-744

PA-745

PA-746

PA-747

PA-748

PA-749

PA-750

PA-751

PA-752

PA-753

PA-754

PA-755

PA-756

PA-757

PA-758

PA-759

PA-760

PA-761

PA-762

PA-763

PA-764

PA-765

PA-766

PA-767

PA-768

PA-769

PA-770

PA-771

PA-772

PA-773

PA-774

PA-775

PA-776

PA-777

PA-778

PA-779

PA-780

PA-781

PA-782

PA-783

PA-784

PA-785

PA-786

PA-787

PA-788

PA-789

PA-790

PA-791

PA-792

PA-793

PA-794

PA-795

PA-796

PA-797

PA-798

PA-799

PA-800

PA-801

PA-802

PA-803

PA-804

PA-805

PA-806

PA-807

PA-808

PA-809

PA-810

PA-811

PA-812

PA-813

PA-814

PA-815

PA-816

PA-817

PA-818

PA-819

PA-820

PA-821

PA-822

PA-823

PA-824

PA-825

PA-826

PA-827

PA-828

PA-829

PA-830

PA-831

PA-832

PA-833

PA-834

PA-835

PA-836

PA-837

PA-838

PA-839

PA-840

PA-841

PA-842

PA-843

PA-844

PA-845

PA-846

PA-847

PA-848

PA-849

PA-850

PA-851

PA-852

PA-853

PA-854

PA-855

PA-856

PA-857

PA-858

PA-859

PA-860

PA-861

PA-862

PA-863

PA-864

PA-865

PA-866

PA-867

PA-868

PA-869

PA-870

PA-871

PA-872

PA-873

PA-874

PA-875

PA-876

PA-877

PA-878

PA-879

PA-880

PA-881

PA-882

PA-883

PA-884

PA-885

PA-886

PA-887

PA-888

PA-889

PA-890

PA-891

PA-892

PA-893

PA-894

PA-895

PA-896

PA-897

PA-898

PA-899

PA-900

PA-901

PA-902

PA-903

PA-904

PA-905

PA-906

PA-907

PA-908

PA-909

PA-910

PA-911

PA-912

PA-913

PA-914

PA-915

PA-916

PA-917

PA-918

PA-919

PA-920

PA-921

PA-922

PA-923

PA-924

PA-925

PA-926

PA-927

PA-928

PA-929

PA-930

PA-931

PA-932

PA-933

PA-934

PA-935

PA-936

PA-937

PA-938

PA-939

PA-940

PA-941

PA-942

PA-943

PA-944

PA-945

PA-946

PA-947

PA-948

PA-949

PA-950

PA-951

PA-952

PA-953

PA-954

PA-955

PA-956

PA-957

PA-958

PA-959

PA-960

PA-961

PA-962

PA-963

PA-964

PA-965

PA-966

PA-967

PA-968

PA-969

PA-970

PA-971

PA-972

PA-973

PA-974

PA-975

PA-976

PA-977

PA-978

PA-979

PA-980

PA-981

PA-982

PA-983

PA-984

PA-985

PA-986

PA-987

PA-988

PA-989

PA-990

PA-991

PA-992

PA-993

PA-994

PA-995

PA-996

PA-997

PA-998

PA-999

PA-1000

RIO MARACANÃ

RIO CASTÉ

RIO GURUPI

RIO COARACI PARANÁ

RIO UNAIN

RIO PIRIÁ

RIO MARACUMÉ

RIO PERIÁ

RIO TURIAÇÚ

RIO PERICUMÃ

RIO GUAMÁ

BR-316

46°30'00"

45°00'00"

PROJETO GURUPI

● OCORRENCIAS DE CALCÁRIO

ESCALA 1 : 2.000.000

⚒ EM LAVRA

FIG. 7

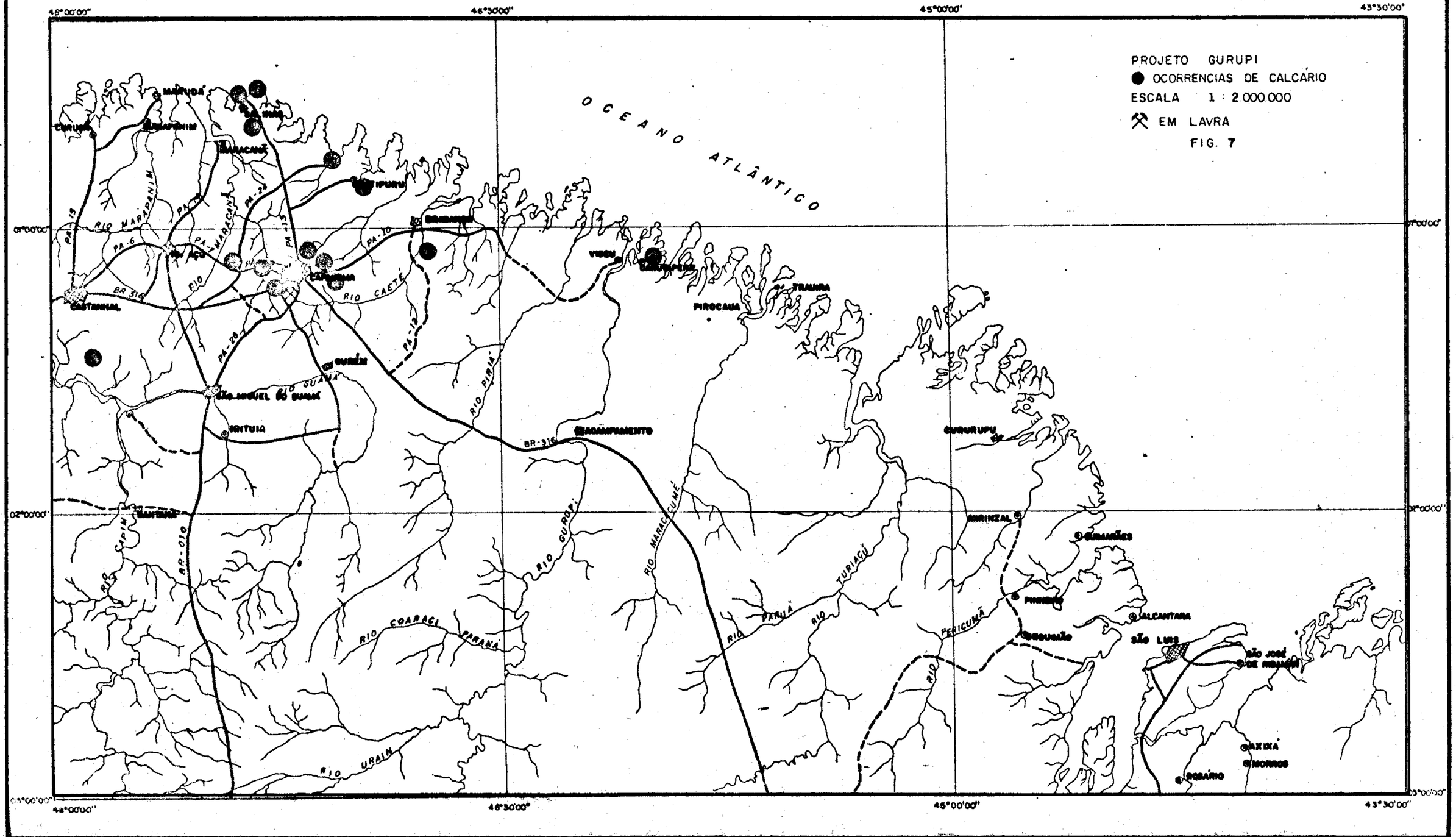


Foto 20 - Terraços formados por blocos de calcário em frente ao Hotel Salinópolis, vistos quando de maré baixa.

Foto 21 - Lavra a céu aberto em calcário da Formação Pirabas, em Capanema.

moto-escavadeiras, pás mecânicas etc. Anualmente são retiradas em torno de 1.000.000 de toneladas de calcário para emprego imediato na fabricação de cimento. Acredita-se não haver uma idéia precisa do potencial do calcário na região, dado o próprio tipo de ocorrência (lentes), que vão sendo lavradas tão logo efetuada a pesquisa.

Dentre as diversas ocorrências de calcário existentes na área do Projeto, destacam-se as seguintes:

- Em frente ao Hotel Salinópolis, na Estância Hidromineral de Salinas.
- 2 km ao Sul de Salinópolis, lado Oeste da PA-13.
- Rio Axindeua, próximo a sua foz e 6 km a montante da PA-13.
- Ao Norte da rodovia PA-46, nos barrancos de um pequeno igarapé.
- Foz do rio Japerica e 2 km a montante, na margem do mesmo rio.
- Próximo a vila de Quatipuru.
- Ao Norte do rio Quatipuru, em frente à baía de Itaperica e ao Sul a 1 km do furo de Bauni lha.
- Margem do rio Quatipuru, onde este cruza a PA-25, em frente a vila de Piabas.
- Povoado Augusto Montenegro, a 52 km de Bragança pela rodovia PA-12.
- Sítio José Cândido, 6 km a leste da Cidade de Capanema, pelo antigo ramal da estrada de ferro.
- Colônia Pedro Teixeira, 20 km ao Norte de Ca

panema, pela PA-13.

- 2 km a Leste de Capanema, na PA-25.
- 5 km a Oeste de Capanema, na BR-316.
- 7 km da Vila de Quatro Bocas, pela BR-316, em direção a Capanema.
- Duas ocorrências às margens do rio Peixe-Boi onde o mesmo cruza o antigo ramal da estrada de ferro.
- Próximo a Vila de Nova Timboteua.
- A Leste de Nova Timboteua, 2 km da margem da PA-39.
- Margem do rio Guamá em frente a Vila de Urucuriteua.
- Rio Caraparu, 10 km da Vila de Santa Izabel pela Rodovia PA-16, no povoado de Santa Quitéria.
- Rio Caraparu próximo a desembocadura, no Guamá.
- Vila de Macapazinho, 5 km ao Sul de Castanhal, pela Rodovia Castanhal-Inhangapi, PA-15, entrando-se no ramal para Macapazinho.

Durante os trabalhos de campo foi comprovada a existência de calcário, na cidade de Carutapera, aflorando em frente à cidade (foto 22). Ocorre em camadas centimétricas intercaladas com argila cinza escura, apresentando-se algo fraturado e com "box work" (foto 23).

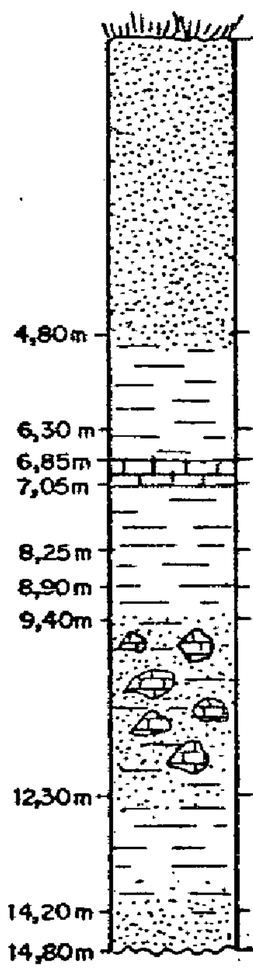
Para melhor controle da potencialidade do corpo, foi realizado um furo de sondagem cujo perfil (Fig. 8) mostra o empilhamento da seqüência Argila/Calcário.

FIG. 8

PROJETO GURUPI

FURO DE SONDA EM CARUTAPERA

PG - C - 04 - MA



SOLO ARGILOSO, GROSSEIRO, INCONSOLIDADO, ESCURO, PASSANDO GRADATIVAMENTE PARA UM ARENITO BRANCO GROSSEIRO MUITO FRIÁVEL.

ARGILA ESVERDEADO PLÁSTICA.

ARGILA, ESVERDEADA, NÃO CALCÍFERA, PLÁSTICA.

CALCÁRIO CINZA, DURO, VESICULAR.

ARGILA AMARELA, LAMINADA, POUCO CALCIFERA.

ARGILA PRETA, DE ASPECTO CARBONOSO, LAMINADA, PLÁSTICA.

MESMA ARGILA, ESCURA, CARBONOSA DO INTERVALO ANTERIOR.

INTERVALO INDEFINIDO COM BLOCOS CACÍFEROS, ARGILA VERDE E AREIA, EM UMA MISTURA INCONSOLIDADA.

ARGILA ESVERDEADA, COMPACTA, COM BLOCOS DE CALCÁRIO

MATERIAL DECOMPOSTO, PASSANDO GRADATIVAMENTE P/ UMA ROCHA DURA, BRANCA, ACINZENTADA (QUARTZO ?).

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

Foto 22 - Afloramento de Calcário da Formação Pirabas em frente da cidade de Carutapera.

Foto 23 - Detalhe da foto 22.

Sambaquis

Encontram-se na região, alguns concheiros naturais constituídos de exoesqueletos calcários de animais marinhos, entre outros braquiópodos, pelecípodos, ostráceos e crustáceos, localizados principalmente na Costa Atlântica entre Salinópolis e Quatipuru. Este tipo de material desperta interesse econômico, principalmente para a indústria de cal virgem e fertilizantes. Localmente recebe o nome de "Mina de Sernambi".

A primeira notícia da existência de concheiros na região costeira foi dada por FERREIRA PENA em 1876, em observações realizadas em inúmeros depósitos, quase sempre destruídos pela mão do homem.

Segundo DAMASCENO, B.C., 1973, tais depósitos não se formaram somente pela deposição de restos de alimentação de grupos humanos, admite também que houve deposição marinha de conchas. Em alguns concheiros foram encontrados pedaços de ossos e de cerâmica indígena, o que prova a presença de selvagens.

10.3 - Ferro

O ferro ocorre, de um modo geral, sob a forma de nódulos ou concreções lateríticas. Em amostras coletadas (VW-84 e VW-97) em Itacupim, após o processamento de análises calcográficas (ver fichas de análises anexas), as mesmas revelaram serem Hematita/Magnetita granulares bastante fraturadas (Fig. 9).

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

BEQUIMÃO

SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO

PROJETO GURUPI

● OCORRÊNCIA DE FERRO

ESCALA 1 2.000.000

FIG. 9

46°35'00"

46°00'00"

OCEANO ATLÂNTICO

RIO PIRIÁ

BR-316

RIO GURUPI

RIO MARACAÇUMÉ

RIO TURIAÇU

RIO PIRIÁ

RIO PERICUMÃ

RIO COARACI PARANÁ

RIO URAIM

46°35'00"

46°30'00"

PROJETO GURUPI

● OCORRÊNCIA DE FERRO

ESCALA 1 : 2.000.000

FIG. 9

48°00'00" 46°30'00" 45°00'00" 43°30'00"

OCEANO ATLÂNTICO

MARUDÁ
SALINAS
CURUÇÁ
MARAPANIM
MARACANÃ
QUATIPURU
BRAGANÇA
VISEU
CARUTAPERA
TRAIRA
PIROCAUA
CAPANEMA
CASTANHAL
IGARAÇU
OURÉM
SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
IRITUIA
ACAMPAMENTO
CURURUPU
SANTANA
MIRINZAL
GUIMARÃES
PINHEIRO
ALCANTARA
SOURIÃO
SÃO LUIS
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR
AXIXÁ
MORROS
ROSÁRIO

RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO CAETÉ
RIO GUAMÁ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACAÇUMÉ
RIO TURIAÇÚ
RIO PERICUMÃ
RIO CAPIM
RIO COARACI PARANÁ
RIO URAIM

PA-15
PA-20
PA-25
PA-12
PA-10
BR-316
BR-010
FM-30

Outro modo de ocorrência do ferro é como chapéu de ferro (fotos 24 e 25), a semelhança de Trauíra e Pirocaua.

Nenhuma dessas ocorrências apresentam valor econômico, sendo aqui citadas apenas com a finalidade de registro.

10.4 - Bauxita

Na área do Projeto, encontram-se grandes depósitos de bauxita, ora fazendo parte dos platôs terciários dos arredores de Paragominas, ora de serras isoladas como a do Cansa Perna, Piriá e Estirão das Antas (Fig. 10).

Esses platôs constituem elevações com poucas dezenas de metros, e são preservados pela carapaça laterítica resultante da alteração das rochas subjacentes.

Afora essas ocorrências, são encontrados também os depósitos de Trauíra, Pirocaua, Itacupim e Tromaí, objeto de maiores comentários neste trabalho, por serem ricos em fosfato.

Em virtude da existência, já comprovada, de grandes jazidas de bauxita, tanto nessa região como em outras, da Amazônia, essas ocorrências citadas, não foram objeto de maiores estudos.

10.5 - Bauxita Fosforosa

Datam de longos tempos, as notícias de bauxita

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

BEQUIMÃO

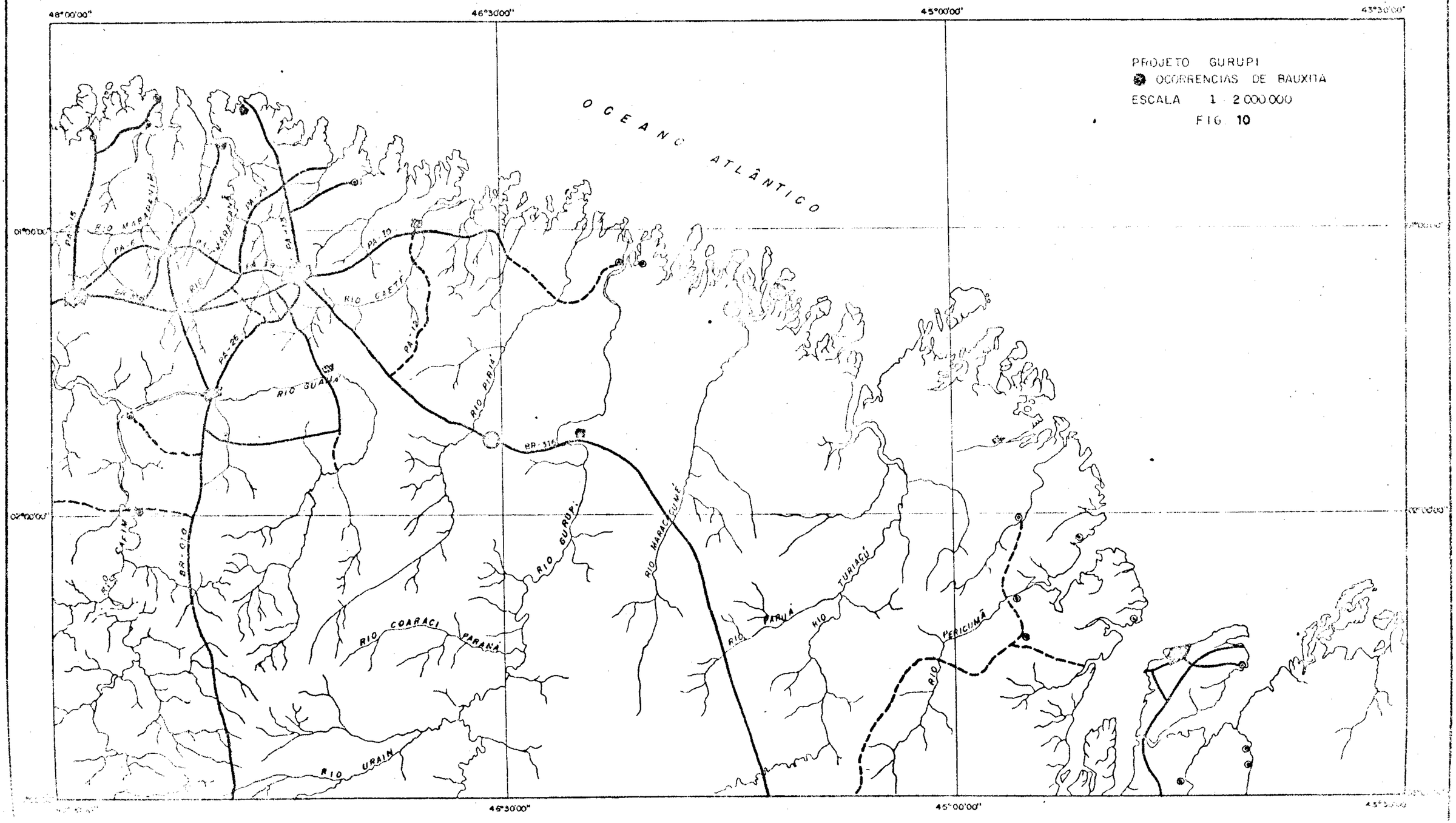
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO


PROJETO GURUPI
OCORRENCIAS DE BAUXITA
ESCALA 1 : 2.000.000
FIG. 10
OCEANO ATLÂNTICO
48°00'00"
46°30'00"
45°00'00"
43°30'00"
01°00'00"
02°00'00"
RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO CAETÉ
RIO GUAMÁ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACAÇUMÉ
RIO PARUÁ
RIO TURIAÇU
RIO PERICUMÃ
RIO COARACI PARANÁ
RIO URAIN
RIO CAFIM
BR-316
BR-010
PA-10
PA-12
PA-26
PA-15
PA-19
PA-23

PROJETO GURUPI

● OCORRENCIAS DE BAUXITA

ESCALA 1 : 2 000 000

FIG. 10

48°00'00"
46°30'00"
45°00'00"
43°30'00"
01°00'00"
02°00'00"

OCEANO ATLÂNTICO

MARUDÁ
SALINAS
CURUÇÁ
MARAPANIM
MARACANÃ
QUATIPURU
BRAGANÇA
VISEU
CARUTAPERA
TRAUIRA
PIRIÓCAIA
CAPANEMA
CASTANHAL
OURÉM
SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
IRITUIA
ACAMPAMENTO
CURURUPU
MIRINZAL
GUIMARÃES
PINHEIRO
ALCANTARA
SÃO LUIS
BEQUIMÃO
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR
AXIXÁ
MORROS
ROSÁRIO
SANTANA

RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO CAETÉ
RIO GUAMÁ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACUMÉ
RIO TURIAÇU
RIO PERICUMÃ
RIO CAPIM
RIO COARACI PARANÁ
RIO URAIM

PA-15
PA-6
PA-16
PA-23
PA-10
PA-19
PA-12
PA-26
BR-316
BR-010

Foto 24 - Chapéu de Ferro formado em Trauíra e Pirocaua.

Foto 25 - Ilha de Trauíra - Minério pisolítico.

fosforosa no litoral do Estado do Maranhão. IKISHMA, T. e TANAKADATE, K., 1932, fazem referências a esses depósitos. Em 1935, ABREU, S.F., estudou aquelas ocorrências, localizadas na serra do Pirocaua e ilha de Trauíra (fotos 26 e 27), quando se reportou sobre a sua gênese, tendo atribuído duas fases para sua formação: na primeira teria havido uma laterização da rocha eruptiva básica que forma o substrato; na segunda, a laterita teria sido fosfatada, quer pelo contato com águas termais, quer com água de circulação contendo o fosfato de apatita das rochas eruptivas, ou ainda mais provavelmente pela absorção de dejeção de aves marinhas. Este assunto já fora objeto de estudo por BRANDT, F., 1932.

SAKAMOTO et alii, 1956, apresentaram um Relatório sobre uma viagem realizada em Pirocaua e Trauíra, no qual descreve os depósitos visitados, estimando em 8.200.000 t de minério para Trauíra e 8.700.000 t para Pirocaua.

Dentre os depósitos de bauxita fosforosa do litoral do Maranhão e Pará, conhecem-se hoje: Trauíra, Pirocaua, Itacupim e Tromaí.

Conhecidos já em termos de qualidade e reserva os principais depósitos de bauxita fosforosa (Pirocaua e Trauíra), objetivou-se, na primeira fase do Projeto Gurupi, melhor elucidar o aspecto genético daqueles depósitos, a fim de se obter parâmetros que orientassem a procura dos outros, através de mapeamento mais detalhado que constituiria a segunda fase do Projeto.

Com esse objetivo foram realizados naqueles depósitos, furos estratigráficos até uma profundidade média

Foto 26 - Vista da Ilha de Trauíra

Foto 27 - Vista da serra de Piro
caua.

de 45 m (Figs. 11 a 13), furos rasos, com trado mecanizado, reamostragem de poços já existentes e levantamentos topográficos (Anexos XXVII e XXVIII).

Esboço Genético

Acredita-se que os processos de formação dos depósitos de bauxita fosforosa, ocorrentes na região costeira dos Estados do Maranhão e Pará, sejam similares, ainda que sejam diferentes as rochas geradoras das lateritas ferro-aluminosas.

Os resultados analíticos de dois furos realizados na ilha de Trauíra e serra do Pirocaua (Figs. 11 e 13) permitem que se observe, para os compostos ou elementos químicos, o seguinte comportamento:

Ilha de Trauíra

CaO: mantém-se constante na zona de intemperismo, na ordem de 1,0 - 0,1%, passando a haver um aumento contínuo em profundidade, atingindo 9,7%, na rocha matriz.

MgO: tem comportamento semelhante ao CaO.

SiO_2: aumenta continuamente, a partir dos 9,5m, iniciando com um teor de 20,3% e atingindo 46,1% na rocha matriz, intemperizada. Observe-se que na zona de lateriza ção mais intensa, este teor não passa de 1%, aumentando bruscamente para 20%, exatamente ao final da zona fosfatada.

Al_2O_3: mantém-se relativamente alto na zona de intemperismo, com uma média de 25%, diminuindo apenas próxi

mo a superfície 13%, onde predomina o Fe_2O_3 e próximo a rocha matriz, também com cerca de 13%. Porém é notória na zona de maior enriquecimento que vai aproximadamente de 9,0 m a 20,0 m. Observa-se, ainda, que na zona fosfatada esse teor é relativamente moderado.

Fe_2O_3: decresce continuamente em profundidade, partindo de 50,9% até 12,9%. Na zona enriquecida em fosfato, essa queda é mais brusca.

P_2O_5: apresenta uma zona enriquecida, variando de 28 a 12%, diminuindo continuamente em profundidade, até quase se anular.

Mn: apresenta um teor baixo e um pouco mais elevado na rocha matriz, atingindo apenas 2000 ppm.

Cr: apresentou um teor relativamente alto na rocha alterada.

Sr: apresenta um teor relativamente alto em superfície, atingindo mais que 5000 ppm, e diminuindo em profundidade.

V: semelhante ao Sr, porém atingindo um máximo de 1500 ppm.

Os demais elementos não foram comentados, por não apresentarem variações representativas.

Essas observações permitem as seguintes conclusões:

- Os teores de CaO, MgO, SiO_2, Al_2O_3 e Fe_2O_3, na rocha intemperizada, estão em conformidade com a caracterização de básica (anfibolito), porém um valor um pouco elevado de Cr e Ni, nesse nível, conduz a uma ligeira tendên

cia a ultrabásica.

- No nível de maior concentração de fosfato, existe uma relação inversamente proporcional entre o P_2O_5 e Fe_2O_3, essa relação existe também com o Al_2O_3, porém menos sensível. Isso é corroborado pela presença dos fosfatos de ferro, observados, classificados como pertencentes ao grupo Strangita e Variscita, resultado da adição de fosfato que reagiu com os compostos de ferro pré-existentes.

O baixo teor de fosfato na rocha matriz, cerca de 0,3%, exclui a hipótese de que o elevado teor de fosfato encontrado nas lateritas, cerca de 25%, seja produto de enriquecimento a partir dessa rocha, uma vez que comprovadamente, esse enriquecimento não ultrapassaria a 5 vezes o teor inicial. Observou-se, ainda, que o fosfato constitui, predominantemente, o cimento das concreções lateríticas, sugerindo mais uma vez, um enriquecimento posterior, naquele composto químico.

Restaria, portanto, duas hipóteses para a origem do fósforo, como sejam, a partir de dejectos orgânicos ou a partir das águas do mar sob condições favoráveis de precipitação. A não existência de indícios de sedimentação, o fato de admitir-se primeiramente a formação da laterita ferro-aluminosa, sem ter havido uma posterior submersão daqueles locais, leva a optar-se pelos dejectos orgânicos como fonte de fosfato. Porém contra essa hipótese, ainda existe o elevado teor de estrôncio, até acima de 5000 ppm, ocorrente nas lateritas, que parece ter sido derivado da água do mar, evidenciado pela relação Ca/Sr.

Serra do Pirocaua

Todas as observações feitas a respeito da ilha de Trauíra, são válidas para a serra do Pirocaua, exceção do comportamento de alguns elementos ou compostos químicos, cujos teores são compatíveis com a rocha matriz, que no caso seria um filito pertencente ao Grupo Gurupi.

Corroborando com a classificação desse substrato, como sendo uma rocha originalmente pelítica, tem-se teores relativamente mais elevado de Al_2O_3, cerca de 25%, de Fe_2O_3 até 38%, de Mn mais que 5000 ppm e teores bem mais baixos para MgO e CaO, sendo que em superfície, este último apresenta teores relativamente elevados.

Itacupim

Neste local não houve maiores trabalhos de campo, porém observou-se nas lateritas um teor de cerca de 13% de P_2O_5 e no anfibolito, ocorrente na base dessas lateritas, cerca de 2% de P_2O_5. Neste caso, um enriquecimento da rocha matriz poderia alcançar o teor de fosfato encontrado na laterita, porém a localização na região costeira com características semelhantes a Trauíra e Pirocaua, ainda leva a acreditar-se na contribuição externa de fosfato seja por dejectos orgânicos ou a partir de água do mar.

Tromaí

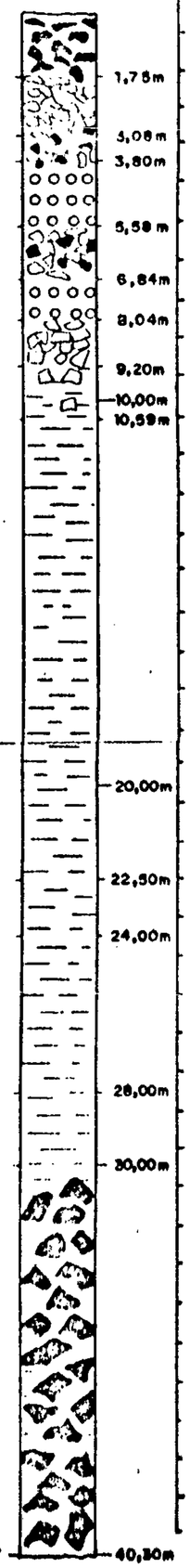
As poucas análises realizadas em amostras deste local, mostraram nas lateritas teores de até 5000 ppm para Cr e Ni e 1000 ppm de Zn, deixando antever-se a presença de

PROJETO GURUPI

FURO DE SONDA NA SERRA DO PIROCAUA

PG – SP – 01 – MA

FIG. 11



SIGLA DE AMOSTRA AS:	CaO %	MgO %	K_2O %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	P_2O_5 %	TiO_2 %	Mn ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ni ppm	Sr ppm	V ppm
01	2,8	0,1	0,02	0,7	17,8	43,6	12,4	3,8						
02B	2,0	0,1	<0,01	1,2	27,5	29,3	14,0	5,8	200	700	20	10	>5.000	1.000
03	1,0	<0,1	0,05	0,7	15,8	53,5	9,4	4,0	150	500	20	10	>5.000	700
04	0,7	<0,1	0,05	0,8	31,8	23,3	21,3	3,5	100	500	30	10	>5.000	700
05	1,4	0,2	<0,01	1,9	39,5	3,7	27,1	4,0	100	700	20	15	>5.000	700
06	1,5	<0,1	0,02	0,8	38,4	10,6	25,2	3,3						
07	1,2	0,1	0,10	0,9	27,7	26,2	18,1	4,8						
08	0,5	<0,1	<0,01	0,7	32,7	30,6	8,8	2,3						
09	0,1	<0,1	0,02	18,2	32,8	22,0	2,5	1,9	150	500	150	70	2.000	700
10	<0,1	<0,1	<0,01	27,7	30,3	21,8	0,5	2,5						
11	<0,1	0,1	<0,01	34,1	29,4	18,1	0,5	1,5						
12	<0,1	<0,1	0,02	32,4	28,2	21,6	0,5	1,9						
13	<0,1	<0,1	<0,01	34,9	29,4	19,6	0,4	1,8						
14	0,1	<0,1	<0,01	34,2	28,7	20,0	0,3	2,5	200	500	200	100	200	500
15	<0,1	<0,1	<0,01	36,0	29,3	18,3	0,3	2,3						
16	<0,1	<0,1	<0,01	35,4	29,7	19,8	0,3	1,7						
17	<0,1	<0,1	<0,01	37,5	31,8	14,3	0,3	0,8						
18	<0,1	<0,1	<0,01	37,4	31,8	14,6	0,3	2,1						
19	<0,1	<0,1	<0,01	35,2	31,9	16,2	0,3	2,1	500	200	150	100	N100	300
20A	<0,1	<0,1	<0,01	28,9	29,5	24,6	0,3	1,8						
21	0,3	<0,1	<0,01	22,9	28,2	27,0	3,8	2,0						
22	<0,1	0,1	<0,01	31,7	28,2	23,8	0,3	2,1						
23	<0,1	0,1	<0,01	28,7	26,1	26,1	0,5	2,1	2.000	300	150	200	N100	500
24	0,1	0,1	<0,01	34,5	29,5	17,4	0,3	2,1						
25	0,1	<0,1	<0,01	30,3	26,1	24,7	0,4	2,7						
26A	0,1	<0,1	<0,01	31,1	26,9	23,4	0,4	3,4						
27	<0,1	<0,1	<0,01	28,7	26,1	26,8	0,4	3,1	1.000	200	200	300	N100	700
28	0,1	<0,1	<0,01	28,9	25,3	27,1	0,6	2,1						
29	<0,1	<0,1	<0,01	32,3	28,2	19,1	0,4	2,8						
30	<0,1	<0,1	<0,01	31,1	27,7	25,6	0,4	2,5						
31	<0,1	<0,1	<0,01	23,1	25,3	36,2	0,5	2,3						
32	<0,1	<0,1	<0,01	32,6	28,0	22,9	0,4	1,0						
33	<0,1	<0,1	<0,01	24,6	17,5	45,1	0,5	1,0						
34	<0,1	<0,1	<0,01	23,9	22,9	39,7	0,4	1,1						
35	<0,1	<0,1	<0,01	20,3	21,2	43,8	0,8	1,6						
36	<0,1	<0,1	<0,01	19,5	20,4	46,3	1,8	1,8						
37	<0,1	0,1	<0,01	26,2	24,6	33,9	1,9	1,9	2.000	200	200	200	N100	500
38A	<0,1	0,1	<0,01	23,6	21,6	38,3	1,4	1,4	2.000	200	300	300	N100	700
39	<0,1	0,1	0,18	24,2	22,5	37,3	1,5	1,5	>5.000	100	200	150	N100	300
40	<0,1	<0,1	<0,01	34,8	29,5	16,6	3,8	3,8	1,500	150	200	150	N100	500

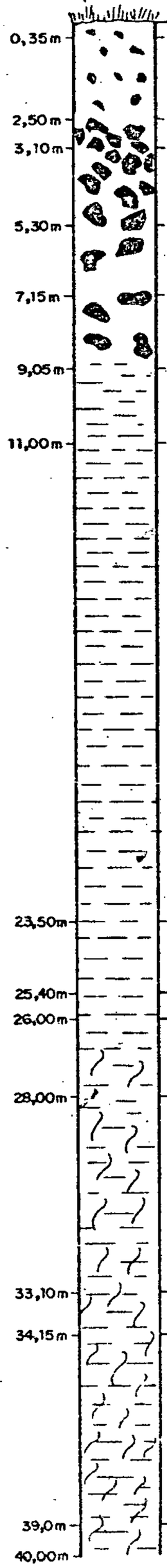
CONVENÇÕES

- CONCREÇÕES LATERÍTICAS CIMENTADAS POR FOSFATO DE ALUMÍNIO.
- BAUXITA FOSFOROSA COM CONCREÇÕES LATERÍTICAS.
- TRANSIÇÃO DA BAUXITA PARA UMA ROCHA ALTERADA, ARGILOSA, FINALMENTE LAMINADA.
- MATERIAL DE ASPECTO LATERÍTICO, GROSSEIRO, COM ARGILA ARROXEADA.
- BAUXITA FOSFOROSA MUITO POROSA DE CÔR AMARELADA.
- ROCHA ESBRANQUIÇADA POROSA, MUITO LEVE, ORGÂNICA.
- ROCHA ALTERADA, ARGILOSA, LAMINADA, ARROXEADA, ALTERAÇÃO DE FILITO (?).

FIG. 12

PROJETO GURUPI
FURO DE SONDA NA ILHA DA TRAUÍRA

PG. - IT - 02 - MA



0,35m – ROCHA POROSA ESBRANQUIÇADA COM AUMENTO GRADATIVO DE PISOLITO FERRUGINOSO.

ROCHA CONSTITUIDA DE PISOLITOS FERRUGINOSOS CIMENTADOS POR FOSFATO DE ALUMÍNIO E PRESENÇA DE MINERAL VERDE COM CAVIDADE.

2,50m

CONC. LAT. IRREGULARES C/ MAIORES CAVIDADES, MAIS RICA EM MIN. SEC. SEM CIMENTO FOSFATICO.

3,10m

IDÊNTICA AO INTERVALO ANTERIOR, POREM MAIS POROSA.

5,30m

CONCREÇÕES LATERITICAS IRREGULARES CIMENTADAS POR FOSFATO DE ALUMÍNIO MUITO POROSO COM CAVIDADES APRESENTANDO MATERIAL GRANULADO.

7,15m

PREDOMINÂNCIA DE CIMENTO FOSFATICO SOBRE AS CONCREÇÕES LATERITICAS, COLORAÇÃO MARRON A CINZA.

9,05m

ROCHA ARGILOSA ALTERADA FINAMENTE LAMINADA, DE CÔR AVERMELHADA.

11,00m

INTERVALO SEMELHANTE DO ANTERIOR, COLORAÇÃO AVERMELHADA.

23,50m

ROCHA ARGILOSA ALTERADA, DE COLORAÇÃO AMARELADA.

25,40m

INTERVALO INDENTICO AO ANTERIOR COLORAÇÃO PASSANDO A AMARELADO

26,00m

ROCHA INTEMPERIZADA DE COLORAÇÃO MARRON CLARA E ARROXEADA, AUMENTO DE XISTOSIDADE, GRÃOS DE QUARTZO FINO E FELDSPATOS CAULINIZADOS.

28,00m

ROCHA ALTERADA, DE COLORAÇÃO ARROXEADA, ALGO FRATURADA, XISTOSA, FELDSPATO CAULINIZADO E MINERAIS LAMINARES MARRONIZADOS.

33,10m

INTERVALO IDENTICO AO ANTERIOR.

34,15m

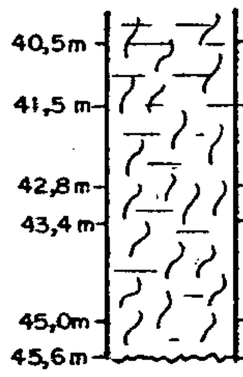
ROCHA AMARELADA A MARRON, INTEMPERIZADA, FRATURA COM MANCHA DE FELDSPATO, CAULINIZADO E COM XISTOSIDADE INCIPIENTE.

39,0m

40,00m – ROCHA MARRON, COM FRATURA POR VEZES PREENCHIDAS COM ÓXIDO DE FERRO, CONTENDO FELDSPATOS

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA - COSTA J. L. ET ALII, 1975.

FIG. 12



40,5m — E MIN. MÁFICO ALTERADO, APRESENTANDO, PEQUENA LENTE ARGILOSA ACOMPANHANDO FRATURA C/ MIN. VERDE.

41,5 m — ROCHA MARRON ESBRANQUIÇADA, CAULINIZADA RICA EM FELDSPATO COM MINERAL VERDE E TEXTURA ORIGINAL, FRATURADA.

ROCHA MARRON A VERDE CLARO COM FRATURAS PREENCHIDAS POR ÓXIDOS DE FERRO OU MINERAL VERDE, COM RIPAS DE PLAGIOCLÁSIO BRANCAS E ALTERADAS, PRESERVANDO TEXTURA ORIGINAL.

42,8m — IDEM. IO ANTERIOR

43,4 m — ROCHA DE COLORAÇÃO ESVERDEADA, INTEMPERIZADA COM TUXTURA FANERÍTICA MÉDIA, EQUIGRANULAR.

45,0m — SEM RECUPERAÇÃO

45,6m

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

PROJETO GURUPI

FURO DE SONDA NA ILHA DA TRAUÍRA

PG — IT — 03 — MA

FIG. 13

PERFIL	PROF.	SIGLA DE AMOSTRA AS:	CoO %	MgO %	K_2O %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	P_2O_5 %	TiO_2 %	Mn ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ni ppm	Sr ppm	V ppm
		86A	0,7	0,1	<0,01	0,6	13,5	50,9	1,0	1,0	100	500	150	15	2.000	1.000
	1,00m	87	0,6	<0,1	<0,01	0,9	9,9	63,9	0,8	0,8	150	300	100	20	500	1.500
		88	0,7	<0,1	<0,01	0,7	12,3	59,3	0,8	0,8	–	–	–	–	–	–
	3,20m	89	1,2	<0,1	<0,01	0,6	17,2	40,6	1,7	1,7	–	–	–	–	–	–
		90	1,0	<0,1	<0,01	0,3	16,7	38,9	1,9	1,9	–	–	–	–	–	–
	5,40m	91A	1,7	0,1	<0,01	0,3	20,5	24,7	28,4	2,6	100	300	20	10	>5.000	150
		92	1,0	0,1	<0,01	0,4	21,5	28,0	25,6	1,3	150	700	70	10	2.000	700
		93	0,9	0,2	<0,01	1,1	28,5	13,6	26,9	1,5	–	–	–	–	–	–
	9,50m	94	0,8	<0,1	0,12	20,3	30,3	13,6	12,7	1,7	–	–	–	–	–	–
		95	1,0	<0,1	0,12	33,1	30,8	12,2	3,8	2,1						
	10,00m	96	0,3	<0,1	0,16	33,3	28,3	19,3	1,2	1,6	500	700	200	100	2.000	200
		97	0,2	<0,1	0,19	32,7	28,7	19,4	0,8	1,5						
		98	0,3	<0,1	0,21	34,9	30,3	18,2	0,8	1,4						
		99	0,4	0,1	0,33	34,0	29,6	19,7	1,0	1,4						
		100	0,3	0,1	0,28	33,8	29,1	20,2	1,0	1,4						
		101	0,2	<0,1	0,35	33,6	28,7	20,5	0,7	1,3	500	500	200	150	1.000	300
	18,00m	102	0,1	<0,1	0,10	33,4	27,8	23,1	0,4	1,4						
		103	0,1	<0,1	<0,01	34,3	28,0	20,6	0,3	1,5						
		104	0,3	<0,1	0,03	33,4	28,4	21,6	0,9	1,6						
		105	0,3	<0,1	0,02	33,0	28,0	21,6	0,9	2,0						
	20,00m	106	0,2	<0,1	<0,01	33,7	28,2	21,0	0,8	1,6	300	700	150	50	1.000	500
		107	0,1	<0,1	0,31	33,4	27,5	22,4	0,6	1,4						
	21,10m	108	0,2	<0,1	0,01	34,7	29,3	20,0	0,7	1,6						
		109	0,1	<0,1	0,06	32,1	27,5	24,5	0,6	1,6						
		110	0,1	<0,1	0,12	33,8	28,9	21,8	0,5	1,5						
		111	0,2	<0,1	<0,01	31,2	27,0	25,2	0,8	1,3	700	500	500	150	500	300
		112	0,2	0,2	0,73	31,8	26,4	24,6	0,8	1,5						
		113A	0,1	0,2	0,15	34,7	27,0	21,8	0,8	1,4						
		114	0,1	0,2	0,97	33,6	25,4	24,5	0,6	1,3						
		115	0,1	0,2	0,97	41,6	24,9	18,8	0,5	1,3	500	700	200	150	200	300
	30,00m	116	<0,1	0,3	0,13	41,2	22,3	21,8	0,4	1,3						
		117	0,1	0,3	1,40	46,5	23,2	15,6	0,3	1,3						
		118	0,1	0,3	1,15	50,4	22,3	14,4	0,3	1,1						
		119	0,3	0,3	1,09	49,7	23,6	13,3	0,3	1,3						
		120	<0,1	0,6	0,42	44,9	22,3	19,3	0,3	1,3	500	500	150	100	N100	300
	35,00m	121	<0,1	0,3	0,94	43,3	21,2	21,5	0,3	1,3						
		122	0,1	0,6	1,57	52,4	20,8	12,4	0,3	0,9						
		123	0,1	0,6	1,03	44,4	20,0	20,8	0,5	1,3						
		124	0,2	0,8	1,09	62,5	17,1	8,5	0,2	0,8						
	38,60m	125A	0,6	2,5	0,88	49,6	19,2	11,8	0,7	0,9	300	300	150	300	N100	500
	40,00m	126	4,8	4,4	0,21	52,4	15,7	9,4	0,4	1,0						
		127	4,9	3,8	1,03	51,5	15,6	10,1	0,4	0,9	700	700	150	500	500	300
	42,44m	128	7,0	7,8	0,91	50,3	14,3	10,9	0,3	0,8	1,500	700	500	300	500	300
		129	9,1	12,4	0,69	49,2	14,0	9,6	0,2	0,8	2.000	1.000	500	300	500	300
	43,90m	130	9,7	9,7	0,33	46,1	13,2	12,9	0,3	0,8	2.000	700	200	200	500	300
	45,30m															

CONVENÇÕES

- PISOLITOS FERRUGINOSOS CIMENTADOS POR ROCHA FOSFÁTICA BRANCA MUITO POROSA.
- ROCHA FOSFÁTICA BRANCA, POROSA, COM PISOLITO FERRUGINOSO.
- ARGILA AMARELO AVERMELHADA PLÁSTICA MISTURADA COM LATERITA.
- MESMA ARGILA CAULINIZADA COM FINOS FRAGMENTOS DE QUARTZO.
- ROCHA DURA, ESVERDEADA, CAULINIZADA, COM CARACTERÍSTICAS DE ANFIBOLITO.
- ROCHA LATERÍTICA COM POUCO CIMENTO FOSFÁTICO, TAMBÉM MUITO POROSA.
- PREDOMINÂNCIA DE PISOLITOS FERRUGINOSOS SOBRE ROCHA FOSFÁTICA POROSA.
- ARGILA ARROXEADA, PLÁSTICA, LAMINADA, MICÁCEA RESULTANTE DA PROVÁVEL ALTERAÇÃO DE FILITO.
- MESMO MATERIAL, AMARELO ESVERDEADO, RICO EM QUARTZO E EPÍDOTO.

um substrato básico-ultrabásico. O fosfato ficou entre 15 e 21%. Não se pode aqui, opinar seguramente quanto a origem do fósforo, uma vez que não foi encontrada e por conseguinte analisada a rocha matriz.

Por todos os fatos analisados acredita-se ter havido a seguinte seqüência de eventos para a formação daquelas bauxitas fosforosas da região costeira:

- Formação de laterita ferro-aluminosa independente do tipo de rocha do substrato.

- Acumulação de dejectos orgânicos ou sedimentos marinhos, sobre aquelas lateritas.

- Solubilização do fosfato e conseqüente fosfatização das lateritas.

10.6 - Fosfato

Na BR-316 foram localizadas ocorrências de fosfato, na Vila de Santa Luzia e Rodovia PA-12. Essas ocorrências (Fig. 14) são de pequena distribuição areal e estão, de um modo geral, relacionadas a falhamentos. Na ocorrência da PA-12, distante 1 km do entroncamento com a BR-316, observa-se uma considerável quantidade de brechas de falha sugerindo um falhamento de direção N60°.

A área mineralizada situa-se geologicamente no Grupo Gurupi, por vezes coberto por sedimentos terciários do Grupo Barreiras (Fig. 15).

Nos poços e trincheiras abertos para prospecção preliminar, as amostras coletadas foram analisadas qualita-

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

ALCANTARA

BEQUIMÃO

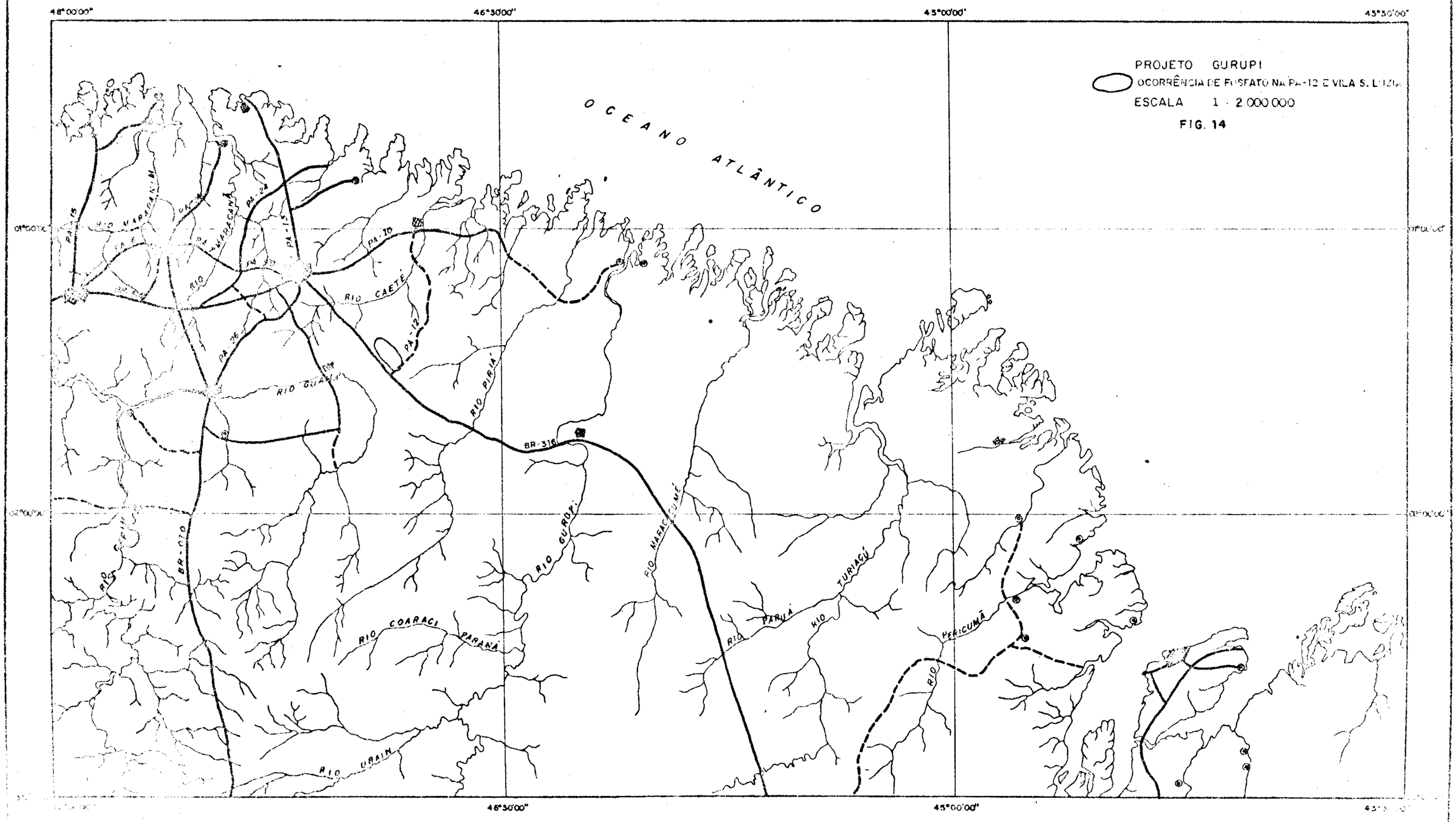
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXA

MORROS

ROSÁRIO



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

PROJETO GURUPI

OCORRÊNCIA DE FOSFATO NA PA-12 E VILA S. LUZIA

ESCALA 1 : 2.000.000

FIG. 14

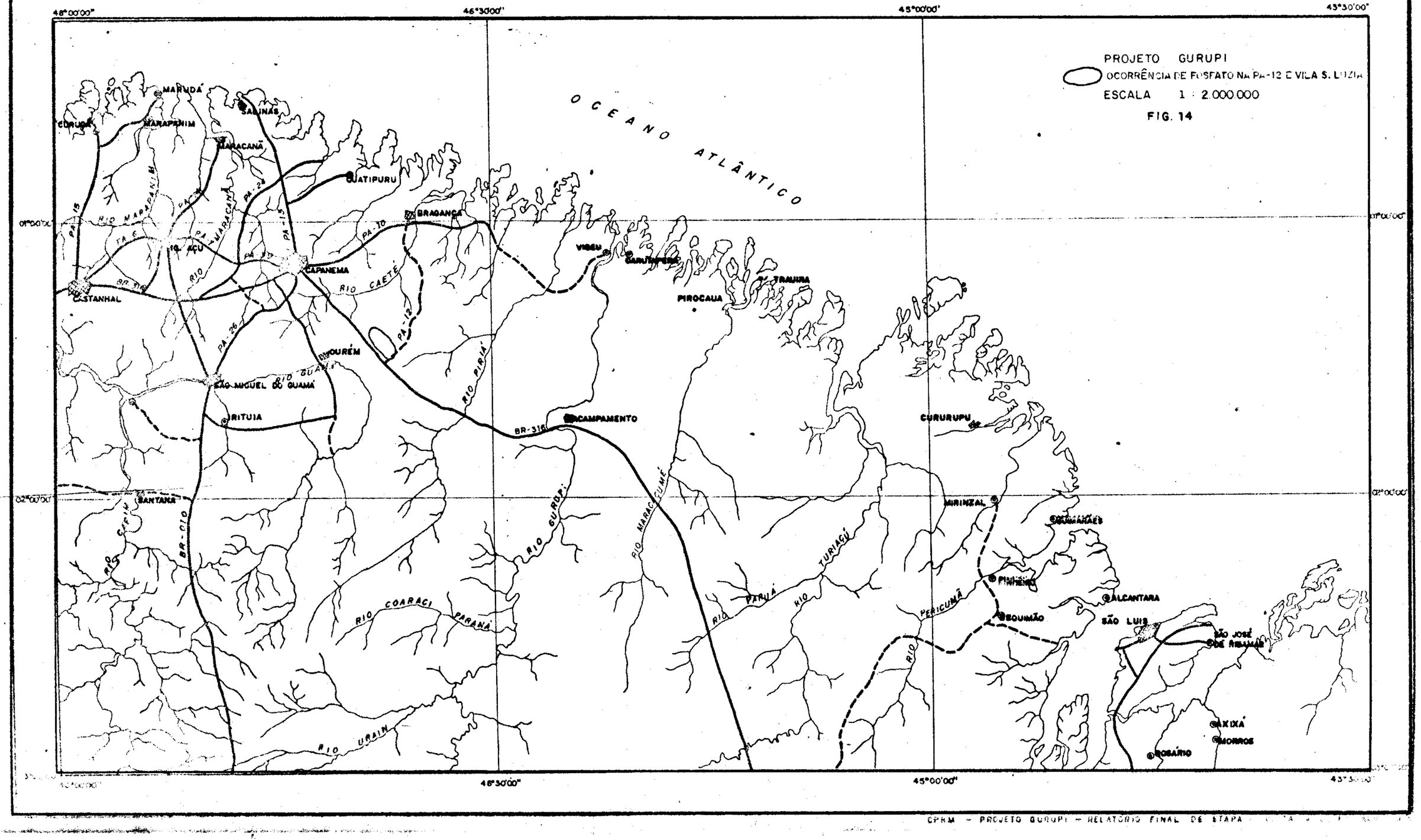
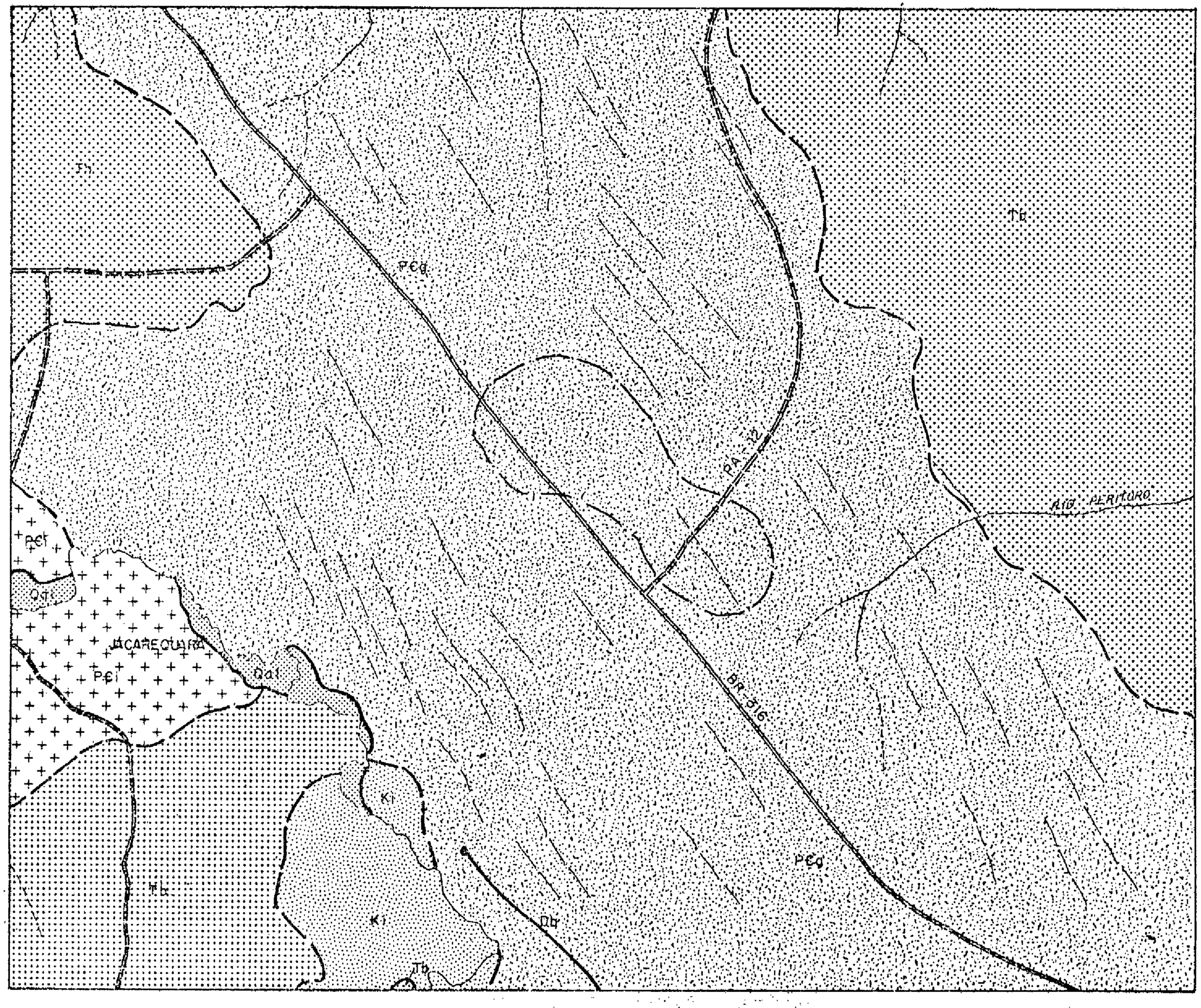


Fig. 15

ESBOÇO GEOLÓGICO



LEGENDA

- Qal — Aluviões
- Tb — Grupo barreiras
- K1 — Formação Itapecuru
- PCg — Grupo gurupi
- PCi — Complexo Basal
- Zona de fosfato
- Db — Dique de diabasio
- Alinhamento
- Contatos geológicos
- Rio e igarapés
- Estrada principal
- Estrada secundaria

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
EM JANEIRO DE 1975
NM NG
17°16'
VARIAÇÃO ANUAL
6' W

ESCALA 1: 250.000

CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

tivamente e posteriormente quantitativamente, naquelas cujos indícios de fosfatização foram evidenciados. Essas ocorrências estão associadas a um quartzo-biotita-xisto (Análise petrográfica 01) de coloração escura, algo intemperizado (JL-R-3).

Os resultados apresentados no Boletim 07/LQB, são referentes as amostras cujos testes iniciais para fosfato, acusaram a presença deste radical. Observa-se uma maior concentração de fosfato na amostra JL-R-01 (23,27% P_2O_5) a qual faz parte do afloramento principal (vide resultado de análise). Nota-se um decréscimo acentuado do teor de P_2O_5 em profundidade. Submetida a exame por Difração de Raio-X, a amostra GR-R-01 foi identificada como Grandalita.

O alinhamento de algumas ocorrências, segundo prováveis direções de fraturas, sugerem duas hipóteses para a formação de fosfato.

- Enriquecimento de leitos do Grupo Gurupi já com um certo conteúdo de fosfato, através de águas pluviais, percoladas através das fraturas.

- Precipitação de fosfato por soluções hidrotermais, cuja fonte de fósforo seria como no caso anterior camadas enriquecidas em apatita, em profundidade. A forma bem cristalizada e o tamanho dos minerais (cerca de 5 cm), sugerem que esta seja a hipótese mais viável.

Nenhuma dessas ocorrências apresenta perspectivas de economicidade, dada as suas limitadas proporções, a menos que se venha a detectar, no Grupo Gurupi, uma camada com conteúdo apreciável de fosfato, no caso de serem verda

CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM
LABORATÓRIO DE QUÍMICA

Boletim: 07-IQB-75
Memo.Exp.:11-IQB-75

NATUREZA: Rochas
Nº DE AMOSTRA: 31 (Trinta e uma)
INTERESSADO: Projeto Gurupi - CC. 1522.210
PROCEDÊNCIA: RODOVIA PA-12
REFERÊNCIA: FEA 01/DGR/75
ANÁLISE: Quantitativa para P_2O_5 e Análise Termo Diferencial

RESULTADO DA ANÁLISE

Primeiramente foi efetuado o teste para fosfato em todas as amostras encaminhadas, tendo sido positivo em 14 (quatorze).

AMOSTRA	P_2O_5	AMOSTRA	P_2O_5(%)
T-JL-1a	0,28	P-JL-5b	0,15
T-JL-2a	0,62	P-JL-6a	0,05
T-JL-2b	1,36	P-JL-8	0,29
P-JL-2B	0,15	P-JL-9	0,46
P-JL-2a	0,11	T-JL-1d	1,98
JL-R-1	23,27	T-JL-1c	2,61
P-JL-4	0,09	T-JL-2c	2,18

A análise Termo Diferencial da amostra P-JL-4 acusou a possível presença de argilo minerais do grupo da caulinita . Esta análise foi efetuada em aparelho termo analisador Eberbach, modelo portátil, nas condições especificadas no termograma anexo.

As anotações do Eberbach, assim como os gráficos foram feitos pelo Auxiliar de Laboratório Leonel de Souza Neves.

Belém, 14 de julho de 1975

DENISE CORRÊA LOBATO
Quím.Ind. CRQ 6ª região Cart. 97-S

deiras as hipóteses acima mencionadas.

10.7 - Ouro

Este metal foi encontrado pela primeira vez em 1818, quando o Desembargador Cerqueira encontrou uma ocorrência no local denominado Pirocaua, na margem esquerda do rio Maracaçumé. A partir desta data, o ouro vem sendo explorado desordenadamente, através da empírica garimpagem, já comprovadamente predatória (foto 28).

Algumas tentativas no sentido da introdução do emprego de uma lavra mecanizada foram feitas, como por exemplo, mediante a criação da Companhia de Mineração Maranhense - CMM, em 1854, tendo como sócios principais CÂNDIDO MENDES DE ALMEIDA e os irmãos ROCHA MIRANDA. A CMM teria como campo de ação a localidade denominada "Montes Áureos", ficando posteriormente a "Brazilian Gold Mining Co", firma inglesa, com a responsabilidade do empreendimento.

Em 1865, a Companhia inglesa teve o mesmo destino da sua antecessora, abandonando a região. Outras tentativas foram feitas, com a finalidade de um aproveitamento das jazidas do rio Gurupi, redundando também em fracassos, seja pelo pouco conhecimento da região, ou pela presença dos índios Urubus, temíveis tribos que habitavam na área. Com isso, houve a predominância do sistema de garimpagem até os dias atuais.

Os depósitos de ouro da região do Gurupi, segundo GLYCON DE PAIVA e CAPPER DE SOUZA, estão classificados em três tipos: jazidas filoneanas, coluviões de piemonte e

Foto 28 - Vibrador primitivo, conhecido na região pelo nome de "Máquina".

placeres marinhos.

As jazidas filoneanas são vieiros de quartzo auríferos que preenchem as cavidades das encaixantes, representadas, de um modo geral, pelos filitos do Grupo Gurupi.

As coluviões de piemonte são depósitos detríticos em que predominam o comprimento e a largura sobre a espessura da zona mineralizada, formados "in situ" ou pouco transportados.

As jazidas de ouro placeriano, localizadas próximo ao litoral, na zona de influência das marés, são os Placeres Marinhos. Nestas, o cascalho aurífero encontra-se recoberto por uma camada estéril, com espessura entre 1,5 a 3 m, repousando sobre um "bed rock" de gnaisse ou xisto, muito decompostos. Este tipo de jazimento é o mais comum na região.

Dentre os garimpos mais antigos, destacam-se: Montes Áureos, Macacos, Alegre, Mangerona, Turiaçu e Aurizona. Com início de atividades mais recentes, salientam-se: Chega Tudo, Mina da Colherada, Mina do Mestre Antonio, Mina do Roncador, Mina do Mestre Chico, Mina Nicote, Mina do Genipapo, Mina Califórnia, Mina da Barriguda, Mina Pedro Pereira, Mina Manjaca, São Lourenço, Mina Branca, Mina Bom Caminho, Mina do Pirão Seguro, Mina Madalena, Mina Juiz de Fora, Mina Conceição, Mina Nova e Mina de Piabas (Fig. 16).

No garimpo do Alegre, observou-se veios de quartzo aurífero, tendo como encaixante um filito (?) bastante alterado, de cor avermelhada, constituindo a mineralização primária. A mineralização secundária está representa

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

BEQUIMÃO

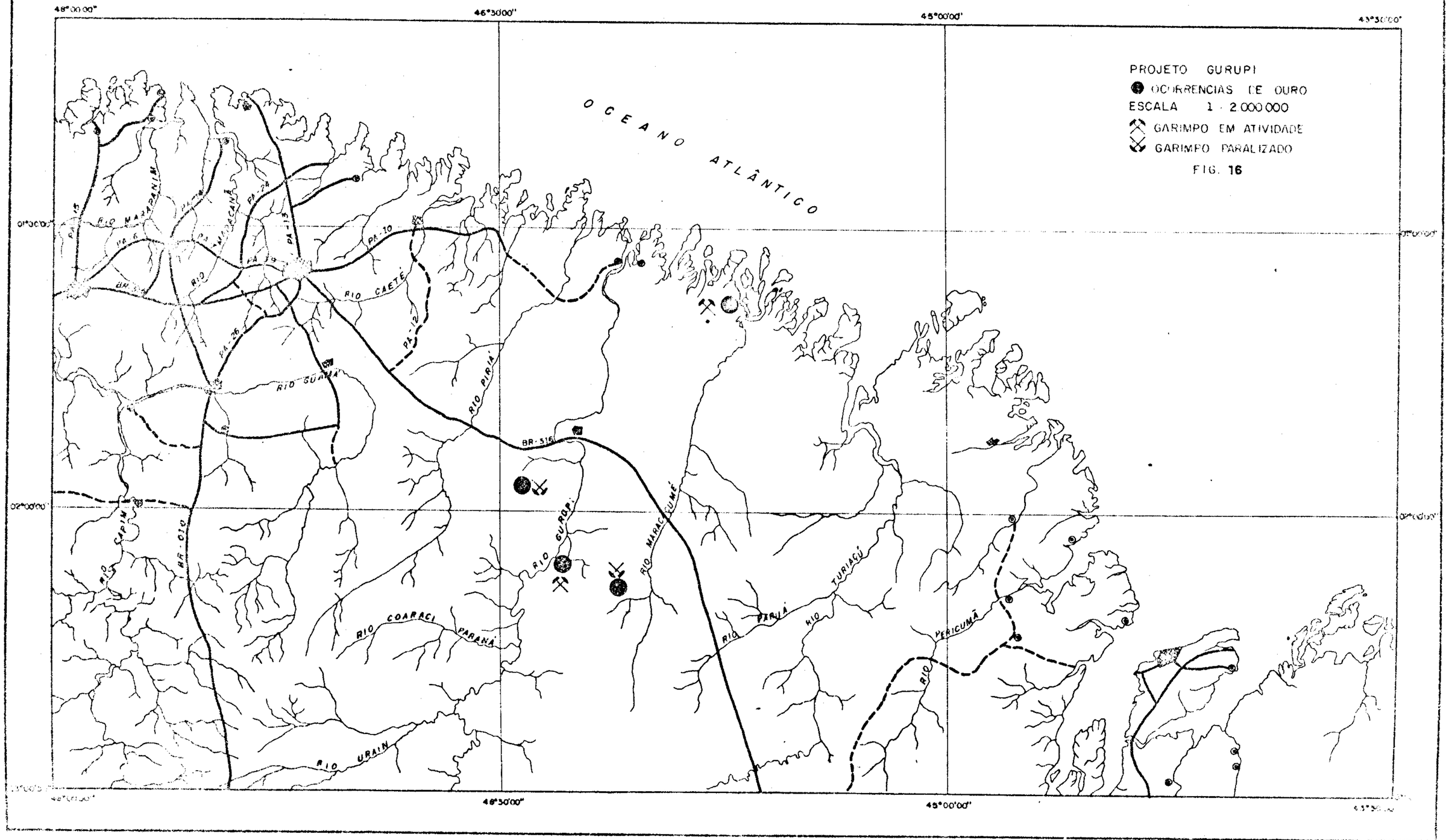
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

48°00'00"
46°30'00"
45°00'00"
43°30'00"
0°30'00"
0°00'00"
2°00'00"
3°00'00"

PROJETO GURUPI
● OCORRENCIAS DE OURO
ESCALA 1 : 2.000.000
GARIMPO EM ATIVIDADE
GARIMPO PARALIZADO
FIG. 16

OCEANO ATLÂNTICO

MARUDÁ
SALINAS
CURUÇÁ
MARAPANIM
MARACANÃ
GUATIPURU
BRAGANÇA
VISEU
CARUTAPERA
TRAIRA
PIRÓCRUZ
CASTANHAL
CAPANEMA
IGARAÇU
OURÉM
SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
IRITUIA
ACAMPAMENTO
GURUPI
SANTANA
MIRINZAL
GUIMARÃES
PINHEIRO
ALCANTARA
SÃO LUIS
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR
BOMJARDIM
AXIXÁ
MORROS
ROSÁRIO

RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO CAETÉ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACAÇUMÉ
RIO TURIAÇÚ
RIO PARUÁ
RIO PERICUMÃ
RIO CAPIM
RIO COARACI PARANÁ
RIO URAIM

PA-15
PA-6
PA-9
PA-14
PA-28
PA-10
PA-12
PA-26
BR-316
BR-010

da por um nível de cascalho que, segundo informações ver bais, foi a fonte mais importante do ouro da região. Esse nível de cascalho ocorre a profundidade que varia, desde 0,50 m até 10 m.

Na Mina do Chorão, o quartzo de veio apresenta-se extremamente fraturado, com as fraturas preenchidas por óxidos de Fe. A direção aproximada desse veio é N20°E (medição realizada com reservas, pois o material pode estar deslocado) e sua possança é estimada em 0,80 m.

No interflúvio Gurupi-Maracaçumé, distante 10km da margem direita do rio Gurupi, situa-se o garimpo do Chega Tudo, englobado nas áreas de pesquisa da Mineração Arapiranga.

Nesse local, verificou-se que o Grupo Gurupi constitui a formação rochosa regional, sendo representado por metassedimentos de baixo grau metamórfico, notadamente micaxistos (clorita e sericita-xistos), filitos e quartzitos (foto 29). Os quartzitos parecem recobrir os filitos e subjacentes a estes, foi observada uma provável rocha meta vulcânica (meta riolito ?) semelhante àquela que ocorre na ilha do Chatão.

Ainda nesse local, observou-se que o veio de quartzo aurífero ocorre encaixado no filito alterado, concordantemente com a foliação da rocha.

O filito acha-se fortemente dobrado, com direção geral NW e mergulho para SW.

A orientação do veio de quartzo é aproximadamen

Foto 29 - Garimpo do Chega Tudo - Filitos e Quartzitos do Grupo Gurupi.

te: N30°/40°W - 85°SW e sua possança máxima é de 0,80 m.

O quartzito, que também ocorre no local, possui coloração cinza e apresenta-se extremamente piritoso. Foi também observado o veio de quartzo no contato filito-quartzito.

Na região do garimpo do Chega Tudo, o ouro além de ser encontrado disseminado nos veios de quartzo, ocorre também disseminado no eluvião constituído pela decomposição dos filitos do Grupo Gurupi.

Nas jazidas filoneanas da região circunvizinha a serra do Pirocaua, o quartzo aurífero encontra-se fraturado e ocupando os vazios de uma rocha de estrutura foliada. O intemperismo químico foi responsável aí por uma intensa laterização, fazendo com que o ouro, o ferro e a sílica migrassem e se precipitassem posteriormente, formando depósitos secundários de ouro, lavrados com bastante proveito. O ferro é encontrado comumente como nódulos limoníticos e cangas; o ouro apresenta pepitas com sinais de acréscimo ou corrosão. Na Mina Nova (foto 30), os veios variam muito em espessura, sendo encontrados de 2 a 40 cm. Incrustações de ouro no quartzo foram verificadas.

As coluviões de piemonte não foram encontradas na região, enquanto que os Placeres de Marinha, como já foi mencionado, encontram-se situados na zona de influência da preamar. São provavelmente aluviões de paleo-drenagens, tratadas pelas marés. A este tipo de jazimento pertencem a maioria dos garimpos desta região, tais como o do Japó, Piabas, Genipapo, Juiz de Fora, Colherada, Nicote, Barriguda, Pirão Seguro, entre outros.

Foto 30 - Mina Nova - "barranco" de
10 m de altura.

Os trabalhos de reconhecimento realizados na região em apreço, não permitiram qualquer avaliação em termos de reservas auríferas, mesmo porque, não foi possível se obter informações quanto a concentração do ouro, em quaisquer de suas formas de ocorrência. No entanto, a vasta distribuição deste metal permite antever-se um potencial bastante promissor em termos de reservas auríferas, na região abrangida pelo Projeto Gurupi. Trabalhos específicos e prolongados seriam necessários para se comprovar aquele potencial.

10.8 - Materiais de Construção

10.8.1 - Cascalho

De um modo geral, os depósitos de cascalho, encontrados na região, estão situados nos rios Guamá, Quatipuru e Piriá, em uma faixa de ocorrência de direção NE-SW, aproximadamente. São tidos como economicamente exploráveis, levando-se em consideração suas dimensões. Como fonte geradora desse material, consideram-se as rochas do complexo cristalino que afloram na região, bem como os veios de quartzo fraturados, encontrados nos filitos pertencentes ao Grupo Gurupi.

Segundo DAMASCENO, B.C., 1973, esses depósitos são considerados de idade quaternária, produzidos por retrabalhamento do Grupo Barreiras, intercalados em sedimentos pós-Barreiras. São encontrados, ora formando os depósitos lavados, das faixas marginais dos rios, ora incorporados numa matriz areno-argilosa, formando camadas que variam de 10 a 30 cm de espessura, por sua vez, intercalada em sedimentos areno-argilosos de coloração laranja amarelada a creme.

Tal fato é observado próximo à entrada da Cidade de Bragança, na rodovia PA-25, entre a ponte sobre o rio Quatipuru e a entrada do ramal para Mirasselvas, bem como na Pará-Maranhão, próximo à ponte sobre o rio Caeté. Nas proximidades da Vila de São Miguel do Guamá, existe um pequeno depósito, explorado por empresas de terraplanagem e pavimentaçao de estradas. Algumas ocorrências são encontradas às proximidades da Vila de Ourém e outras entre o rio Maracaçumé e o povoado de Zé Doca, na rodovia BR-316 (Fig. 17).

Na rodovia PA-25, entre o rio Quatipuru e o ramal para a Vila de Mirasselvas, o cascalho abrange uma área de 100 x 200 metros, sendo utilizado para consolidação de zonas alagadas da estrada. Apresenta-se como uma fina camada, acima da qual encontram-se 3 metros de arenito argiloso avermelhado. O cascalho é grosseiro no topo, diminuindo para a base. Observa-se, abaixo da camada de cascalho, um arenito argiloso, caulínico.

Na margem do rio Atoleiro, ao Norte de Bragança, foi comprovada a existência de um depósito de cascalho sob uma camada de areia branca, grossa, apresentando seixos de quartzo com dimensões variando entre 1 e 8 cm. Embora tenha sido lavrado em área de aproximadamente 2.000 metros quadrados, atualmente encontra-se abandonado. A camada de cascalho apresenta uma espessura variando entre 0,5 a 1,5 metros. Estima-se um volume em torno de 2.000 m^3 para o material retirado.

Na margem do rio Quatipuru, a 6 km da Vila Fátima, observa-se uma camada de cascalho, com variação de espessura entre 1 a 2 metros, capeada por uma camada de areia de 1 metro de espessura.

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAUIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

BEQUIMÃO

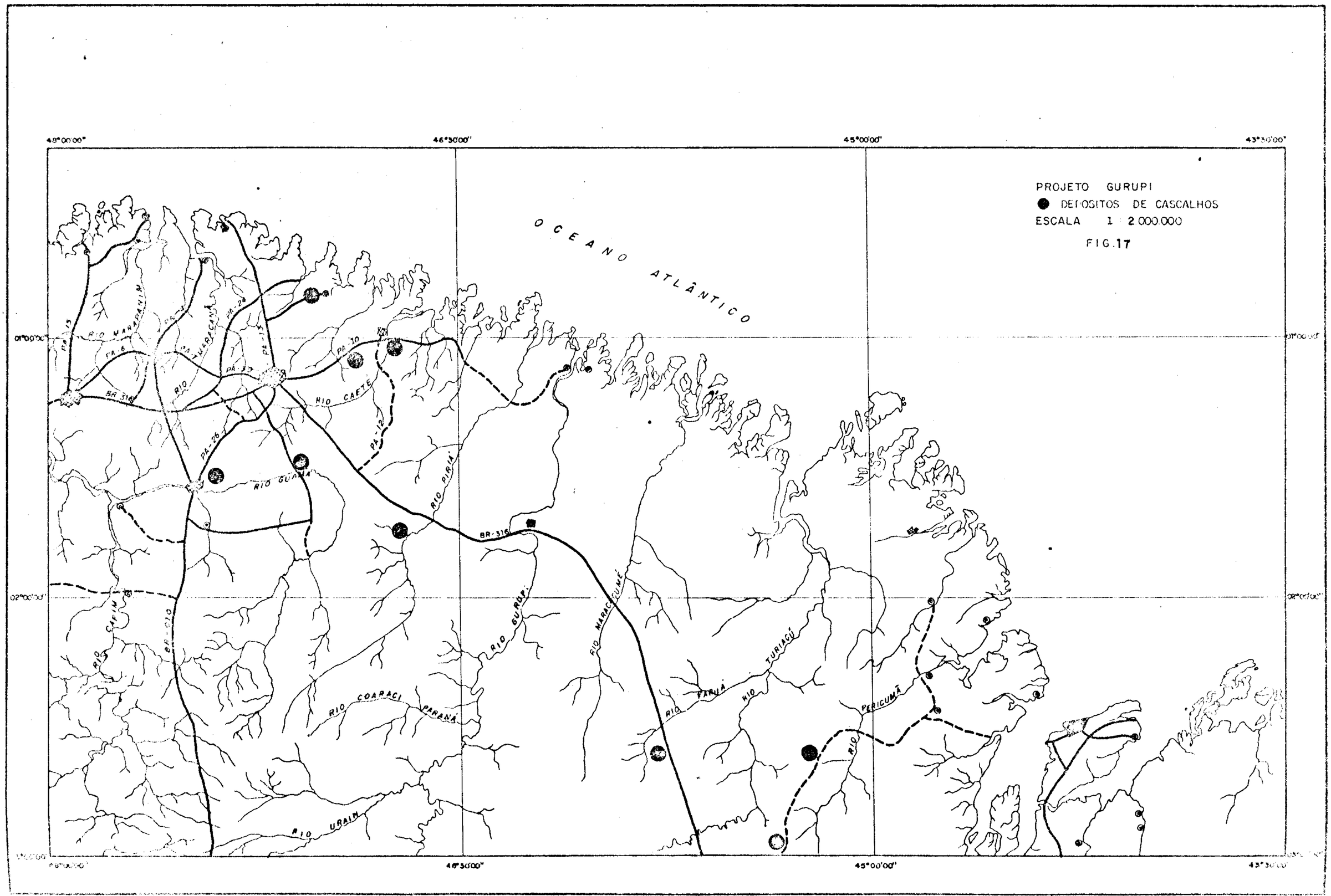
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

PROJETO GURUPI

● DEPÓSITOS DE CASCALHOS

ESCALA 1 : 2.000.000

FIG. 17

48°00'00" 46°30'00" 45°00'00" 43°30'00"

0°00'00" 02°00'00" 04°00'00"

OCEANO ATLÂNTICO

MARUDÁ
SALINAS
CURUÇÁ
MARAPANIM
MARACANÃ
QUATIPURU
BRAGANÇA
VISEU
CARUTAPERA
TRAJIRA
PIROCAUA
CAPANEMA
CASTANHAL
IGARAÇU
TRACUATEUA
OURÉM
SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
IRITUIA
ACAMPAMENTO
GURURUPU
SANTANA
MARINZAL
GUIMARÃES
PINHEIRO
ALCANTARA
BOEQUIMÃO
SÃO LUIS
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR
AXIXÁ
MORROS
ROSÁRIO

RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO CAETÉ
RIO GUAMÁ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACAÇUMÉ
RIO CAPIM
RIO COARACI
RIO URAIM
RIO PARUÁ
RIO TURIAÇÚ
RIO PERICUMÃ

PA-15 PA-6 PA-38 PA-25 PA-20 PA-10 PA-12 PA-124 PA-140

BR-316 BR-010 BR-316

CPRM – PROJETO GURUPI – RELATÓRIO FINAL DE ETAPA – COSTA J. C. ET ALII – 1975

10.8.2 - Areia

Na área do Projeto, encontram-se extensos depósitos de areia, distribuídos, em sua grande maioria, na região costeira. São geralmente de granulação homogênea com variação de fina a média, com grãos bem arredondados.

Em alguns locais, os depósitos de areia encontram-se associados aos de cascalho, como por exemplo, no médio curso do rio Caeté, nas baixadas marginais do rio Guamá, no médio curso do rio Maracaçumé e nas proximidades da Cidade de Bragança.

Os depósitos de maior destaque estão localizados na micro-região bragantina, alguns dos quais já foram objeto de estudos por parte do Projeto Argila-Belém, tendo sido selecionados alguns para trabalhos específicos de avaliação preliminar, em função dos resultados obtidos nos testes de laboratório, das dimensões e por estarem localizados próximos aos principais eixos rodoviários. Segundo ARANTES, L.G., 1972, foram realizados trabalhos de sondagem, a trado manual, para coleta de amostras, com os furos distribuídos aleatoriamente na área de ocorrência dos mesmos, mas que pudessem fornecer uma idéia aproximada da distribuição granulométrica, tanto lateral como verticalmente, variando o número de sondagens em cada depósito, na razão direta de sua extensão em área.

Dentre os inúmeros depósitos de areia, localizados durante os trabalhos de campo (Fig. 18), destacam-se:

- Rodovia BR-316, km 90, município de Castanhal.
- Rodovia PA-24, km 28, município de Peixe-Boi.

- Rodovia BR-010, km 4,5 e 13, município de Santa Maria.
- Rodovia BR-316, km 160 e 167, município de Capanema.
- Rodovia PA-15, km 27 e 35, município de Curuçá.
- Rodovia PA-7, km 25 e 26, município de Peixe-Boi.
- Rodovia BR-316, proximidades da ponte sobre o rio Turiaçu.
- Rodovia BR-010, km 67, município de São Miguel do Guamá.
- Rodovia PA-63, proximidades da vila de Quatro Bocas.
- Rodovia PA-24, proximidades de Nova Timboteua.
- Rodovia PA-39, proximidades da PA-24.
- Rodovia BR-316, próximo da ponte sobre o rio Caeté.
- Rodovia PA-13, próximo a Ourém.
- Rodovia PA-15, próximo de Maracanã.
- Rodovia PA-13, próximo a vila de Sta. Luzia.
- Rodovia PA-13, próximo a vila de Nazaré.

10.8.3 - Argila

Foram localizados depósitos de argila, considerados de boa qualidade para emprego em cerâmica vermelha (tijolos, telhas, material ornamental etc), cerâmica branca (azulejos, louças, pisos etc) e argilas refratárias (sílico-aluminosas e aluminosas). Na rodovia PA-12, distante 3 quilômetros da BR-316, encontra-se uma ocorrência de argila resi

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAUIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

SEQUIMÃO

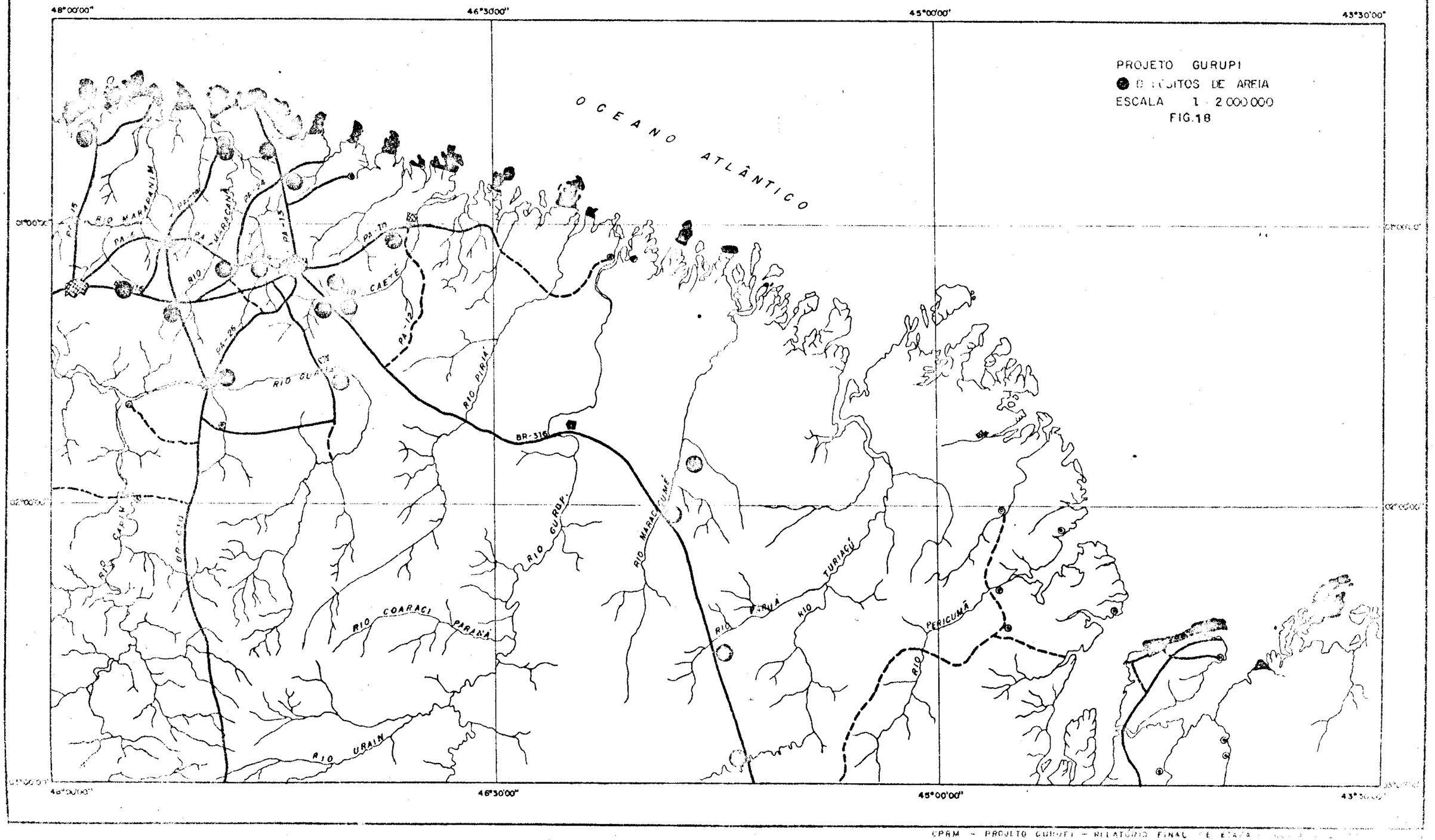
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA

PROJETO GURUPI
● DEPÓSITOS DE AREIA
ESCALA 1 2.000.000
FIG.18

48°00'00" 46°30'00" 45°00'00" 43°30'00"

02°00'00" 03°00'00"

OCEANO ATLÂNTICO

MARUDÁ
SALINAS
CURUÇÁ
MARAPANIM
MAGACANÍ
QUATIPURU
BRAGANÇA
VISEU
CARUTAPERA
TRAIRA
PIROCAUA
CASTANHAL
CAPANEMA
IGARAÇU
BENEVIDES
SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
TOMÉ-AÇU
IRITUIA
ACAMPAMENTO
CURURUPU
MIRINZAL
SANTANA
VIGIA
PINHEIRO
GUIMARÃES
ALCANTARA
SÃO LUIS
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR
AXIXÁ
MORROS
ROSÁRIO
BOUMÃO

RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO GUAMÁ
RIO CAETÉ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACUMÉ
RIO CAPIM
RIO COARACI
RIO URAIN
RIO PARUÁ
RIO TURIAÇU
RIO PERIQUMÃ

PA-15
PA-6
PA-14
PA-16
PA-24
PA-10
PA-12
PA-26
BR-010
BR-316

dual, de cor branca, brilho sedoso, com origem proveniente da decomposição do filito ou sericita-xisto do Grupo Gurupi. Essas argilas foram também verificadas mais a sudeste, em poços abertos a trado manual, numa profundidade média de 2 metros.

Alguns depósitos aluvionares são encontrados nos baixos cursos dos rios Piriá, Gurupi, Caeté, Maracanã, Guamá etc., sendo utilizados em cerâmica, na sua maioria (ARANTES, L.G., 1972).

De um modo geral, as argilas que ocorrem na área do Projeto pertencem ao Grupo Barreiras, de sedimentação continental e caracterizam-se pelas cores variegadas, destacando-se o vermelho arroxeado e o creme amarelado. Encontram-se em camadas, com espessuras diversificadas, intercaladas, em geral, por finas camadas arenosas de coloração esbranquiçada (fotos 31 e 32). Essas camadas são, via de regra, verificadas nos cortes das rodovias ou nas falésias existentes na faixa costeira de Marapanim, Maracanã, nas ilhas de Carutateua e Salinópolis (Fig. 19).

As argilas recentes formam as aluviões das margens dos rios Guamá, Caeté, Marapanim e Maracanã. Algumas vezes, essas aluviões são formadas por sedimentos retrabalhados do Grupo Barreiras, com variações de cores (tons cinza escuro a preto), bastante plásticas, apresentando restos vegetais. Em uma zona de campo natural, localizada ao norte de Tracuateua e Mirasselvas, a argila é de cor preta, leve e plástica. Esse mesmo tipo de argila também é encontrado no médio curso do rio Caeté (foto 33).

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÉ

GUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VIGIA

CAPANEMA

CARUTAPERA

TRAIRA

CASTANHAL

PIRIOCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

BARINGAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

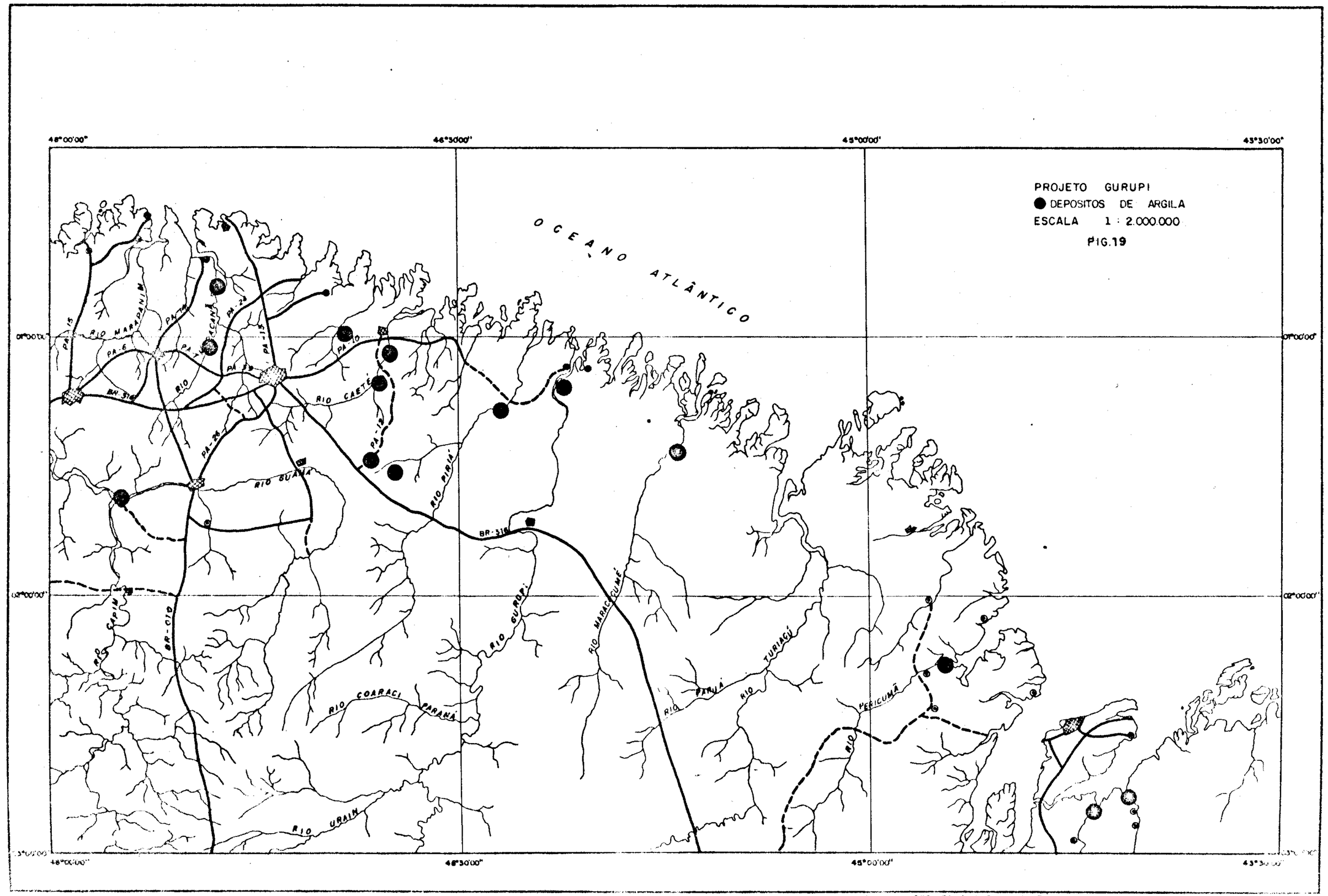
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO


PROJETO GURUPI
DEPOSITOS DE ARGILA
ESCALA 1 : 2.000.000
FIG.19
OCEANO ATLÂNTICO
48°00'00"
46°30'00"
45°00'00"
43°30'00"
01°00'00"
02°00'00"
03°00'00"
RIO MARAPANIM
RIO CAETÉ
RIO GUAMÁ
RIO PIRIÁ
RIO GURUPI
RIO MARACUMÉ
RIO PARUÁ
RIO TURIAÇÚ
RIO PERICUMÃ
RIO COARACI PARANÁ
RIO URAIN
RIO CAPIM
BR-316
BR-010
PA-15
PA-6
PA-24
PA-10
PA-12
PA-26

PROJETO GURUPI

● DEPOSITOS DE ARGILA

ESCALA 1 : 2.000.000

FIG.19

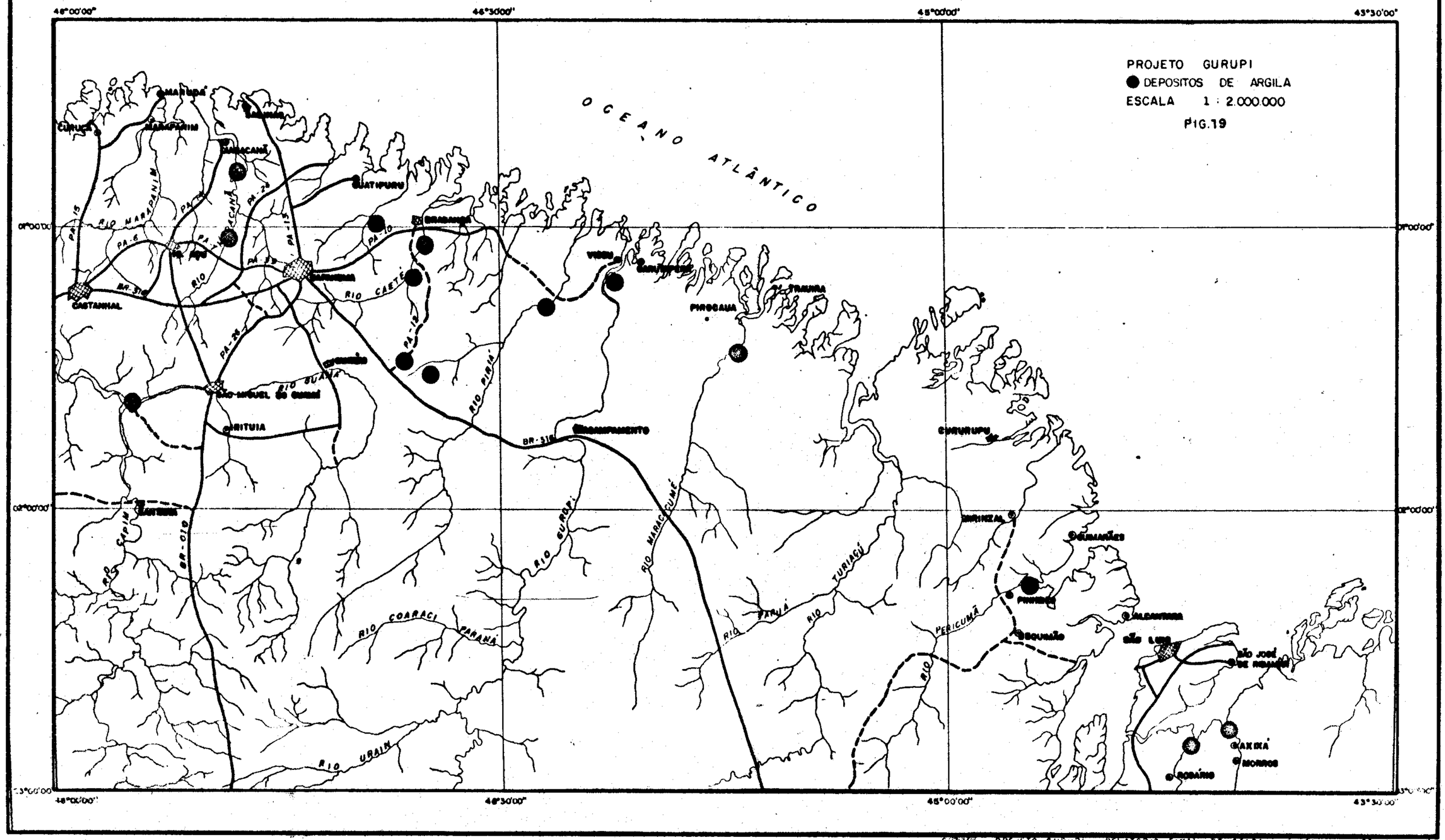


Foto 31 - Argilas do Grupo Barreiras, intercaladas por finas camadas arenosas.

Foto 32 - Detalhe fa foto 31.

Foto 33 - Argila plástica de cor escura encontrada no médio curso do rio Caeté.

10.8.4 - Rochas para Construção

10.8.4.1 - Estado do Pará

As ocorrências de rochas graníticas mais próximas da Cidade de Belém, estão localizadas no município de Bragança, em Mirasselvas e Tracuateua, assim como em Tauari, no município de Capanema (Fig. 20).

Topograficamente, os granitos de Tauari e Mirasselvas estão localizados em cotas mais baixas com relação aos de Tracuateua, ficando os mesmos sujeitos às constantes variações do nível freático. A lavra desse material é feita a céu aberto (foto 34) com uso de explosivos, e a classificação granulométrica é realizada manualmente. Belém é o principal centro consumidor desse produto. Não se obteve dados reais quanto a produção dessas jazidas.

Outras ocorrências de rochas graníticas estão localizadas no rio Guamá, próximo de Urucuriteua, no rio Piriá, próximo a Vila do Japiim e à montante da Cidade de Ourém, no rio Guamá.

10.8.4.2 - Estado do Maranhão

As principais ocorrências de rochas graníticas nesse Estado, estão localizadas às proximidades das Cidades de Rosário, Morros e Axixá, relativamente próximas entre si, e que abastecem a Cidade de São Luís, com quase 100% de sua produção. O coutrole dos dados de produção dessas pedreiras também é precário.

MARUDÁ

SALINAS

CURUÇÁ

MARAPANIM

MARACANÃ

QUATIPURU

BRAGANÇA

IG. AÇU

VISEU

CARUTAPERA

CAPANEMA

TRAIRA

CASTANHAL

PIROCAUA

OURÉM

SÃO MIGUEL DO GUAMÁ

IRITUIA

ACAMPAMENTO

CURURUPU

SANTANA

MIRINZAL

GUIMARÃES

PINHEIRO

ALCANTARA

BEQUIMÃO

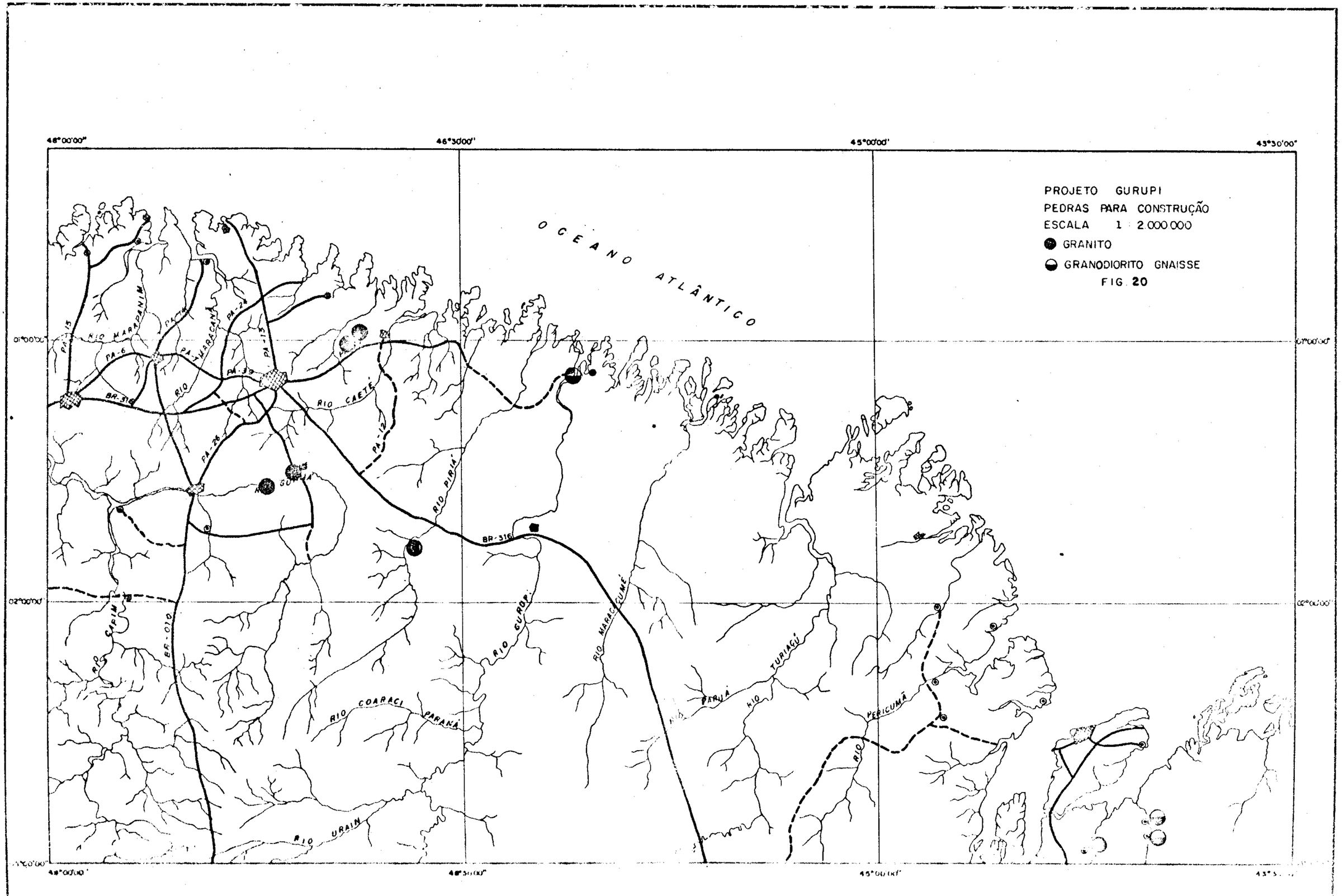
SÃO LUIS

SÃO JOSÉ
DE RIBAMAR

AXIXÁ

MORROS

ROSÁRIO



CPRM PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ESTAÇÃO

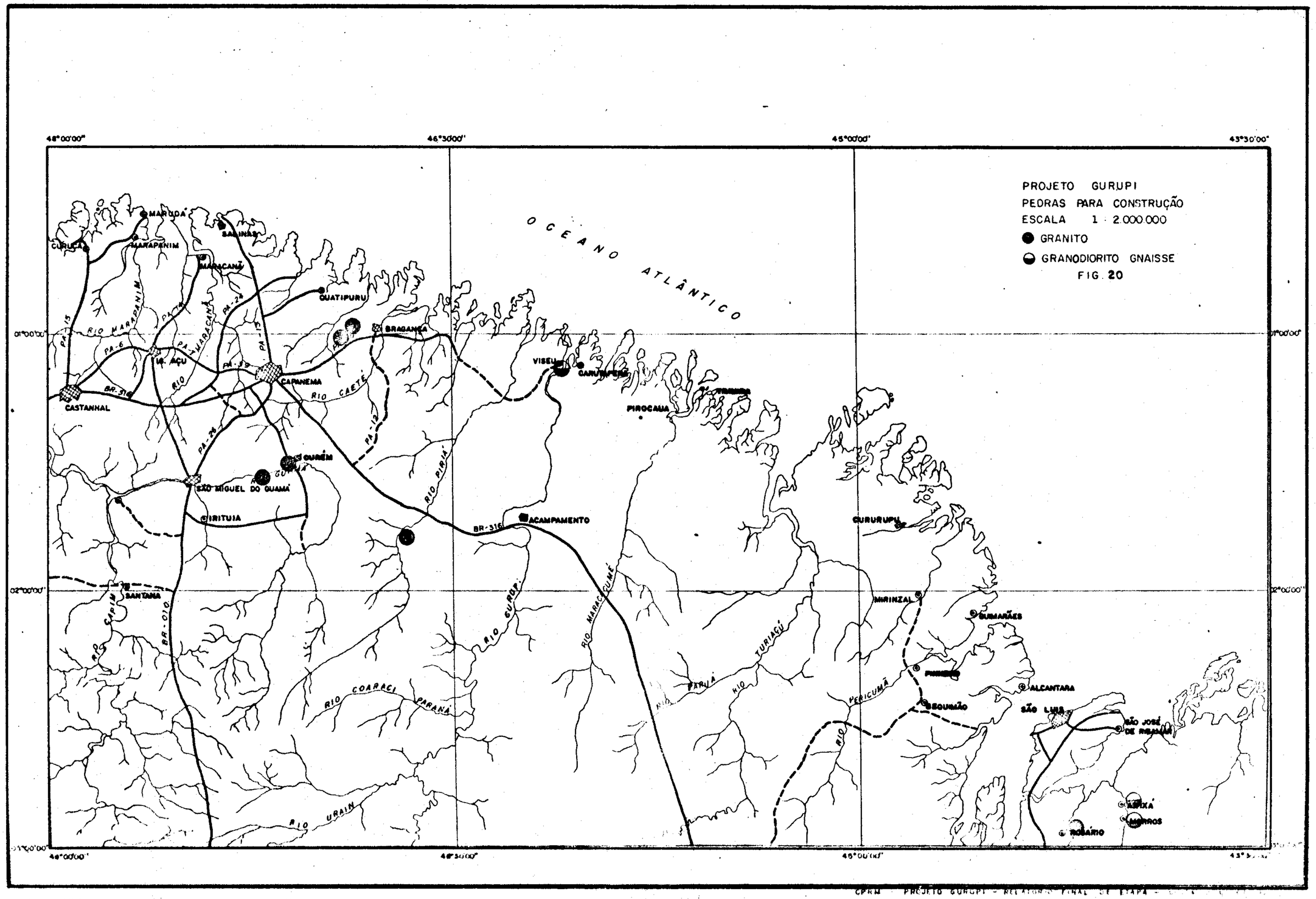

PROJETO GURUPI
PEDRAS PARA CONSTRUÇÃO
ESCALA 1 : 2.000.000
GRANITO
GRANODIORITO GNAISSE
FIG. 20
OCEANO ATLÂNTICO
48°00'00"
46°30'00"
45°00'00"
43°30'00"
01°00'00"
02°00'00"
MARUDÁ
SALINAS
CURUÇÁ
MARAPANIM
MARACANÃ
QUATIPURU
BRAGANÇA
VISEU
CARUTAPERA
PIROCAUA
CASTANHAL
IG. AÇU
CAPANEMA
RIO CAETÉ
RIO MARAPANIM
RIO MARACANÃ
RIO GUAMÁ
CURÉM
SÃO MIGUEL DO GUAMÁ
IRITUIA
RIO PIRIÁ
ACAMPAMENTO
BR-316
CURURUPU
SANTANA
RIO CAPIM
BR-010
RIO GURUPI
RIO MARACAÇUMÉ
MIRINZAL
GUIMARÃES
RIO COARACI PARANÁ
RIO PARUÁ
RIO TURIAÇÚ
RIO PERICUMÃ
ALCANTARA
BEQUIMÃO
SÃO LUIS
SÃO JOSÉ DE RIBAMAR
RIO URAIN
ROSÁRIO
MORROS
PA-15
PA-6
PA-24
PA-39
PA-26
PA-12
BR-316

Foto 34 - Pedreira do Guimarães - La
vra a céu aberto.

A principal pedreira localiza-se às proximidades da Cidade de Rosário, onde ocorrem extensos afloramentos de rochas graníticas (foto 35). O desmonte é feito a céu aberto, com o emprego de explosivos, sendo que o material desagregado é passado em um britador (foto 36) e classificado em peneiras.

As rochas graníticas ocorrentes próximo a Cidade de Morros, são melhores observadas na cachoeira do rio Munim (foto 37). Trata-se aí, de um granodiorito-gnaisse, ocorrendo em blocos dispersos no leito do rio. Está sendo lavrado para utilização na construção de uma ponte na Cidade de Morros. O mesmo granodiorito também ocorre às proximidades de Axixá.

Um outro tipo de material é utilizado em construção civil no Estado do Maranhão, trata-se de um solo arenoso, friável, de coloração vermelha, com alguma canga laterítica (foto 38). Este material é extraído por processos rudimentares, através de picaretas e pás (foto 39) e raramente com trator. Observam-se, no local, testemunhos da seqüência (foto 40).

10.9 - Considerações Finais

Além dos aspectos abordados para cada substância mineral, nos itens anteriores, necessário se faz aqui, um comentário geral a respeito das possibilidades econômico-minerais da região.

Os trabalhos executados permitiram que se individualizassem áreas mais restritas e com maior potencialida

Foto 35 - Pedreira de Rosário - Observa-se extensos afloramentos de rochas graníticas.

Foto 36 - Central de britagem.

Foto 37 - Granodiorito-gnaisse ocorrente em blocos no rio Munim.

Foto 38 - Solo arenoso, friável, utilizado em construção civil. Observa-se a presença de blocos de canga laterítica.

Foto 39 - Desmonte do material mostrado na foto 38.

Foto 40 - Testemunho deixado pelo desmonte efetuado por trator.

de mineral. Assim, duas áreas prioritárias foram selecionadas para trabalhos mais detalhados, denominadas de "Área Litorânea" e "Área Metalogenética Gurupi" (Fig. 21).

A área litorânea mostrou-se prospectável em escala mais detalhada, para calcário, ouro e fosfato, além de minerais possivelmente associados a rochas básico-ultrabásicas.

O calcário, além da importância que por si só representa, reveste-se de maior valor ao considerar-se a possibilidade de se encontrar associado a fosforita e minerais radioativos. Testes realizados em trabalhos anteriores pela CPRM, mostraram a presença de fosfato e as medidas de radioatividade, também efetuadas, mostraram um aumento de contagem de CPS em direção a zona litorânea.

Valores relativamente elevados, de elementos relacionados a rochas básicas e ultrabásicas, foram verificados, abrindo boas perspectivas de mineralizações.

As serras do rio Tromaí, mostram em destaque a associação cromo (2.000 a 5.000 ppm), níquel (500 a 2.000 ppm) e vanádio (700 a 2.000 ppm); algumas amostras da serra de Itacupim, situada entre a foz dos rios Gurupi e Piriá, apresentaram até 2.000 ppm de Cr, 5.000 ppm de Ni, 1.000 ppm de V e um valor máximo de 1.000 ppm de zinco, além de P_2O_5 (12%) e Al_2O_3 (21%). Na localidade de Laranjal, próximo a Carutapera, uma amostra de solo, colhida sobre diabásio, atingiu 2.000 ppm de cobre (Tabela L).

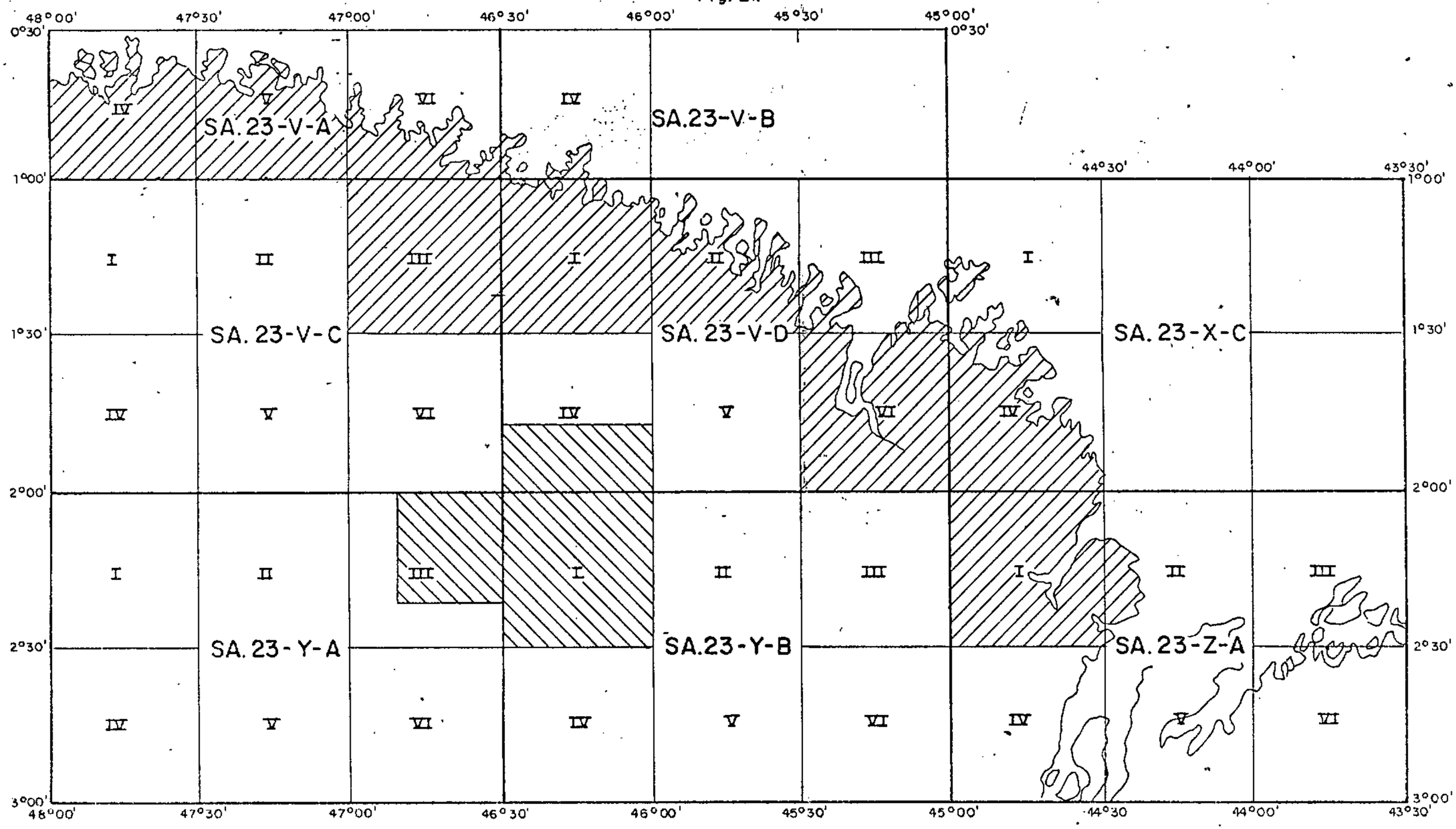
Necessário se faz registrar, ainda, na região costeira, a presença de uma ocorrência de manganês, às pro-

PROJETO GURUPI

LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS PARA DETALHE

ESCALA 1/2.000.000

Fig. 2.1



CPRM - PROJETO GURUPI - RELATÓRIO FINAL DE ETAPA — COSTA J. L. ET ALII, 1975.

QUADRO DE VALORES MAIS EXPRESSIVOS

TABELA L

LOCALIZAÇÃO	MATERIAL	ELEMENTOS / VALORES								
		Mn - ppm	Cr - ppm	Cu - ppm	Ni - ppm	Sr - ppm	V - ppm	Zn - ppm	Al_2O_3 %	P_2O_5 %
1. TRAUÍRA	Canga e Testemunhos	1.000 a>5.000	1.000	500	500	>5.000	700 a 1.500	-	6 a 30	11 a 32
2. PIROCAUA	Canga e Testemunhos	1.000 a>5.000	500 a 2.000	200 a 300	200 a 300	>5.000	700 a 2.000	-	23 a 32	15 a 21
3. TROMAÍ	Canga	500 a 2.000	2.000 a 5.000	200	500 a 2.000	-	700 a 2.000	-	25	1
4. ITACUPIM	Canga	-	2.000 a 5.000	200	5.000	-	1.000	1.000	21	12
5. LARANJAL	Solo	-	-	2.000	-	-	-	-	-	-
6. MINA PEDRO PEREIRA	Canga	-	2.000	300	1.000	-	1.000	H 500	-	-
7. MINA DO RONCADOR	Solo	-	2.000	100	300	-	200	-	-	-

ximidades da serra do Pirocaua, provavelmente relacionada a um enriquecimento supergênico de xistos maganesíferos do Grupo Gurupi. Esta ocorrência é restrita e não se reveste de maior importância.

Na região do médio rio Gurupi, onde delimitou-se uma área para futuros trabalhos mais detalhados, denominada de "Área Metalogenética Gurupi", observou-se diversas zonas de interesse, caracterizadas por concentrações relativamente elevadas de determinadas associações de elementos (Fig. 22).

Nos afluentes menores do rio Gurupi (zonas D e E no mapa anexo), foram registradas concentrações relativamente elevadas de cádmio (20 ppm), bismuto (10 ppm), chumbo (30 ppm), cobre (150 ppm), zinco (50 ppm), níquel (200 ppm), escândio (20 ppm), vanádio (200 ppm), ferro (10) e magnésio (1,5%). Devido ao caráter apresentado pelas dispersões anômalas destes elementos, é razoável supor que elas provenham de zonas de enriquecimento secundário, propiciado pelas condições oxidantes de cádmio e bismuto, enriquecidos dezenas de vezes mais que as concentrações médias da crosta terrestre, faz supor ainda nas proximidades, a presença de sulfetos polimetálicos, dos quais se constituem geralmente bons indicadores.

Da mesma forma, similares valores de cádmio e bismuto, são observados logo a sul de Camiranga, em um pequeno afluente do Gurupi, pela margem direita (zona assinalada A). O estanho possui dispersão anômala bastante significativa na mesma drenagem, aliando, à possível presença de sulfetos, a existência de rochas anormalmente enriquecidas

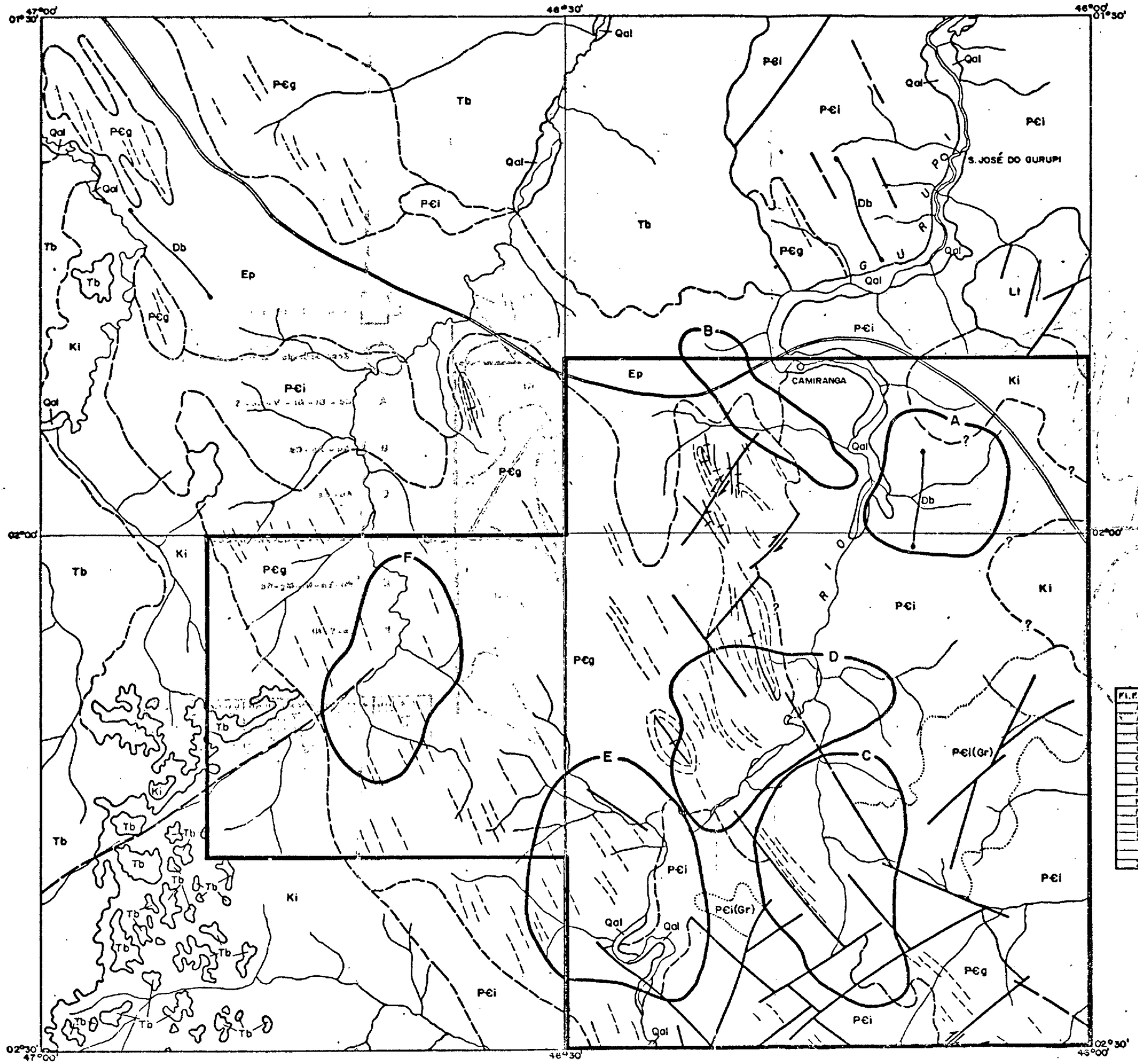


FIG. 22

PROJETO GURUPI

ESCALA 1:500.000

CONVENÇÕES

Área "Metalogenética" Gurupi

Zona Anômala em Sedimento de Corrente

A Cd - Bi - Ni - V - Co - Sn

B Au - As - Co

C Au - As

D Cu - Bi - Pb - Cu - Zn - Ni - Co - V

E Pb - Zn - Ni - Mg - Sc

F La - Y - Nb

ELEMENTO	VARIAÇÃO BACKGROUND	VALORES ANÔMALOS
As	~7 ppm	17 a 30 ppm
Au	0,01 a 0,014 ppm	0,08 a 2 ppm
Bi	N a < 10 ppm	10 ppm
Ca	~0,09 %	0,38 a 1 %
Cd	N ppm	< 20 a 22 ppm
Co	4 a 5 ppm	16 a 70 ppm
Cu	~10 ppm	10 a 150 ppm
La	~22 ppm	140 a 1500 ppm
Mg	0,08 %	0,37 a 1,5 %
Nb	~11 ppm	30 ppm
Ni	5 a 6 ppm	32 a 200 ppm
Pb	~9 ppm	[illegible] ppm
Sc	~4 ppm	[illegible] ppm
Sn	N ppm	[illegible] ppm
V	29 a 32 ppm	100 a 300 ppm
Y	~14 ppm	[illegible] ppm
Zn	(~3) ~9 ppm	(10 a 50) 24 a 50 ppm

em estanho (provavelmente resíduos de cristalização magmática).

Apesar de, em toda a área do Projeto, terem sido detectados valores anômalos de ouro, de maneira dispersa, em um afluente maior do Gurupi, situado na folha SA.23-Y-B-I (zona C), houve uma maior e mais representativa concentração de pontos anômalos deste metal. O arsênio, em valores de até 40 ppm, ocorre relacionado. Esta associação, verifica-se melhor em afluentes pela margem esquerda, próximo a Camiranga (zona B), onde o arsênio mostrou a maior densidade de anomalias de toda a área estudada. Sabendo-se ser o arsênio, usualmente utilizado como "pathfinder" de ouro em jazimentos do tipo hidrotermal e de depósitos de sulfetos complexos, com associações paragenéticas metais preciosos, as regiões citadas revestem-se de especial interesse para a prospecção geoquímica em maior detalhe.

Em afluentes menores e na própria calha do rio Piriá, em seu médio curso (zona F), foi observada uma densa distribuição de anomalias de lantânio (até 1.500 ppm), nióbio (30 ppm) e ítrio (até 500 ppm). A possibilidade de ocorrência de rochas alcalinas mineralizadas na região, é bastante animadora, haja visto a mesma já ter sido detectada no rio Guamá. No entanto, necessita-se de trabalhos mais detalhados, para uma estimativa real do tipo e potencialidade econômica de tais jazimentos.

Embora sejam poucas as mineralizações conhecidas no Grupo Gurupi, devido, até então, à falta de trabalhos mais detalhados e às metodologias empregadas, os resultados ora obtidos através da prospecção geoquímica, de melhores conhecimentos estruturais, provenientes da interpre

tação das imagens de radar, como dobramentos e fraturamentos, mostram ser esta área, potencialmente favorável a mineralizações.

11. CONCLUSÕES

a) O aspecto morfológico observado na região do Projeto Gurupi, permitiu que se individualizasse cinco domínios distintos, a saber: Planície Aluvionar, Superfície de Dunas, Baixos Platôs, Peneplano e Maciços Residuais.

Esse panorama morfológico é uma conseqüência dos seguintes ciclos geomórficos:

- Ciclo Sul-Americano: responsável pelo processo de lixiviação e laterização que deu origem a jazidas de oxidação, como as de Bauxita fosforosa de Pirocaua, Tromaí, Trauíra etc., que atuou do Cretáceo ao Terciário Superior.

- Ciclo Velhas: responsável pelo aplainamento das formações rochosas de diferentes idades, reduzindo-as aos níveis atuais, deixando testemunhos do ciclo anterior, devido a cobertura laterítica, que preservou em alguns locais, as formações rochosas mais antigas, dos agentes erosivos.

- Ciclo Paraguaçu: responsável pela formação dos terraços aluvionares, observados em diversos rios da região, permanecendo em atividade até o presente.

b) O Complexo Basal é constituído predominantemente por rochas gnáissicas de composição variando de graníticas a trondjemíticas e, mais frequentemente, quartzo-dioríticas, migmatitos, pegmatitos, granodioritos, dioritos e orto-anfibolitos. Repousando em discordância sobre esse embasamento, encontra-se o Grupo Gurupi, constituído por rochas de baixo grau metamórfico, apresentando em sua base, me

tavulcânicas de composição variando de ácida a básica. Segue-se uma seqüência de folhelhos, siltitos, arenitos e grauvacas, atribuída ao Eo-Paleozóico. Em posição estratigráfica superior são encontrados tipos litológicos de composição ácida a ultrabásica e sedimentos deltáicos e continentais (Formação Itapecuru), todos relacionados ao Mesozóico. O Cenozóico é representado pela Formação Pirabas e Grupo Barreiras, sendo que os sedimentos do Quaternário constituem o complemento da seqüência estratigráfica.

c) A dispersão dos elementos-traço em sedimentos de corrente da área, evidenciam a intensa ação do intemperismo químico, amplamente comprovado pelos diversos estudos de caráter comparativo efetuados entre as populações amostradas. A atuação desse fator externo, provocou a homogeneização quase total na distribuição dos elementos, caracterizando um suave relevo geoquímico, localmente perturbado por teores anômalos, que refletem condições secundárias propícias à acumulação; relevo este, portanto, dissociado das litologias do substrato que impossibilita um melhor delineamento de Províncias Geoquímicas.

d) O arcabouço tectônico regional é o resultado de sucessivos eventos diastróficos que atuaram na área, desde o pré-Cambriano.

e) A intensa granitização e migmatização que atingiu as rochas do Complexo Basal, foi causada pelo evento mais antigo, ao que indica de caráter diastrófico, provavelmente relacionado aos episódios do Ciclo Transamazônico.

f) O Grupo Gurupi representa a seqüência de um processo geossinclinal, com sedimentação psamo-pelítica me

tamorfisada no fácies xisto verde, acompanhada de esporádicos vulcanismos de natureza ácida e ultrabásica.

g) Observa-se um esforço compressivo de maior intensidade na direção NE-SW, gerando uma série de estruturas antiformais e sinformais no Grupo Gurupi, cujos eixos têm direção predominantemente NW-SE, concordante com o sistema de foliação observado, tanto nos metamorfitos desse Grupo, como no Complexo Basal.

h) O evento tectono-orogênico que atingiu o Grupo Gurupi é de caráter polifásico, evidenciado por rochas que apresentam duas superfícies S de foliação.

i) Pelo estudo das rochas do Complexo Basal, admite-se a existência pretérita de uma associação rochosa vulcano-sedimentar afetada por eventos orogenéticos policíclicos, atingindo condições tectônicas ultrametamórficas granitizantes e formadoras de magmas secundários anatexíticos.

j) O ouro encontrado na área, é produto de uma fase ácida residual, de condições hidrotermais, como por exemplo o observado nos veios de quartzo leitoso auríferos, encontrado no garimpo do Chega Tudo.

l) As rochas graníticas, atribuídas ao Complexo Basal, se mostram metalogeneticamente pobres, não se tendo observado evidências de mineralizações.

12. RECOMENDAÇÕES

Os parâmetros obtidos durante os trabalhos da 1ª Etapa do Projeto Gurupi, quer por observações diretas ou estudos interpretativos, permitem que se recomende o seguinte:

- Mapeamento geológico, na escala 1:100.000 da "Área Litorânea" (Fig. 21), além de estudos geoquímico e geofísico (Radiometria).

- Mapeamento geológico na escala 1:100.000, na região de ocorrência do Grupo Gurupi, denominada "Área Metalogenética Gurupi" (Fig. 21), bem como estudos geoquímicos.

- Estudos específicos para ouro, independente dos trabalhos referidos nos itens anteriores.

- Reavaliação de toda a área do Projeto Gurupi, em termos de probabilidade de ocorrências de corpos alcalinos, com verificações de campo, coleta e estudo dos sedimentos de corrente, concentrados de bateia e solos.

- Recobrimento aerofotográfico de toda a área do Projeto Gurupi, na escala 1:45.000, exceto onde já houver recobrimento nessa escala, visando os trabalhos propostos anteriormente.

- Recobrimento aerogeofísico em toda a área do Projeto Gurupi, com espaçamento entre as linhas de vôo de 1 km, visando auxiliar a detecção de corpos alcalinos, além da obtenção de outros dados.

13. BIBLIOGRAFIA

ABREU, S.F. - "Observaçõ̃es sobre a Guiana Maranhense". In: BRASIL. Conselho Nacional de Geografia. Amazônia Brasileira. Rio de Janeiro, IBGE, 1944. 479 p. il.

AB'SABER, A.M. - Contribuição à geomorfologia do Estado do Maranhão. Not. Geomorf. Campinas, 3 (5)| 35-45, 1960.

AB'SABER, A.M. - Problemas geomorfológicos da Amazônia brasileira. In: ATAS DO SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA; GEOCIÊNCIAS. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisas, 1967. p. 35-67.

ACKERMANN, F.L. - Esboço para a geologia entre a cidade de Belém-Rio Gurupi e Atlântico-Rio Guamá. Belém, Impr. Universitária, 1969. 79 p.

ACKERMANN, F.L. - Geologia e fisiografia da região Braganti na (Estado do Pará). Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1964. 90p. (Cadernos da Amazônia, 2).

ACKERMANN, F.L. - Laterito e Laterização. Eng. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 36 (216): 301-306. Dez., 1962.

AGUIAR, G.A. de - Bacia do Maranhão: Geologia e possibilidades de Petróleo; Curso de Atualização em Geologia do Petróleo (CAGEP - I).

AGUIAR, G.A. - Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais do ... São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3, p. 113-122.

AHRENS, L.H. - The lognormal distribution of the elements. Geoch. et Cosm. Acta. 5: 49-73, 1954. (part 1).

AHRENS, L.H. - The lognormal distribution of the elements. Geoch. et Cosm. Acta. 6: 121-131, 1954. (part 2).

AHRENS, L.H. - Lognormal - type distributions. Geoch. et Cosm. Acta. 11: 205-212, 1957. (part 3).

ALBUQUERQUE, O. & DUQUECH, V. - Contribuição para a geologia do meio-norte, especialmente Piauí e Maranhão. In: CONGRESSO PAN AMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 2, Petrópolis, 1946. Anais do ... Petrópolis, 1946. p.69-109.

ALMEIDA, F.F.M. de; MALCHER, G.C.; CORDANI, V.G. - Absolute determination from northern Brazil. San Francisco, Geological Society of America, 1966. p. 3.

ANDRADE RAMOS, J.R. de. - Reconhecimento geológico Brasília-Belém. Relat. Anu. da Div. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 1960: 80-90, 1961. 6 fot.

ANDREW-JONES, D.A. - The application of geochemical techniques to mineral exploration. Miner. Industr. B. 2 (6): 1-31, Nov. 1968.

ARANTES, J.L.G. et alii - Projeto Argila-Belém; relatório. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Convênio DNPM-CPRM. Relat. Ostensivo, 020, Belém, 1972. 2 v.

ARGENTIÈRE, R. - Notas sobre a ilha de Trauíra. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 54 (321): 110-112, Set. 1971.

ASSAD, R. - Depósitos de bauxita da região de Paragominas (PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, Sociedade Brasileira de Geologia, 1973. (Boletim, 1). p. 24-26.

BARBOSA, M.M. - Descrição de um novo briozoário da Formação Pirabas. B. do Mus. nac.; Nova Sér. Geol. Rio de Janeiro, 29: 1-27, 1959. 2 est.

BARBOSA, M.M. - Moluscos miocênicos de Gerôncio, rio Urindeau e Farol do Atalaia (Estado do Pará). B. do Mus. nac; Nova Sér. Geol. Rio de Janeiro, 28: 1-27, 1958. 6 est, mapa.

BARBOSA, M.M. - Stereghoporella Pirabasi, n. sp. - Briozoário da Formação Pirabas, Estado do Pará. Brasil. Anu. da Acad. bras. Ci. Rio de Janeiro, 31 (1): 109-111, 19591

BAUXITA no Estado do Maranhão. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 1 (4): 133, 1936.

BELOUSSOV, V.V. - Problemas básicos de Geotectônica. Trad. p. S. Cadavid Camina Y por M. Gutiérrez Elorza. Barcelona, Omega, 1971. 854 p., il.

BEURLEN, K. - Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará; crustáceos decápodes da formação Pirabas. I (Arthropoda-crustácea). B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi, Nova Sér. Geol. Belém, 5: 1-48, 1958. 4 est.

BEURLEN, K. - Contribuição à paleontologia do Estado do. Pará; um balanomorfo da formação Pirabas. II (Sorthropoda. Crustácea). B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi; Nova Sér. Geol. Belém, 6: 1-6, 1958.

BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. de - Considerações sobre a estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (grupo Barreiras). UR. ICT. 2: 2-14, Out. 1964.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM - Folha SA.23 - São Luís e parte da folha SA.21 - Fortaleza; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973. v. 3 (Levantamento de Recursos Naturais, 3).

BRITO, I.M. - Contribuição ao conhecimento dos microfósseis silurianos e devonianos da bacia do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 20, Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia, 1960. (Publicação, 1). p. 78-79.

BROWN, B.W. & HILCHEY, G.R. - Sampling and analysis of geochemical materials for gold. In. FLETCHER, W.K. & ELLIOT, J.L. ed. - Geochemical exploration. Amsterdan, Elsevier, 1975. p. 683-690.

CAMPBELL, D.F.; ALMEIDA, L.A.; SILVA, S.O. - Relatório Preliminar sobre a geologia da bacia do Maranhão. B. do Cons. nac. Petróleo. Rio de Janeiro, 1: 1-60, 1949. 13 figs., 36 fot., mapa geol.

CAMPBELL, D.F. - Bacia do Maranhão. p. 79-85. Cópia (Fonte não identificada).

CAMPBELL, D.F. - Revised Report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin, Brazil. Relat. nº 7, 1949.

CAMPOS, C.W.M. - Estratigrafia das bacias paleozóicas e cretáceas do Maranhão. B. Téc. da Petrobrás. Rio de Janeiro, 7 (2): 137-164. Abr./Jun. 1964.

CAMPOS, E.N. de et alii - Minerais argilosos de algumas alterações localizadas na região bragantina, Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. (Boletim, 1) p. 198-199.

CAMPOS, L.F.G. de. - Notas sobre algumas localidades da costa norte e nordeste do Brasil onde se encontram os fósseis Terciários e cretáceos referidos na presente monografia. Monogr. do Serv. Geol. Mineral. do Brasil. Rio de Janeiro, 4: 667-699, 1924. |anexo ao trabalho de MAURY, C.J. "Fósseis terciários do Brasil com descrição de novas formas cretáceas, texto em port. e ing.|.

CANTANHEDE, P. - Perfuração, Estado do Maranhão. In: RELATÓRIO DO CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO; 1953. Rio de Janeiro, 1956. p. 236-237 (Apreciação do Presidente a respeito dos trabalhos desenvolvidos).

CARVALHO, P.F. de - Reconhecimento geológico entre a costa atlântica de Maracanã e Pirabas, e a estação experimental na estrada de ferro de Bragança. B. do Serv. Geol. Mineral, Rio de Janeiro, 15: 124-155, 1926.

CHAVES, A. da C. - Aspectos geo-humanos do vale do Gurupi. Belém, Impr. Rev. Veterinária, 1946. 85 p.

COSTA, J.L. da et alii - Projeto Norte da Amazônia; domínio Oiapoque-Jari; relatório final integrado. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Convênio DNPM-CPRM. Relat. Ostensivo, 394, Belém, 1974. v.5, il.

CUNHA, F.M.B. da - Fotointerpretação da bacia de São Luís. Belém, Relat. Inédito Petrobrás, 318, 1968.

DAMASCENO, B.C. & JORGE JOÃO, X. da S. - Relatório da visita à ocorrência do ultramafito de Carutapera, Estado do Maranhão. Belém, DNPM., 5.D., 1969. fot, mapas, croquis.

DAMASCENO, B.C. & SOUZA, A.N. - Projeto Materiais Industriais; relatório final. In: BRASIL. Ministério do Interior. CPRM-SUDAM. Relat. Ostensivo, 021, Belém, maio 1973. 3v. il.

DERBY, O.A. - Contribuição para a geologia da Região do Baixo Amazonas. Arq. do Mus. Nac. Rio de Janeiro, 2:77-104, 1877.

DODT, G.L.G. - Descrição dos rios Parnahyba e Gurupi. São Paulo, Ed. Nacional, 1939. 233 p., il., mapa (Biblioteca Pedagógica Brasileira, Sér. - 5. Brasiliana, 138).

FERNANDES, J.S. - Bauxita Maranhense. B. geogr. Rio de Janeiro, 5 (53): 545-560, 1947. |Publicado originalmente na R. geogr. hist., Órgão do Diretório Regional de Geografia do Estado do Maranhão, 1).

FERREIRA, C.S. - Contribuição à paleontologia dc Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 20, Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia, 1966. (Publicação, 1). p. 79.

FERREIRA, C.S. - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará; um novo Xancus da formação Pirabas. VII(Mollusca-Gastropoda). B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi; Nova Sér., Geol. Belém, 10: 1-8, 1964. 2 est.

FERREIRA, C.S. - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará; Revisão da família Pectimidae da formação Pirabas (Mioceno Inferior) com a descrição da novas espécies. VI (Mollusca-Pelecypoda). Arq. do Mus. Nac. Rio de Janeiro, 50: 135-165, 1960. 4 est.

FERREIRA, C.S. - Notas sobre os sedimentos calcários de Carutapera, Maranhão. Not. Prelim. e Est. da Div. de Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 115: 1-7, 1960.

FERREIRA, C.S. & CUNHA, O.R. da - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará. B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi; Nova Sér. Geol. Belém, 2. Jun, 1957. I (Mollusca-gastropoda).

FERREIRA, C.S. & CUNHA, O.R. da - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará; Notas sobre a formação Pirabas com descrições de novos invertebrados fósseis. I(Mollusca-gastropoda). B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi; Nova Sér., Geol. Belém, 2: 1-61, 1957. 3 est., 3 fot., mapa, perfis geol.

FERREIRA, C.S. & CUNHA, O.R. da - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará; Novos invertebrados fósseis e redescrição de mais duas espécimes da formação Pirabas. III (Molluscas-Gastropoda). B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi; Nova Sér., Geol. Belém, 4: 1-33, 1957. 2 est.

FRANCISCO, B.H.R. et alii - Contribuição à geologia da folha de São Luís (SA.23), no Estado do Pará (III - Estratigrafia; IV - Recursos Minerais). B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi; Nova Sér., Geol. Belém, 17, 1971. 48 p., il. mapa, tab.

FRIZZO, S.J. - Projeto Norte da Amazônia; domínio Oiapoque-Jari; reconhecimento geoquímico. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Convênio DNPM-CPRM. Relat. Ostensivo, 394, Belém, 1974. v. 6 a,b,c.

FRÓES, A.S. - Bauxita. Estado do Maranhão. B. do Serv. de Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 18: 393-394, 1937.

FRÓES, A.S. - Observações sobre a Guiana Maranhense. In: BRASIL. Conselho Nacional de Geografia. Amazônia brasileira. Rio de Janeiro, IBGE, 1944. 479 p., il.

GARRET, R.G. - The determination of sampling and analytical errous in exploration geochemistry. Econ. Geol. 64: 568-569, 1969.

GOMES, E.M. de A. - Ouro, Estado do Maranhão. B. da Div. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 65: 93-94, 1944.

GOMES, E.M. de A. & OLIVEIRA, A.I. - Reconhecimentos geológicos nos rios Guajará e Capim. B. do Serv. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 15: 124-128, 1926.

GUIGUES, J. & DEVISMES, P. - La prospection miniere a la batée dans le massif armoricain; méthodes, resultats, atlas mineralogique. Paris, B.R.G.M., 1969 (Mémoires du B.R.G.M., 1971).

HAWKES, H.E. & WEBB, J.S. - Geochemistry in mineral exploration. New York, Harper and Row, 1964. 415p., il.

HURLEY, J. - Nos sertões do Gurupi. Belém, Instituto Lauro Sodré, 1928. 70 p.

KRUMBEIN, W.C. & GRAYBILL, F.A. - An introduction of Statis ticals models in geology. New York, McGraw-Hill, 1965. 475p., il.

LEVISON, A.A. - Introduction to exploration geochemistry. Calcary, Applied Publishing (c. 1974). 612p., il.

LIMA, R.F. da F. & ANDRADE, A.R.F. de - Cadastramento das ocorrências minerais do Estado do Maranhão; Projeto Ouro, município de Turiaçu; relatório de viagem. São Luís, SUDE MA - Departamento de Planejamento, Divisão de Estudos e Pesquisas, 1971. 13p.

LIMA, R.F. da F. & ANDRADE, A.R.F. de - Projeto Ouro Aurizo na-ilha de Pirocaua; relatório de viagem. São Luíz, SUDE MA - Departamento de Recursos Naturais, Divisão de Geolo gia, 1971.

LISBOA, M.A.R. - A bacia do Gurupy e as suas minas de ouro. B. do Serv. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 7: 1 -61, 1935. mapa (Extract do Relatório apresentado ao Barão de Capanema em 1897).

LISBOA, M.A.R. - "The Permean Geology of northern Brazil"; American Journal of Science, 1914.

LUDWIG, Gerhard. - Nova divisão estratigráfica e correlação faciológica; por meio de pequenas estruturas internas dos sedimentos silurianos e devonianos na Bacia do Médio Ama- zonas. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1964. 71p., il. (Ci ência-Técnica-Petróleo; Seção: Exploração de Petróleo - Publicação nº 1).

LUDWIG, G. - Interpretação e correlação de fácies dos depó- sitos cretáceos da bacia costeira de Barreirinhas. Belém, Relat. Inédito, Petrobras, 237, Nov. 1964.

MATOSO, S.Q. & ROBERTSON, F.S. - Uso geológico do termo "Barreiras". B. téc. da Petrobrás. 2 (3): 37-43, Dez. 1959.

MAURY, C.J. - Fósseis Terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretáceas. Monogr. Serv. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 4, 1924. 705p. mapa.

MELENDEZ, B. FUSTER, J.M. - Geologia. 3 ed. Madrid, Paraninfo, 1973. 896p., il.

MESSNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C.P. - Estratigrafia das bacias paleozóicas e cretácea do Maranhão. B. téc. da Petrobrás. Rio de Janeiro, 7 (2): 137-164, 1964. 12 fig.

MIRANDA, J. - Bauxita fosforosa da serra de Pirocaua, Maranhão. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1940. 14p., fig., fot.

MIURA, K. & BARBOSA, J.C. - Geologia da plataforma continental do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais do ... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v.2, p.57-66.

MOLNAR, A.B. & ALMARAZ, U.J.S. - Reconhecimento geológico entre as bacias do Amazonas e Maranhão. Belém, Relat. Inédito, Petrobrás-RENOR, 50-G, 1966.

MORAES REGO, L.F. de - Notas sobre a geologia do Estado do Maranhão. São Paulo, Impr. Off. do Estado, 1935. 30p., est., mapa.

MOURA, P. de - A geologia do Baixo Amazonas. B. Serv. Geol. e Mineral. Rio de Janeiro, 91: 1-94, 1938.

MOURA, P. de et alii - Estados do Pará e Maranhão (região limítrophe). B. do Serv. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 18: 16-23, 1937.

MOURA, P. de - Ouro no Gurupy. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 1 (1): 9-13, 1936.

MOURA, P. de - Rio Gurupy. B. do Serv. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 78: 1-44, 49-66, 1936. 14 est., 2 mapas.

OLIVEIRA, A.I. de - Geologia de Sergipe. Rio de Janeiro. Miner. e Metal., 1943. 16p., il.

OLIVEIRA, A.I. de - Ouro; Estados do Pará e Maranhão. B. do Serv. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 29: 7-13, 1938. (Apreciação do Diretor do S.F.R.M. à respeito do trabalho realizado pelos técnicos na região Gurupi-Turiaçu).

OLIVEIRA, A.I. de - Reconhecimento Geológico no rio Xingu, Estado do Pará. B. do Serv. Geol. e Mineral. Rio de Janeiro, 29: 1-55, 1928.

OLIVEIRA, A.I. de & LEONARDOS, O.H. - Geologia do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola, 1943. 813p., il. mapas (Série Didática, 2).

OLIVEIRA, A.J. de - Estado do Pará e Maranhão; Região Limítrophe. B. do Serv. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 18: 16, 1935.

OLIVEIRA, E.P. de - |... reconhecimento geológico da região do Gurupi ...| Relat. Anu. do Serv. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 1934: 9-10, 1935. (Apreciação do Diretor a respeito do trabalho realizado por Pedro de Moura).

OLIVEIRA, M.A.M. - Reconhecimento do flanco oeste da bacia do Maranhão. Belém, Relat. Inédito Petrobrás-RENOR, 171, 1961.

OLIVEIRA, S. & PETRI, S. - Reconhecimento geológico da área de Exposição da Formação Pirabas no Estado do Pará. Sep. da R. da Esc. Minas, Ouro Preto, 48 (1): XVIII, nº1, 1952

PAIVA, G. de & MIRANDA, J. - Geologia e recursos minerais do Meio-Norte. B. geogr. Rio de Janeiro, 5 (56):873-874, 1947.

PAIVA, G. de; SOUZA, H.C.A.; ABREU, S.F. - Ouro e bauxita, região do Gurupy (Pará e Maranhão). B. do Serv. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 13: 1-172, mapas, qd.

PANDOLFO, C.M. - Notas sobre os depósitos de evaporitos da bacia amazônica, minério de bauxita fosforosa do Maranhão e reconhecimentos geológicos em áreas do Estado do Amazonas e territórios do Rio Branco e Rondônia. Belém, Superintendência do Plano de Valorização Econômica, 1959. 2v. mimeogr., il. (Sér. Recursos Naturais, 5).

PAMPLONA, H.R.P.; PORTO, R. & LIMA, E.C. - Evolução geológica no Grupo Canárias; Bacia de Barreirinhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais do ... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. (Vol. 3) p. |93|-106.

PENNA, D.F. - Breve notícia sobre os sambaquis do Pará. Arq. do Mus. Nac. Rio de Janeiro, 1, 1876.

PETRI, S. - Foraminíferos miocênicos da formação Pirabas. B. da Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. SP. 216 (16): 1-79, 1957 9 est., 3 tab., 2 graf.

PINTO, M. da S. - Bauxita. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 2 (8): 145-157, 1937.

PONTES, A.R. - Exploração do Petróleo no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais do... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. (Vol. 3) p. |3|-13.

RABELO, C. de Q. - Bauxita fosforosa de Pirocaua, Turiaçu-Maranhão. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 9 (51): 123-126, 1945.

REZENDE, W.M. & PAMPLONA, H.R.P. - Estudo do desenvolvimento do Arco-Ferrer-Urbano Santos. B. téc. da Petrobrás. Rio de Janeiro, 13 (1/2): 5-14, Jan./Jun. 1970.

REZENDE, W.M. de & FERNANDES, J.O. - Integração geológica da Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas. Petrobrás, 1971.

RONCARAT, H. & FRANCISCONI, O. - Estudo preliminar da bacia de Bragança. Belém, Petrobrás |s.d.|

SANTOS, M.E. de C.M. - Equinodermas da formação Pirabas, Estado do Pará. Relat. Anu. da Div. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 1957: 150-151, 1958.

SANTOS, R. da S. & TRAVASSOS. - Contribuição a paleontologia do Estado do Pará; peixes fósseis da formação Pirabas. Monogr. da Div. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 16: 1-36, 1960.

SHAW, D.M. - Element distribution laws in geochemistry. Geoch. et Cosm. Acta. 23: 116-134, 1961.

SILVA, O.F. & LOEWENSTEIN, P. - Contribuição à Geologia da Folha de São Luís (SA.23), no Estado do Pará. II. Novas localidades e razão de magnésio/cálcio do Calcário Pirabas. B. do Mus. Paraense Emílio Goeldi. Nova Sér. Geol. Belém, 13: 1968.

SIOLI, H. - Estudo preliminar das relações entre a geologia e a limnologia da zona bragantina (Pará). B. téc. do Inst. agron. N. Belém, 24: 67-76, 1951. 2 mapas, 3 tab.

SOMBROEK, W.G. - Amazon soils; a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon Region. Wageningen, Centre for Agricultural Publications and Documentation, 1966. 292p. il.

SOUZA, H.C.A. de - Notas sobre as minas de ouro na região do Gurupy-Turiaçu, Pará-Maranhão. |Belém| DNPM, 5.D., 1936

SOUZA, H.C.A. de - Rochas da região do Gurupi, Maranhão. Miner. e Metal. Rio de Janeiro, 3 (15): 177-180, 1938.

SOUZA, H.C.A. de - Rochas da região Bragança e Turi-Açu (Pará-Maranhão). B. do Serv. Fom. Prod. Miner. Rio de Janeiro, 32: 1-36, 1938. 6 est., mapa.

SOUZA, H.C.A. de - Sedimentos não metamórficos do Alto Gurupi. B. do Serv. Geol. Mineral. Rio de Janeiro, 78:44-48, 1936. 2 perfil. geol.

TURNER, F.J. & WEISS, L.E. - Structural analysis of metamorphic tectonites. New York, McGraw-Hill |c. 1963| (International series in the earth sciences). 545 p., il.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

Base planimétrica obtida a partir da redução de mosaicos semi-controlados de radar, em escala 1/500.000, executados pela LASA S/A, em 1971/72, para o Projeto Radam.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

PROJETO GURUPI

MAPA GEOLÓGICO

ESCALA 1/500.000

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

Convênio DNPM-CPRM

Reconhecimento geológico efetuado pela CPRM - Superintendência Regional de Belém, no ano de 1975.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM JANEIRO DE 1973

VARIAÇÃO ANUAL

CONVENÇÕES

GEOLÓGICAS

QUATERNÁRIO HOLOCENO

Qal

Sedimentos inconsolidados, predominando aluviões-areias, argilas, siltes e cascalhos.

QUATERNÁRIO PLEISTOCENO

Sedimentos inconsolidados, predominando colúvios e subordinadamente aluviões-areias, argilas, siltes e cascalhos.
Qd - Quaternário dunas.

TERCIÁRIO

Tb | Lt

Grupo Barreiras: arenitos brancos e róseo-avermelhados, granulação variada pouco consolidados, arenitos ferruginosos (grés do Pará), leitos de argila creme e caulim. Lt - Laterita.
Formação Pirabas: camadas de calcário, argilas e areias.

CRETÁCEO

Ki

Formação Itapecuru: arenitos predominantemente vermelhos, conchíferos, siltitos, argilitos vermelhos, laminados, calcário margoso fossilífero.

MESOZÓICO

Mz | Ki

Formação Itapecuru - Ki: arenitos predominantemente vermelhos, conchíferos, siltitos, argilitos vermelhos, laminados, calcário margoso fossilífero.
Mesozóico (?) - Mz: apiortes, diabásio e riolitos.

EO-PALEOZÓICO (?)

Formação Piriá: grauvacas de coloração cinza esverdeados, granulação fina, compacta; arenitos brancos a rósseos, finos a médios, compactos; siltitos e folhelhos fossilíferos (?).

PRÉ-CAMBRIANO

PCg

Grupo Gurupi: ardósias, quartzitos, filitos, xistos, micaxistos cortados por veio de quartzo, metariolitos, metadacitos e anfibolitos.

PRÉ-CAMBRIANO

PCg

Complexo Basal: granitos (Gr), granodioritos, quartzo-pórfiros, anfibolitos, gnaisses, migmatitos, cataclasitos, pegmatitos e tonalitos.

- Contato definido
- Contato aproximado
- Contato suposto
- Contato litológico
- Falha indiscriminada
- Falha com deslocamento horizontal
- Fratura indiscriminada
- Fratura encoberta
- Dique de diabásio
- Estrutura dobrada
- Lineações estruturais
- Foliação
- Foliação com mergulho
- Foliação vertical
- Atitude de camada
- Camada horizontal

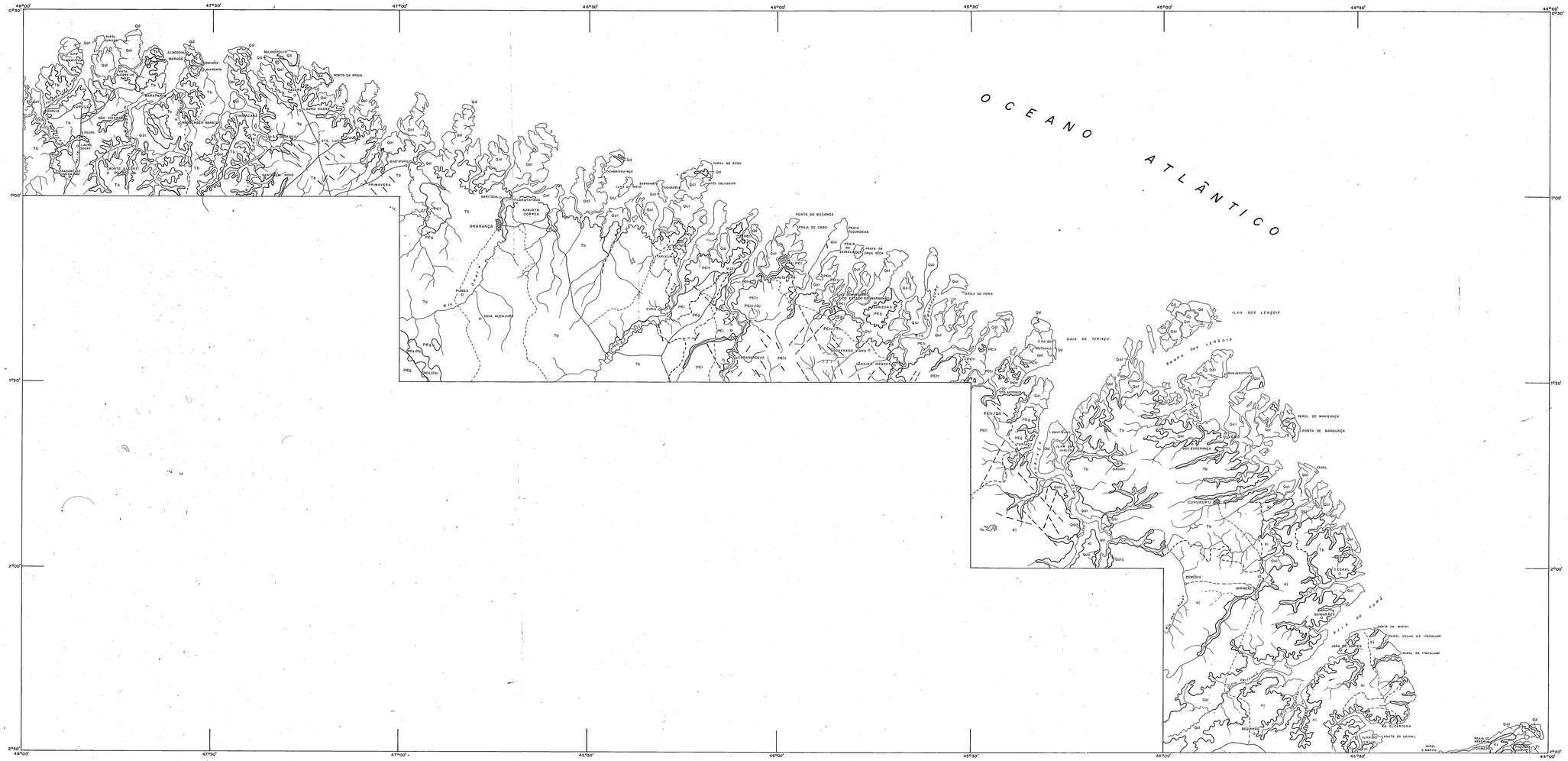
GEOGRÁFICAS

- Drenagem principal
- Drenagem secundária
- Cidade
- Povoado
- Fazenda
- Aldeia
- Estrada asfaltada
- Estrada pigarrada

PROJETO GURUPI
RELATÓRIO FINAL DE ETAPA
MAPA GEOLÓGICO INTEGRADO
ANEXO I
1/500.000

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL


OCEANO ATLÂNTICO
BRAGANÇA
PORTO DA PRAIA
SALINÓPOLIS
ALGODOAL
MARUDÁ
MARACANÃ
MARAPANIM
QUATIPURU
PRIMAVERA
VILA DE MARACANÃ
VILA DE QUATIPURU
VILA DE PRIMAVERA
VILA DE MARAPANIM
VILA DE SALINÓPOLIS
VILA DE ALGODOAL
VILA DE MARUDÁ
VILA DE MACAPAZINHO
VILA DE TAMANCUARA
VILA DE TAMANCUARA-AÇU
VILA DE SÃO SALVADOR
VILA DE TUCUMÃ
VILA DE TUCUMÃ-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM-AÇU
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM
VILA DE SÃO JOÃO DE PIRABAS-MIRIM