

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEOFÍSICAS E GEOLÓGICAS**

Estudo Sedimentológico dos Sedimentos Barreiras, Ipixuna e Itapecuru, no Nordeste do Pará e Noroeste do Maranhão.

Tese Apresentada por

Ana Maria Góes

como requisito parcial à obtenção do grau em

Mestre em Ciências

Na área de

Geologia

Conferido pelo Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Geofísicas e Geológicas da  
Universidade Federal do Pará

Aprovado: 24.06.81

Werner Trückebrodt  
WERNER TRUCKENBRODT (ORIENTADOR)  
Vladimir Jindrich  
VLADMIR JINDRICH  
Setembrino Petri  
SETEMBRINO PETRI

Comitê de Tese

## AGRADECIMENTOS

Os nossos sinceros agradecimentos a todos aqueles, que direta e indiretamente, contribuiram conosco para a realização deste trabalho. De modo especial, queremos destacar as seguintes pessoas e entidades:

Ao professor Werner Truckenbrodt, pela orientação, ensinamentos e estímulos que nos foram inestimáveis.

Ao professor Setembrino Petri, por ter nos ajudado na proposição das linhas gerais desta pesquisa, bem como das valiosas sugestões que nos ofereceu.

Aos professores João José Bigarella e Vladimir Jindrich, pelas sugestões e ajuda durante os trabalhos de campo.

A Mauro Fumio Yamamoto, pelos trabalhos de computação; a Roberto Vizeu Lima Pinheiro, pelos desenhos preliminares e a Sra. Gisélia Barriga, pela datilografia da primeira versão deste trabalho.

À Coordenação do Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos por um ano.

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), pelo suporte financeiro dado durante os trabalhos de campo, no âmbito do Projeto Integrado do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas (NCGG).

## LISTA DAS ILUSTRAÇÕES

Pag

### TABELAS

1. Análise de freqüência dos dados granulométricos do Grupo Barreiras .....	23
2. Análise de freqüência dos dados granulométricos do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru .....	24
3. Análise de freqüência dos minerais pesados transparentes do Grupo Barreiras e das Unidades Ipixuna e Itapecuru, na fração 0.250 - 0.125 mm .....	26
4. Análise de freqüência dos minerais pesados transparentes do Grupo Barreiras e das Unidades Ipixuna e Itapecuru, na fração 0.125 - 0.062 mm .....	27
5. Análise de freqüência do índice de maturidade ZTR e ZTRE do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru .....	29
6. Análise vetorial das atitudes de estratificação cruzada da fácie Ipixuna e da orientação dos seixos do Grupo Barreiras .....	41

### FIGURAS

1. Relação entre as fácies Conglomerática, Argilo-Arenosa e Conglomerática do Grupo Barreiras e a Formação Pirabas .....	9
2. Esboço geológico-geomorfológico, trecho Salinópolis (PA) - Imperatriz (MA) .....	15
3. Localização dos principais afloramentos estudados do Grupo Barreiras, fácie Ipixuna e da Formação Itapecuru .....	18
4. Perfil esquemático do Grupo Barreiras, Formação Pirabas, fácie Ipixuna e Formação Itapecuru, no trecho entre Salinópolis (PA) e Imperatriz (MA) .....	19
5. Diagramas em rosa das atitudes do eixo maior dos seixos do Grupo Barreiras .....	39

6. Diagramas em rosa das atitudes de estratificação cruzada da fácie Ipixuna .....	40
7. Esboço geológico da região do Gurupi .....	43
8. Coluna estratigráfica da região do Gurupi .....	44

#### FOTOGRAFIAS

1. Aspecto geral dos sedimentos do Grupo Barreiras, mostrando a fácie Arenosa (superior) e Argilo - Arenosa (inferior). Rodovia Nova Timboteua-Salinópolis, km 5 (PA) .....	11
2. Microconglomerado e arenito ferruginoso da base da fácie Arenosa do Grupo Barreiras. Rodovia Belém-Brasília, próximo a Irituia (PA) .....	12
3. Aspecto geral de afloramento de sedimentos da fácie Ipixuna, Rodovia Belém-Brasília, marco km 1547, 6 km norte de Gurupi do Pará (PA) .....	14
4. Ritmitos da fácie Ipixuna, exibindo intercalações de arenitos com estratificação cruzada e argilitos. Na parte inferior da foto, destaca-se intercalação mais espessa de arenito com estratificação cruzada. Na rodovia Belém-Brasília, marco km 1702, 1 km norte de Ipixuna (PA) .....	16
5. Detalhe de estratificação cruzada na fácie Ipixuna, salientada pela concentração de minerais pesados. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1700, 2 km sul de Ipixuna (PA) .....	31
6. Detalhe de estratificação cruzada na fácie Ipixuna. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1576, 8 km norte de Gurupi do Pará (PA) .....	32
7. Detalhe de estratificação cruzada na fácie Ipixuna, salientando-se a presença de fragmentos de argila englobados no sedimento. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1702, 21 km norte de Ipixuna (PA) .....	33
8. Brecha intraformacional na fácie Ipixuna, constituída de fragmentos de pelitos. Rodovia Belém-Brasília .....	

marco km 1668, 4 km norte da entrada principal de Paragominas (PA) .....	34
9. Detalhe de estratificação cruzada em arenito conglomerático da Formação Itapecuru. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1423, a 4 km norte de Açaílândia (MA). .	35
10. Detalhe de estratificação cruzada em arenito conglomerático da Formação Itapecuru. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1423, a 4 km norte de Açaílândia (MA). .	36
11. Aspecto geral dos sedimentos da Formação Itapecuru, exibindo estratificação cruzada e estrutura de corte e preenchimento. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1423, 4 km norte de Açaílândia (MA) .....	37
12. Contato erosivo entre sedimentos do Grupo Barreiras (superior) e fácies Ipixuna (inferior). Rodovia Paragominas - Tomé-Açu, 1 km noroeste da ponte sobre o rio Capim (PA) .....	51

QUADRO

1. Principais características dos sedimentos do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru .....	20
--	----

## SUMÁRIO

	Pag
AGRADECIMENTOS .....	i
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	ii
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	4
2. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS .....	5
2.1 <u>Estratigrafia Anterior</u> .....	5
2.1.1 Barreiras .....	5
2.1.1.1 Conceito de Barreiras .....	5
2.1.1.2 Barreiras no Estado do Pará .....	5
2.1.2 Ipixuna .....	6
2.1.3 Itapecuru .....	7
2.2 <u>Descrição das Unidades Litoestratigráficas e suas Interrelações</u> .....	8
2.2.1 Barreiras .....	8
2.2.2 Ipixuna-Itapecuru .....	13
3. ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS .....	21
3.1 <u>Metodologia</u> .....	21
3.2 <u>Resultados Obtidos de Análises Texturais</u> .....	22
3.3 <u>Resultados Obtidos de Análises Mineralógicas</u> .....	25
3.3.1 Minerais Essenciais dos Sedimentos Arenosos e Pe líticos .....	25
3.3.2 Minerais Acessórios Transparentes da Fração Areo sa .....	25
3.3.3 Caracterização das Unidades .....	28
3.4 <u>Resultados Obtidos de Análises de Estruturas Sedi             mentares</u> .....	30
3.4.1 Principais Tipos de Estruturas .....	30
3.4.2 Análise Vetorial de Estratificação Cruzada e Ori entação de Seixos .....	38

	Pag
<b>4 INTERPRETAÇÃO</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Barreiras</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Ipixuna</b>	<b>45</b>
<b>4.3 Itapecuru</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Barreiras, Ipixuna e Itapecuru</b>	<b>47</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>48</b>
<b>5.1 Barreiras</b>	<b>48</b>
<b>5.2 Ipixuna</b>	<b>49</b>
<b>5.3 Itapecuru</b>	<b>49</b>
<b>5.4 Barreiras, Ipixuna e Itapecuru</b>	<b>50</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>52</b>

## RESUMO

Este trabalho apresenta as características sedimentológicas das unidades sedimentares Itapecuru, Ipixuna e Barreiras, florantes em grande parte no nordeste do Estado do Pará, bem como no noroeste (Maracaçumé - Turiaçu - Santa Inês) e sudoeste (Serra do Tiracambu, Açaílândia) do Estado do Maranhão.

Os sedimentos Barreiras subdividem-se em fácies Conglomerática, Argilo-Arenosa e Arenosa. Suas principais características são: má a moderada seleção de areias e seixos; altos teores de matriz; seixos quartzosos disseminados; presença pouco expressiva de estratificação, concreções e arenitos ferruginosos. O material foi depositado em ambiente subáreo, a partir de fluxos gravitacionais de lama e areia e, restritamente, em ambiente lacustre, durante um clima com tendência a semi-aridez. As principais áreas fonte são provavelmente os xistos da Formação Santa Luzia (Pré-Cambriano) e sedimentos preexistentes.

Os sedimentos Itapecuru, dos quais apenas a parte noroeste de sua distribuição foi estudada, constituem-se por arenitos médios, localmente conglomeráticos, ricos em estratificação cruzada tangencial, acanalada e restritamente siltitos. Representam sedimentação típica de ambiente fluvial em clima, provavelmente, com tendência a semi-aridez. As áreas-fonte são predominantemente graníticas, secundariamente rochas metamórficas (xistos) e sedimentos preexistentes.

Os sedimentos Ipixuna caracterizam-se por sua granulação arenosa fina, ausência de seixos, boa seleção das areias, matriz caulínica, bancos de caulim e abundância de estratificação cruzada tangencial. Subdividem-se em litologia A, formada por arenitos finos a médios caulínicos com estratificação cruzada e subordinadamente siltitos; litologia B, composta por intercalações ritmicas, exibindo arenitos finos e argilitos, e por bancos de caulim. Estas características indicam maior afinidade litológica entre as unidades Itapecuru e Ipixuna, principalmente de sua litologia A, do que com o Grupo Barreiras. Os sedimentos Ipixuna foram depositados em ambiente flúvio-lacustre, sendo os canais fluviais do tipo meandrante. A assembleia de minerais acessórios é pobre, sugerindo que na fase anterior (ou durante ?) à sedimentação Ipixuna

na o clima é úmido, corroborado também pela presença de espessas camadas de caulim.

O processo de bauxitização de idade terciária inferior a tingiu indistintamente Ipixuna e Itapécuru, não tendo sido constatado no Barreiras.

## ABSTRACT

Barreiras, Itapecuru and Ipixuna are exposed in large regions of Pará and Maranhão State.

The Barreiras sediments are divided in conglomeratic, sandy clay and sandy lithofacies. Textural immaturity and abundant mud-supported clastics in particular, suggest depositions mainly by debris flows under semiarid conditions. The three lithofacies were probably derived from Precambrian schists of Santa Luzia Formation and preexisting sediments.

The Itapecuru sediments consist of crossbedded sandstones, locally with minor conglomerates and mudstones, deposited in fluvial environment, probably tending to a semiarid conditions.

The Ipixuna facies consists of crossbedded kaolinitic sandstones, minor mudstones (lithology A) and laminated mudstone-fine sandstone units including thick kaoline layers (lithology B). The fine sandstones are texturally and mineralogically mature. Lacustrine-fluvial origin is proposed for Ipixuna facies. The impoverished heavy-mineral assemblage and thick kaoline-layers suggest humid-hot climate that probably prevailed before (during?) the Ipixuna sedimentation.

Textural and structural characteristics of the sediments studied show that there is a clear difference between Barreiras Group and Ipixuna facies and that the latter is correlated with the Itapecuru Formation.

Bauxitization of lower Tertiary age affected only the Ipixuna and Itapecuru sedimentary rocks.

## 1 INTRODUÇÃO

Os sedimentos Barreiras têm sido descritos informalmente no litoral brasileiro, desde o Rio de Janeiro até o Amapá, bem como em regiões no interior do Pará e Amazonas (Bigarella e Andrade, 1964).

São constituídos por sedimentos terrígenos; afossilíferos; pouco consolidados; cores variegadas; litologicamente variando entre argilas e conglomerados; com idade presumível terciária superior, baseada em suas relações concordantes com a Formação Pira das no Pará (Francisco et alii, 1971).

No Pará, levando-se em conta essa descrição tão genérica, todo sedimento ainda não posicionado estratigraficamente tem sido considerado Barreiras, desde o litoral até as regiões mais interioranas a sul e a oeste.

Tendo em vista estes fatos, consideramos importante um estudo detalhado em termos de mineralogia, textura, estruturas sedimentares e relação de contato visando, em primeira instância, melhor definir litologicamente os sedimentos Barreiras, para assim diferenciá-los de outras unidades sedimentares.

Foram escolhidas como áreas de trabalho as regiões Bragança, de Salgado e de Paragominas, principalmente a parte ao longo do eixo da rodovia Belém-Brasília, por possuirem bons afloramentos e terem sido descritas pela maioria dos autores como de ocorrência de Barreiras.

A evolução do trabalho condicionou, para fins comparativos, a ampliação da área de trabalho, incluindo afloramentos da Formação Itapecuru, ao longo das rodovias Pará-Maranhão entre Turiaçu e Maracaçumé, Santa Inês-Açailândia na Serra do Tiracambu e nos arredores de Açailândia, no Estado do Maranhão.

## 2 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

### 2.1 Estratigrafia Anterior

#### 2.1.1 Barreiras

##### 2.1.1.1 Conceito de Barreiras

Oliveira e Leonardos (1943) citam que a primeira referência às Barreiras encontra-se na carta de Pero Vaz de Caminha, em 1500.

Matoso e Robertson (1959) comentam que o termo "Barreiras" tem significado fisiográfico, tendo sido usado desde o século passado, para se referir a estreita faixa sedimentar que bordea a maior parte da costa brasileira. Estes autores, por considerarem imprópria as denominações de Série ou Formação Barreiras, sugerem as suas substituições pela designação de Formações Cenozoicas Indiferenciadas ou Cenozóico Indiviso, até que trabalhos estratigráficos detalhados sejam realizados.

Estes foram desenvolvidos no nordeste brasileiro, a partir da década de 60 aplicando, sobretudo, métodos morfoclimáticos além dos estratigráficos clássicos. Bigarella e Ab'Saber (in Bigarella e Andrade, 1964) reconheceram a presença de diversas superfícies de erosão e de superfícies de agradação correspondentes, que associados à análise pormenorizada de texturas e estruturas dos depósitos, possibilitaram a formulação de considerações sobre os paleoclímas e a estratigrafia do Barreiras.

##### 2.1.1.2 Barreiras no Estado do Pará

O termo Barreiras, no Estado do Pará, tem sido usado indistintamente para designar os sedimentos das regiões do Baixo Amazonas, Bragantina e Salgado. Nas décadas de 20 e 30, Albuquerque (1922), Katzer (1933), Moura (1932 e 1938) e Amaral (1954) utilizam a denominação de Barreiras para os sedimentos do Baixo Amazonas. A partir da década de 50, os geólogos da PETROBRAS (in Brito, 1979) passam a denominar, informalmente, estes sedimentos de Formação Alter do Chão; Caputo et alii (1972) formaliza este termo. Molnar e Almaraz (1966), Issler et alii (1974) e Almaraz (1979) usam os dois termos como se fossem sinônimos, apesar de Daemon

(1975) provar a idade cretácea dos sedimentos Alter do Chão e a inviabilidade de os correlacionar aos sedimentos Barreiras.

Tampouco, Ackermann (1964, 1969) admite correlação entre a "Série" Barreiras do Baixo Amazonas com as da região Bragantina, em função da ausência nestes de camadas intensamente coloridas, e predominância de sedimentos arenosos. Considera os lateritos, solo laterizados e o "grés do Pará" como critérios para reconhecimento dos sedimentos Barreiras. Sugere que a deposição desta unidade corresponda ao fim do Terciário e Quaternário e que processos erosivos pré e pós-Barreiras atuaram intensamente. Admite discordância erosiva entre Barreiras e Formação Pirabas.

Sá (1969) aborda o Barreiras aflorante na região Bragantina e propõe sua subdivisão em Barreiras e pós-Barreiras, duas unidades litologicamente distintas, separadas por discordância erosiva. O Barreiras representaria os sedimentos de granulação mais fina, mais compactos, cores variadas, com "grés do Pará" e concreções ferruginosas formadas "in situ". O pós-Barreira abrangeia sedimentos de granulação mais grosseira, com predominância de frações de areia fina e grossa, com leitos delgados de seixos quartzosos, "grés do Pará" e concreções ferruginosas retrabalhadas.

Francisco et alii (1971), Arantes et alii (1972) e Nunes et alii (1973), fazem referência ao Barreiras dentro de um contexto regional. Consideram-no interdigitado com a Formação Pirabas e supõem, para sua origem, ambiente flúvio-lacustre.

## 2.1.2 Ipixuna

Francisco et alii (1971) criaram a denominação "Formação Ipixuna" para designar o conjunto litológico essencialmente arenoso, rico em caulim e estratificação cruzada, com argilito vermelho subordinado, aflorante desde 60 km ao sul de São Miguel do Guamá (PA) até 31 km ao norte de Imperatriz (MA). As melhores exposições encontram-se ao longo da rodovia Belém-Brasília, principalmente nos arredores da Vila Ipixuna (PA). Estes autores consideram que a unidade está sotoposta, discordantemente, aos sedimentos Barreiras e sobreposta aos sedimentos Itapecuru; e, supondo para sua origem ambiente flúvio-lacustre, de idade presumível ter-

ciária inferior, com base em dados fossilíferos de Jupiassu (1970). No entanto, a referida autora coloca dúvidas em precisar esta idade, já que o exemplar encontrado (Humiriaceae) teve seu aparecimento a partir do início do Mesozóico.

A área em foco é considerada como de afloramentos de sedimentos cretáceos pelos autores do mapa geológico do Brasil (1960, in Francisco et alii, 1971), Andrade Ramos (1961) e Lima et alii (1979). Por outro lado, Molnar e Almaraz (1966), Nunes et alii (1973), Krebs e Arantes (1973), Costa et alii (1975) e Almaraz (1979) consideram esta mesma região como de domínio dos sedimentos Barreiras.

### 2.1.3 Itapecuru

O primeiro pesquisador a formalizar a Formação Itapecuru foi Campbell et alii (1949), apesar da literatura citar Lisboa (1914, in Costa et alii, 1975) como pioneiro no uso do termo Itapecuru, com conotação de camadas.

Campbell et alii (1948) estudando a borda oeste da Bacia do Maranhão, identificou a formação supracitada. Inicialmente, preferiu denominá-la de Formação Serra Negra e só um ano depois utilizou o termo Itapecuru.

A denominação foi usada por ele para definir o conjunto litológico essencialmente arenoso, de coloração cinza esverdeada a vermelho acastanhada, com folhelho cinza esverdeado, marrom ou vermelho subordinado. Está sotoposta à Formação Barreiras e sobreposta à Formação Corda, sendo considerada de idade cretácea, com base em fósseis estudados por Price (in Luz, 1959). A localidade tipo encontra-se na cidade de Itapecuru Mirim, junto ao rio Itapecuru (MA).

Mesner e Wooldridge (1962, in Mesner e Wooldridge 1964) criam a Formação Tutóia na Bacia do Barreirinhos e consideram-na fácies marinha da Formação Itapecuru e desta forma admitem idade albiana para esta, com base no registro palinológico.

Lima et alii (1979) admitem para a seqüência Itapecuru uma deposição acentuadamente fluvial, com faixas lacustrinas e planícies de inundação. Supõem que o clima é semi-árido em função do

extensivo caráter oxidante dos sedimentos. Pelo fato de incluir a Formação Alcântara como pertencente à parte superior da Formação Itapecuru, na região de São Luis, concluem por um posicionamento temporal equivalente ao trânsito Albiano-Cenomaniano para a seqüência Itapecuru.

## 2.2 Descrição das Unidades Litoestratigráficas e suas Interrelações

### 2.2.1 Barreiras

No presente trabalho, endossamos a denominação de "Grupo Barreiras" (Bigarella e Andrade, 1964) para o conjunto litológico aflorante na região Bragantina e Salgado, exceto os sedimentos holocénicos.

Propomos a subdivisão do Grupo Barreiras em três litofácies, a saber: Conglomerática, Argilo-Arenosa e Arenosa. A relação espacial entre estas fácies e os sedimentos da Formação Pirabas está esquematizada na figura 1.

A fácie Conglomerática ocorre restritamente na região de Ourém, Capitão Poço e arredores de Santa Luzia (PA). Jaz em discordância erosiva sobre os xistos da Formação Santa Luzia (Pré Cambriano, Abreu et alii, 1980) e corresponde à base da seqüência Barreiras, na área mais próxima à fonte.

Os conglomerados são oligomíticos e seus componentes quartzosos, sustentados por abundante matriz de areia grossa argilosa ("mud-support"). Seus seixos mal selecionados e pouco retrabalhados, apresentam formas irregulares, com tamanhos variando desde pouco centímetros até blocos, com diâmetro médio entre 15 e 20 cm. Não apresentam estruturas visíveis.

A fácie Argilo-Arenosa aflora nas proximidades de Santa Luzia do Pará e Castanhal, no trecho entre Capanema - Santa Maria e São Miguel do Guamá, tendo a melhor expressão nas falésias do litoral (Maracanã e Salinópolis).

Caracteriza-se por maior heterogeneidade litológica, representada por camadas argilosas, argilo-arenosas, arenoso-argilosas e arenosas limpas, nitidamente interdigitadas.

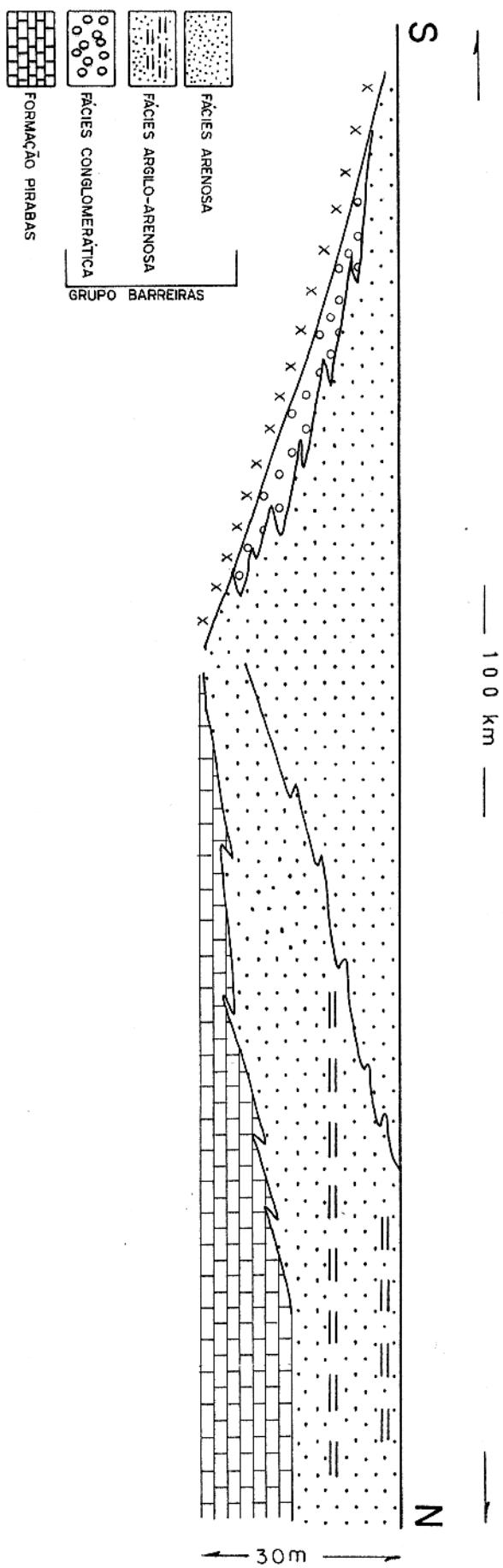


FIG.1-ESQUEMA MOSTRANDO AS RELAÇÕES ESPACIAIS ENTRE AS FÁCIES CONGLOMERÁTICA, ARENOSA E ARGIL-ARENOSA  
DOS SEDIMENTOS BARREIRAS.

Os sedimentos argilosos apresentam colorações variegadas, geralmente pouco plásticos e maciços. No sentido do contato com a Formação Pirabas, gradativamente, estes sedimentos tornam-se mais plásticos, assumem coloração cinza-esverdeada e estratificação horizontal, dada por intercalações de lâminas de areia centimetricamente espaçadas.

Os sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos apresentam colorações mosqueadas, granulação areia média, moderada seleção, ausência de estratificação e presença de concreções ferruginosas e "grés do Pará".

As areias limpas apresentam granulação fina a grossa até conglomerática, moderada seleção, caráter friável e níveis laterizados. Na região Bragantina, estas areias são mais grosseiras, pouco espessas e podem desenvolver estratificação cruzada; enquanto que no Salgado são de granulação mais fina, mais espessas e desenvolvem estratificação horizontal.

A fácies Arenosa geralmente capta a Argilo-Arenosa (foto 1), podendo, também aflorar isoladamente, de tal forma que é a fácies de maior representatividade em área e correspondente ao topo da seqüência Barreiras. Geralmente, o contato com a fácies Argilo-Arenosa é brusco e irregular, marcado por nível conglomerático com concreções ferruginosas detriticas e/ou micro-seixos de quartzo. Saliente-se que foi também observada passagem gradativa, apesar de ser mais rara.

A fácies Arenosa constitui-se de arenitos amarelados de granulação média, mal selecionados, com grânulos e seixos (4-5mm) disseminados e maciços. Em suas partes basais e medianas ocorrem níveis lenticulares de microconglomerados, pouco espessos (10 - 20 cm), constituídos por seixos quartzosos moderadamente selecionados (6 - 10 mm), alongados e achatados (foto 2).

Distinguem-se dois níveis de concreções ferruginosas retrabalhadas e fragmentos de arenitos ferruginosos. Um nível ocorre englobado na fácies Arenosa e outro, no contato entre esta fácies e a Argilo-Arenosa (foto 2). Essas linhas de seixos podem representar paleopavimentos detriticos, formados durante certa aridez climática (Bigarella et alii, 1975).

É possível que várias fases de laterização tenham atingido o Barreiras. Uma pelo menos é contemporânea à sedimentação, evi-



Foto 1 - Aspecto geral dos sedimentos do Grupo Barreiras, mostrando a fácies Arenosa (superior) e Argilo-Arenosa (inferior). Rodovia Nova Timboteua - Salinópolis, km 5 (PA)



Foto 2 - Microconglomerado e arenito ferruginoso da base da fácies Arenosa do Grupo Barreiras. Rodovia Belém-Brasília, próximo a Irituia (PA).

denciada pela presença de nível laterítico "in situ" na fácies Argilo-Arenosa e detritico na fácies Arenosa, como já salientou Sá (1969).

Em relação ao Grupo Barreiras do nordeste brasileiro, consideramos possível a correlação entre a fácies Argilo-Arenosa com a Formação Guararapes, e da fácies Arenosa com a Formação Riacho Morno (Bigarella, 1975).

### 2.2.2 Ipixuna-Itapecuru

Adotamos a denominação de fácies Ipixuna para o conjunto de sedimentos (foto 3) aflorantes desde 60 km ao sul de São Miguel (Vila Aurora, PA), até aproximadamente 140 km ao norte de Imperatriz (MA) e limitados a oeste pelo Rio Capim (PA); salientando-se sua íntima relação com o complexo sedimentar Itapecuru. Trata-se, provavelmente, de uma fácies deste com características próprias e expressão em área que permitem sua individualização.

Consideramos inviável a correlação entre o Grupo Barreiras e a fácies Ipixuna, baseado na distinção litológica e contato erosivo entre essas unidades, assim como pela ocorrência de níveis bauxíticos, exclusivamente, nos sedimentos Ipixuna e Itapecuru.

A figura 2 é elucidativa no sentido de também distinguir Barreiras e Ipixuna. Observa-se que os sedimentos Barreiras e Pirabas apresentam uma morfologia suave e arrasada (0 a 50 m) e estão locados numa bacia rasa e restrita a norte de Vila Aurora. Os sedimentos Ipixuna sustentam uma morfologia acentuada e peneplanizada (100 - 300 m) e estão encaixados numa bacia a sul, possivelmente a do Maranhão.

A unidade Ipixuna pode ser subdividida em duas litologias A e B, cujas relações estratigráficas ainda não estão definidas; podendo representar, simplesmente, variações sincrônicas nos ambientes deposicionais desta unidade. A litologia A é composta de arenitos brancos, finos, caulinícos, com estratificação cruzada tangencial e, restritamente, de siltitos e argilitos vermelhos. A flora principalmente na região entre Gurupi do Pará e Ligação do Pará. A litologia B é composta por ritmitos de argilitos e arenitos brancos (foto 4), finos, caulinícos com estratificação cruzada e bancos de caulim. Aflora na região entre Ipixuna e Paragominas.

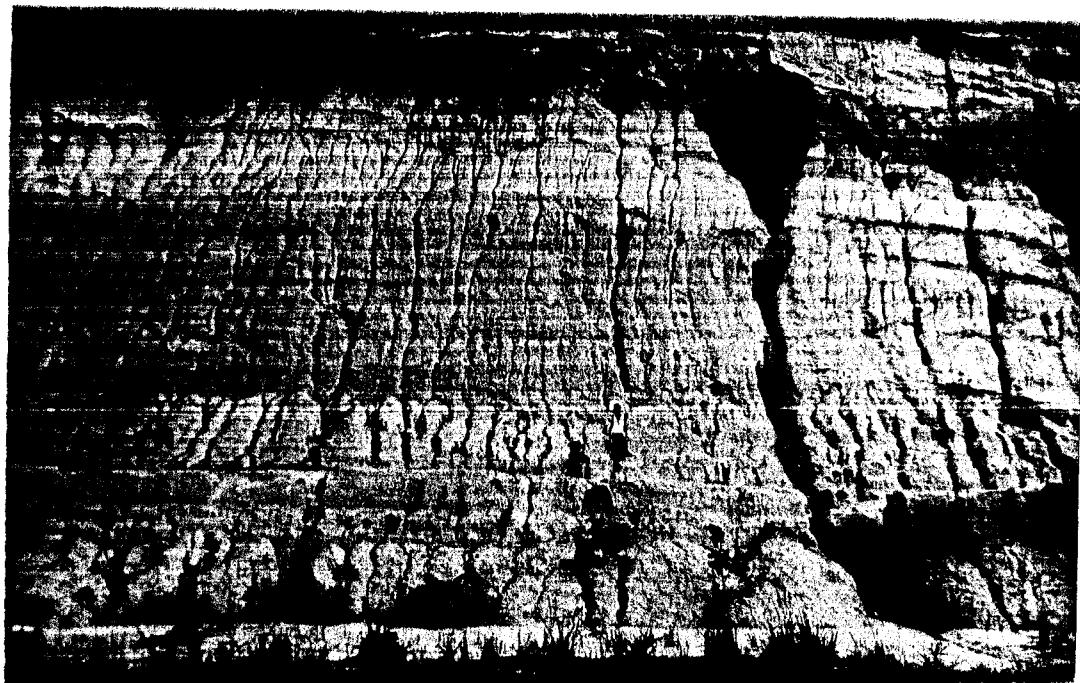


Foto 3 - Aspecto geral de afloramento de sedimentos da fácies Irixuna, Rodovia Belém-Brasília, marco km 1547, 6 km norte de Gurupi do Pará (PA).

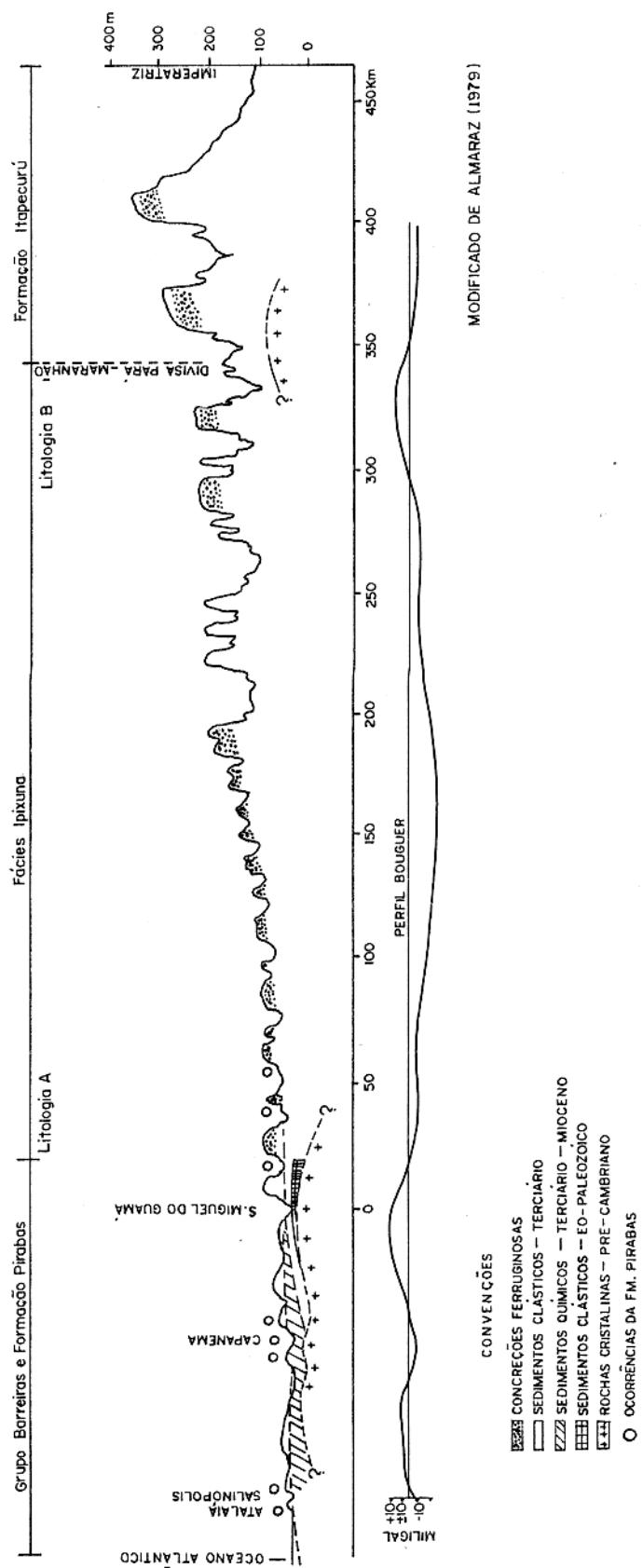


FIG.2: ESBSCO GEOLÓGICO-GEOMORFOLOGICO, TRECHO SALINÓPOLIS (PA)- IMPERATRIZ (MA)

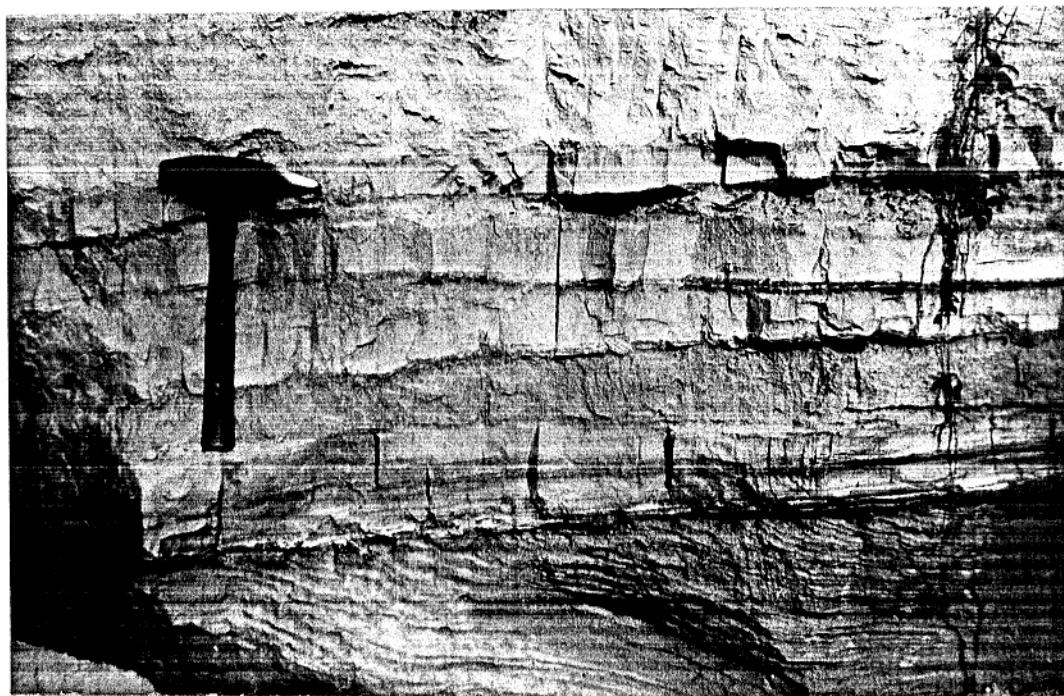


Foto 4 - Ritmitos da fácie Ipixuna, exibindo intercalações de arenitos com estratificação cruzada e argilitos. Na parte inferior da foto, destaca-se intercalação mais espessa de arenito com estratificação cruzada. Na rodovia Belém-Brasília, marco km 1702, 1 km norte de Ipixuna (PA).

nas (PA).

Outro dado interessante revelado pelo perfil Bouger (fig. 2) é que os sedimentos da litologia B correspondem a porções mais profundas da bacia, enquanto que os da litologia A a regiões mais rasas. A litologia predominante fina da unidade B e relativamente mais grosseira da A corroboram esta interpretação.

A relação cronoestratigráfica entre as unidades Ipixuna e Itapecuru não foi estabelecida, em função da ausência de fósseis, contatos encobertos, inexistência de dados de subsuperfície em pontos estratégicos e estudos pormenorizados da Formação Itapecuru. Porém, a grande similaridade litológica e morfológica entre a litologia A do Ipixuna com os sedimentos Itapecuru, das regiões de Maracaçumé-Turiaçu-Santa Inês e Serra do Tiracambu, sugerem a íntima relação entre elas; tratando-se, provavelmente, de fácies de uma mesma unidade.

A figura 3 mostra os principais afloramentos dos sedimentos do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru estudados; enquanto que a figura 4 esquematiza as possíveis relações entre estas unidades, baseada em Almaraz (1979) e em observações de campo. As principais características destas unidades estão resumidas no quadro 1.

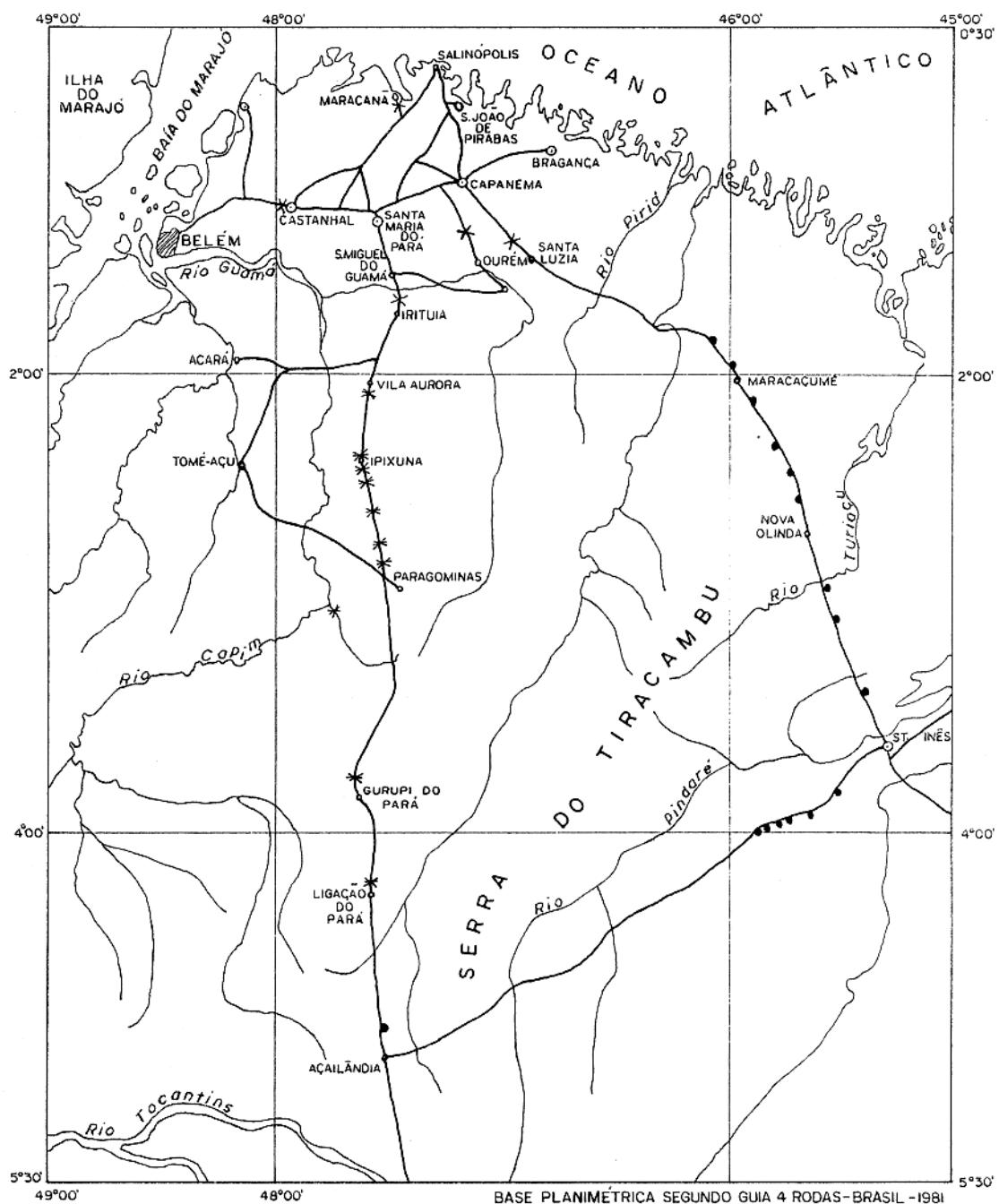
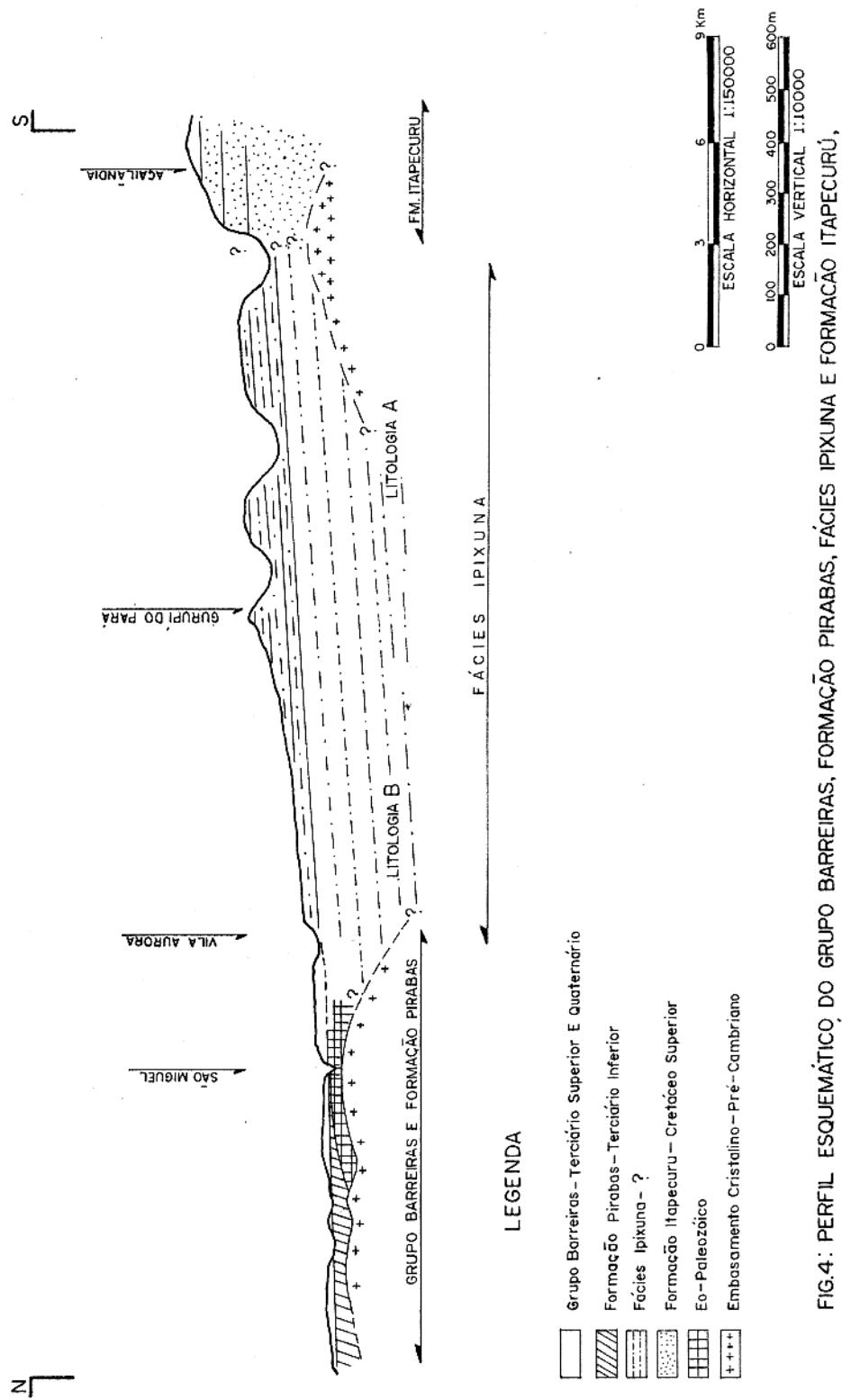


FIG.3: LOCALIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS AFLORAMENTOS ESTUDADOS DO GRUPO BARREIRAS, FÁCIES IPIXUNA E DA FORMAÇÃO ITAPECURU.



Quadro 1 - Principais Características dos Sedimentos do Grupo Barreiras e das Unidades Ipixuna e Itapecuru

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	LITOLOGIA	ESTRUTURAS	MORFOLOGIA	LATERIZAÇÃO
Barreiras	Cores mosqueadas. Sedimentos arenoso-argilosos, arenosos e conglomeráticos. Conglomerados oligomíticos sustentados por matriz. Níveis de microconglomerado quartzoso. Seleção dos sedimentos é de pobre a moderada.	Predominantemente sem estruturas. Restritivamente acamamento horizontal em argilas e estratificação cruzada e horizontal em areias friáveis.	Arrasada e suave (50 m)	Concreções ferruginosas e arenitos ("gres do Pará") "in situ". Níveis de concreções ferruginosas detriticas e fragmentos de arenito ferruginoso. Ausência de níveis bauxíticos.
Ipixuna	Cores claras (branco e branco amarelado). Sedimentos arenosos finos, bem selecionados, com matriz caulinica. Presença de bancos e jazidas de caulim. Siltitos e argilitos vermelhos subordinados.	Abundância em estratificação cruzada tangencial, de médio porte em arenitos e restritamente horizontal. Microlaminação cruzada e horizontal em siltitos. Brechas intraformacionais em siltitos e argilitos. Tubos de verme.	Relativamente acentuada. Platos (100 - 300 m)	Presença de níveis bauxíticos e lateríticos. Presença de jazidas de bauxita.
Itapecuru	Cores claras (branco amarelado a amarelo cláro). Sedimentos arenosos médios, eventualmente conglomeráticos, com moderada seleção e matriz caulinica, eventualmente feldspáticos. Siltitos e argilitos vermelhos subordinados.	Abundância em estratificação cruzada tangencial e acanalada, de médio porte, em arenitos médios e conglomeráticos. Brechas intraformacionais em siltitos e argilitos. Estruturas de corte e preenchimento ("cut and fill").	Relativamente acentuada. Platos (100 - 300 m)	Presença de níveis bauxíticos e lateríticos.

### 3 ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS

#### 3.1 Metodologia

As análises granulométricas visaram o dimensionamento em classes texturais, segundo Wentworth (1922, in Suguio, 1973), apenas das frações arenosas, através do método do peneiramento. O motivo de se estudar, unicamente, a distribuição areia é o alto grau de intemperismo apresentado pelos sedimentos estudados, assim como o fato dos parâmetros da fração areia melhor refletirem os processos mecânicos do transporte. Os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica foram obtidos a partir de fórmulas propostas por Folk e Ward (1957, in Suguio, 1973), cujos cálculos e análise de freqüência foram efetuados a partir de programa de computação denominado LABSE (Yamamoto et alii, inédito).

As análises morfoscópicas envolveram a determinação qualitativa do grau de arredondamento e esfericidade de grãos de quartzo, na fração areia média, com auxílio de lupa binocular, segundo padrão visual de comparação de Power (in Pettijohn et alii, 1972).

As análises mineralógicas incluiram a determinação qualitativa de minerais essenciais das areias e dos sedimentos pelíticos, com auxílio de lupa binocular e difratograma de raio-X. Os minerais acessórios transparentes foram determinados semi-quantitativamente, a partir de concentrados de areia fina e muito fina, obtidos com o uso de bromofórmio. Os concentrados foram montados em lâminas provisórias, em meio a óleo de índice de refração 1,56 e contados 100 grãos por lâmina. Estes dados foram submetidos à análise de freqüência, segundo proposição de Coimbra (1976) e ao cálculo dos índices de maturidade mineralógica ZTR e ZTRE. Estes índices foram obtidos através da somatória das freqüências relativas de zircão, turmalina, rutilo e estaurolita.

As análises de estruturas sedimentares abrangeram análise vetorial de 30 a 200 medidas de estratificação cruzada e orientação de eixo maior de seixos. Os dados foram tratados pelo processo vetorial, segundo Pincus (1953, 1956 in Suguio, 1973), onde cada orientação medida é discutida como vetor unitário, situado a um ângulo  $\alpha$ , em relação a um sistema de coordenadas. A orientação de um grupo de observações é obtida através de vetor-soma, caracterizado por um comprimento  $R$ , pela média dos módulos  $\bar{a}$  (fator

de consistência e pelo ângulo  $\alpha$ .

### 3.2 Resultados Obtidos de Análises Texturais

Foram analisadas 25 amostras do Barreiras, das quais 72% são de granulação areia média (0.5 - 0.25 mm), 60% moderadamente selecionadas, 76% aproximadamente simétrica a negativa e 72% de curvas do tipo mesocúrtica e leptocúrtica (tabela 1 e 2).

Comparando os resultados analisados das areias das fácies Arenosa e Argilo-Arenosa dos sedimentos Barreiras (tabela 2), observamos que as principais características da primeira são a maior homogeneidade (91% tem diâmetro médio de areia média a 100% das amostras tem 6 classes texturais); seleção relativamente mais pobre (73% seleção moderada); assimetria similar à obtida no conjunto, porém com a curva com tendência a se deslocar para os mais grossos e menor para os finos; tendência mais acentuada para curvas do tipo leptocúrticas (64%). As características da segunda fácie são a heterogeneidade (maior dispersão do diâmetro médio e das classes texturais); relativa melhora da seleção (53% muito bem a bem selecionada); assimetria similar ao do conjunto, porém com a curva mais deslocada para os finos; tendência para curvas mesocúrticas (40%), tabela 1.

Os dados granulométricos das 9 amostras dos sedimentos Itapecuru (tabela 2) mostram que 67% das areias têm granulação média, 55% possuem seleção moderada, 44% apresentam assimetria negativa e a agudez dos picos das curvas não mostrou nenhuma tendência.

Os resultados das 15 amostras dos sedimentos Ipixuna (tabela 2) revelam sua maior homogeneidade em relação aos sedimentos do Itapecuru e Barreiras (tabela 2), isto é, 87% de suas amostras têm granulação areia média, 80% bem selecionada e 80% possuem 3 a 4 classes texturais.

As areias quartzosas do Grupo Barreiras se distinguem por apresentarem duas populações de grãos subarredondados equidimensionais e subangulosos alongados. As areias quartzosas dos sedimentos Itapecuru e Ipixuna são constituídas, na maior parte, por grãos subangulosos e alongados, sendo raras as formas subarredondadas.

Tabela 1 - Análise de Freqüência dos Dados Granulométricos do Grupo Barreiras

Unidades Parâmetros	Conjunto	Fácies Arenosa	Fácies Argilo-Arenosa (areias friáveis)
Diâmetro médio	24.0 grossa 72.0 média 4.0 fina	9.0 grossa 91.0 média	40.0 grossa 53.0 média 7.0 fina
Seleção	24.0 muito bem selecionado 16.0 bem selecionado 60.0 moderamente selecionado	27.0 bem selecionado 73.0 moderamente selecionado	40.0 muito bem selecionado 13.0 bem selecionado 47.0 moderamente selecionado
Assimetria	4.0 muito negativa 36.0 negativa 40.0 aproximadamente simétrica 20.0 positiva	9.0 muito negativa 45.5 negativa 30.5 aproximadamente simétrica 10.0 positiva	27.0 negativa 40.0 aproximadamente simétrica 33.0 positiva
Curtose	8.0 platicúrtica 32.0 mesocúrtica 40.0 leptocúrtica 16.0 muito leptocúrtica 4.0 extremamente leptocúrtica	18.0 platicúrtica 18.0 mesocúrtica 64.0 leptocúrtica 27.0 muito leptocúrtica 6.5 extremamente leptocúrtica	6.5 platicúrtica 40.0 mesocúrtica 20.0 leptocúrtica 6.5 extremamente leptocúrtica
Número de classes texturais	100.0 6	12.0 3 8.0 4 4.0 5 76.0 6	20.0 3 13.0 4 7.0 5 60.0 6

Tabela 2 - Análise de Freqüência dos Dados Granulométricos do Grupo Barreiras e das Unidades Ipixuna e Itapeçuru

Unidades Parâmetros	Barreiras	Ipixuna	Itapeçuru
Diâmetro Médio	24.0 grossa 72.0 média 4.0 fina	87.0 média 13.0 fina	24.0 grossa 72.0 média 4.0 fina
Seleção	33.0 muito bem selecionado 11.0 bem selecionado 56.0 moderadamente selecionado	80.0 muito bem selecionado 13.0 bem selecionado 7.0 moderadamente selecionado	24.0 muito bem selecionado 16.0 bem selecionado 60.0 moderadamente selecionado
Assimetria	44.0 negativa 22.0 aproximadamente simétrica 34.0 positiva	7.0 muito negativa 20.0 negativa 33.0 aproximadamente simétrica 20.0 positiva	4.0 muito negativa 36.0 negativa 40.0 aproximadamente simétrica 20.0 positiva
Curtose	12.0 muito platicúrtica 22.0 platicúrtica 22.0 mesocúrtica 22.0 leptocúrtica 22.0 muito leptocúrtica	20.0 platicúrtica 40.0 mesocúrtica 33.0 leptocúrtica 7.0 muito leptocúrtica	8.0 platicúrtica 32.0 mesocúrtica 30.0 leptocúrtica 16.0 muito leptocúrtica 4.0 extremamente leptocúrtica
Número de classes texturais	44.5 4 22.0 5 33.5 6	47.0 3 33.0 4 20.0 6	12.0 3 8.0 4 4.0 5 76.0 6

### 3.3 Resultados Obtidos de Análises Mineralógicas

#### 3.3.1 Minerais Essenciais dos Sedimentos Arenosos e Pelíticos

A mineralogia das areias das unidades estudadas é constituída essencialmente por quartzo, do tipo simples e mais raramente policristalino. No caso específico das areias do Itapecuru ocorrem, restritamente, feldspatos em 20% das amostras estudadas.

Os sedimentos pelíticos de todas unidades apresentam caolinita como principal componente mineralógico e secundariamente ilita e quartzo.

#### 3.3.2 Minerais Acessórios Transparentes da Fração Arenosa

As tabelas 3 e 4 mostram a análise de freqüência dos minerais pesados transparentes dos sedimentos do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru, nos dois intervalos granulométricos.

Freqüência média e de ocorrência:

a) Intervalo 0.250 - 0.125 mm:

Cinco minerais (estaurolita, turmalina, cianita, zircão e rutilo) constituem 99.2% do material analisado do Grupo Barreiras. Turmalina, zircão, estaurolita, cianita e rutilo que perfazem 99.3% da mineralogia acessória da fácie Ipixuna. Seis minerais (turmalina, estaurolita, zircão, rutilo, cianita e monazita) perfazem 98.1% das amostras estudadas do Itapecuru.

Estaurolita, turmalina, zircão, rutilo e cianita ocorrem em pelo menos 50% das amostras analisadas das três unidades litoestratigráficas.

b) Intervalo 0.125 - 0.062 mm:

Cinco minerais (estaurolita, zircão, turmalina, rutilo e cianita) somam 99.4% do material estudado de Barreiras. Zircão, turmalina, estaurolita, cianita e rutilo constituem 99.2% das amostras analisadas da fácie Ipixuna. No caso de Itapecuru sete minerais (zircão, estaurolita, turmalina, rutilo, cianita, epidoto e anatasio) perfazem 99.7% do material examinado.

Tabela 3 - Análise de Freqüência dos Minerais Pesados Transparentes do Grupo Barreiras e das Unidades Ipixuna e Itapecuru, na fração - 0.250 - 0.125 mm.

Unidades Parâmetros	Freqüência Média	Freqüência de Ocorrência	Super-Abundante a Abundante	Comum	Raro
Barreiras	Estaurolita, Turmalina Cianita, Zircão e Rutile 10 (99.2%)	Estaurolita, Turmalina, Zircão, Rutile e Cianita.	Estaurolita e Turmalina	Zircão e Cianita	Rutile e Sillimanita.
Ipixuna	Turmalina, Zircão, Estaurolita, Cianita e Rutile 10 (99.3%)	Estaurolita, Turmalina, Zircão, Cianita e Rutile.	Turmalina e Zircão	Estaurolita e Cianita	Rutile
Itapecuru	Turmalina, Estaurolita, Zircão, Rutile, Cianita e Monazita 10 (98.1%)	Estaurolita, Rutile, Turmalina, Zircão e Cianita.	Estaurolita, Turmalina e Zircão	Cianita	Anatádio, Epidoto, Monazita e Rutile

Tabela 4 - Análise de Frequência dos Minerais Pesados Transparentes do Grupo Barreiras e das Unidades Ipixuna e Itapecuru, na fração 0.125 - 0.062 mm

Unidades Parâmetros	Frequência Média	Freqüência de Ocorrência	Super-Abundante Abundante	Comum	Raro
Barreiras	Estaurolita, Zircão, Turmalina, Rutile e Cianita (99.4%)	Estaurolita, Turmalina e Zircão, Rutile e Cianita	Estaurolita, Turmalina e Zircão	Rutile e Cianita	Sillimanita e Anatásio
Ipixuna	Zircão, Turmalina, Estaurólita, Cianita e Rutile (99.2%)	Zircão, Turmalina, Estaurólita, Rutile e Cianita	Zircão	Estaurólita, Turmalina e Cianita	Rutile e Anatásio
Itapecuru	Zircão, Estaurolita, Turmalina, Cianita, Epídoto e Anatásio (99.7%)	Estaurolita, Turmalina e Zircão, Rutile, Cianita e Anatásio	Zircão	Estaurólita, Turmalina, Rutile e Cianita	Anatásio, Epídoto e Monazita

Neste intervalo granulométrico ocorrem estaurolita, turmalina, zircão e cianita em pelo menos metade das amostras estudadas de Barreiras, Ipixuna e Itapecuru.

#### Frequência de classes:

##### a) Intervalo 0.250 - 0.125:

Os minerais superabundantes no Grupo Barreiras são estaurolita e turmalina; na fácies Ipixuna, turmalina e zircão e na Formação Itapecuru, estaurolita, turmalina e zircão.

Os minerais comuns no Barreiras são zircão e cianita, no Ipixuna estaurolita e cianita e no Itapecuru a cianita.

Os minerais raros no Barreiras são rutilo e sillimanita; no Ipixuna, rutilo e no Itapecuru, epidoto, monazita e anatásio.

##### b) Intervalo 0.125 - 0.062:

O mineral superabundante do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru é o zircão, além dele, no Grupo Barreiras, também são superabundantes a estaurolita e turmalina.

Os minerais comuns no Grupo Barreiras são rutilo e cianita; na Ipixuna, a estaurolita, turmalina e cianita e na Itapecuru, estaurolita, turmalina, rutilo e cianita.

O mineral raro presente nas três unidades é o anatásio, além dele, ocorre na Barreiras sillimanita, na Ipixuna rutilo, na Itapecuru epidoto e monazita.

#### Índice de maturidade:

A assembleia dos minerais pesados do Grupo Barreiras apresenta baixo índice ZTR; a da Formação Itapecuru, média e a da fácies Ipixuna, alta maturidade; enquanto que o índice ZTRE se apresenta alta nas três unidades (tabela 5).

### 3.3.3 Caracterização das Unidades

Os minerais acessórios mais freqüentes das três unidades não apresentam qualitativamente diferenças.

Tabela 5 - Análise de frequência dos índices de maturidade ZTR e ZTRE do Grupo Barreiras e das unidades Ipixuna e Itapecuru

Frequência de classes	BARREIRAS				IPIXUNA				ITAPECURU			
	ZTR	ZTRE	ZTR	ZTRE	ZTR	ZTRE	ZTR	ZTRE	ZTR	ZTRE	ZTR	ZTRE
0-10 superabundância de instâncias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.0												
10-40 abundância de instáveis	89.0	-	33.0	-	-	-	-	-	16.7	-	16.5	-
40-60 freqüências iguais de minerais instáveis e estáveis	-	-	22.0	-	-	-	-	-	33.3	-	-	-
60-90 abundância de estáveis	-	44.4	44.0	22.0	75.0	-	16.7	-	50.0	33.3	67.0	16.7
> 90 superabundância de estáveis	-	56.6	-	77.8	25.0	100	83.3	100	-	67.7	16.5	83.3

A mineralogia acessória do Grupo Barreiras distingue-se das demais por seus altos teores de estaurolita e baixos de turmalina, baixos valores de ZTR, altos valores ZTRE e traços de sillimanita. Os minerais acessórios dos sedimentos Ipixuna sobressaem-se pelos altos teores de turmalina, baixos de estaurolita e altos índices ZTR e ZTRE. Enquanto que os minerais pesados da Formação Itapecuru apresentam valores moderados de estaurolita e turmalina, valores moderados de ZTR, altos valores de ZTRE e baixos teores de monazita e epidoto.

### 3.4 Resultados Obtidos de Análises de Estruturas Sedimentares

#### 3.4.1 Principais Tipos de Estruturas

A estratificação não é, em geral, bem desenvolvida nos sedimentos Barreiras, ocorrendo exclusivamente em areias friáveis e argilas da fácies Argilo-Arenosa. A estratificação paralela associa-se aos pacotes de arenitos finos intercalados com argilitos, da região do Salgado, enquanto que a cruzada é freqüente nos arenitos grosseiros a conglomeráticos, da região Bragantina. A estratificação cruzada é planar, de médio porte e com lámina de argila acompanhado o "set".

Uma das características mais marcantes dos sedimentos Ipixuna é sua abundância de estratificação cruzada, tipo tangencial de médio porte (foto 5 e 6). Estas estruturas estão presentes em arenitos finos com matriz caulínica e em arenitos médios limpos, sendo comum a ocorrência de fragmentos de argila associados à estrutura (foto 7). Ocorrem brechas intraformacionais, cujos fragmentos têm formas e tamanhos irregulares, com disposição caótica, posicionados entre sedimentos não perturbados. A natureza litológica dos fragmentos é a mesma que forma as "encaixantes" (pelitos), enquanto a matriz é constituída por areias médias (foto 8). Este tipo de estrutura é epigenética e está ligada a deslizes sub aquáticos.

Nos sedimentos Itapecuru são freqüentes estratificações cruzadas tangencial e acanalada, associadas a arenitos médios a conglomeráticos (foto 9 e 10) e estrutura de corte e preenchimento ("cut and fill", foto 11).



Foto 5 - Detalhe de estratificação cruzada na fácies Ipixuna, salientada pela concentração de minerais pesados. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1700, 2 km sul de Ipixuna (PA).



Foto 6 - Detalhe de estratificação cruzada na fácies I pixuna. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1576, 8 km norte de Gurupi do Pará (PA).

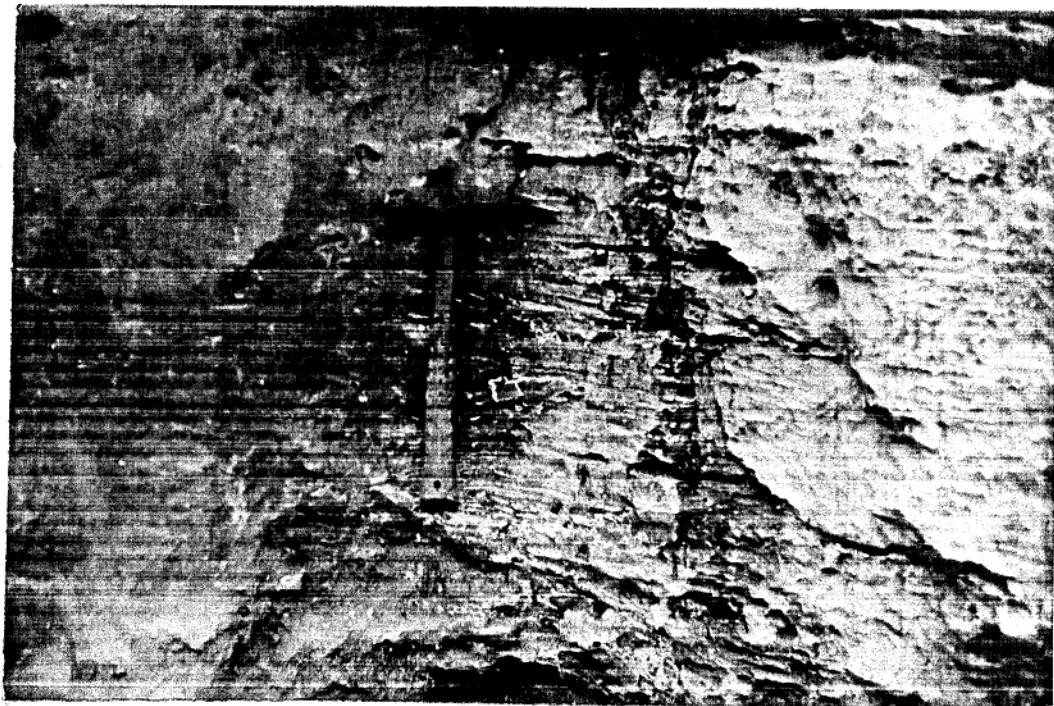


Foto 7 - Detalhe de estratificação cruzada na fácies I ipixuna, salientando-se a presença de fragmentos de argila englobados no sedimento. Rodovia Belém- Brasília, marco km 1702, 21 km norte de Ipixuna (PA).

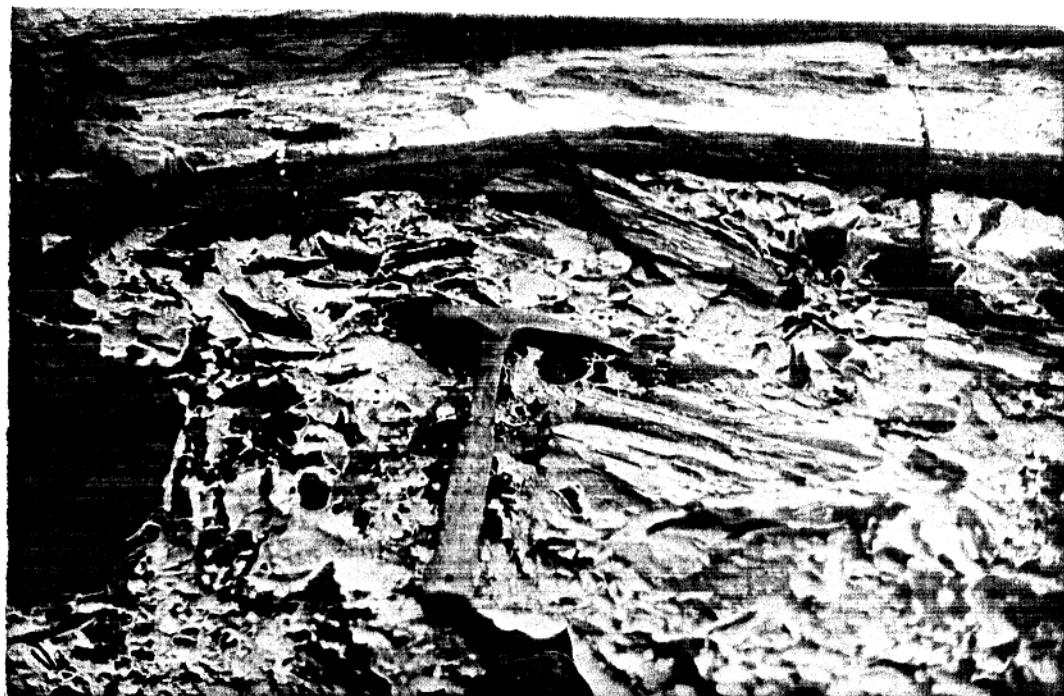


Foto 8 - Brecha intraformacional na fácies Irixuna, constituída de fragmentos de pelitos. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1668, 4 km norte da entrada principal de Paragominas (PA).



Foto 9 - Detalhe de estratificação cruzada em arenito com conglomerátilco da Formação Itapecuru. Rodovia Belém-Brasília, marco Km 1423, a 4 km norte de Açailândia (MA).

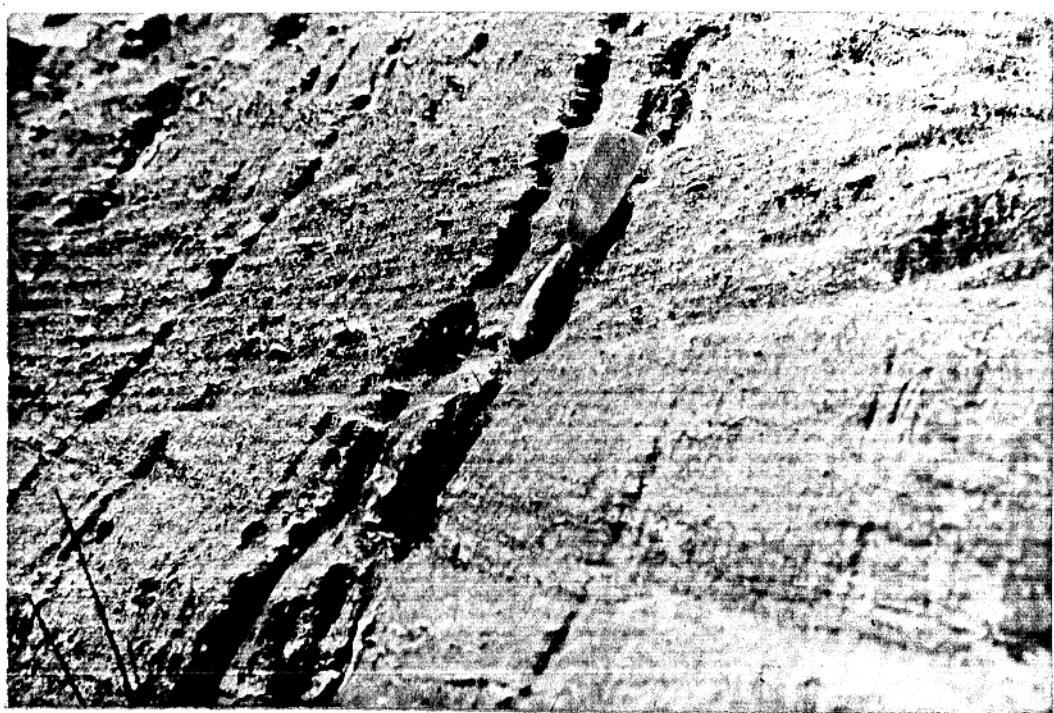


Foto 10 - Detalhe de estratificação cruzada em arenito conglomérático da Formação Itapecuru. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1423, a 4 km norte de Açailândia (MA).

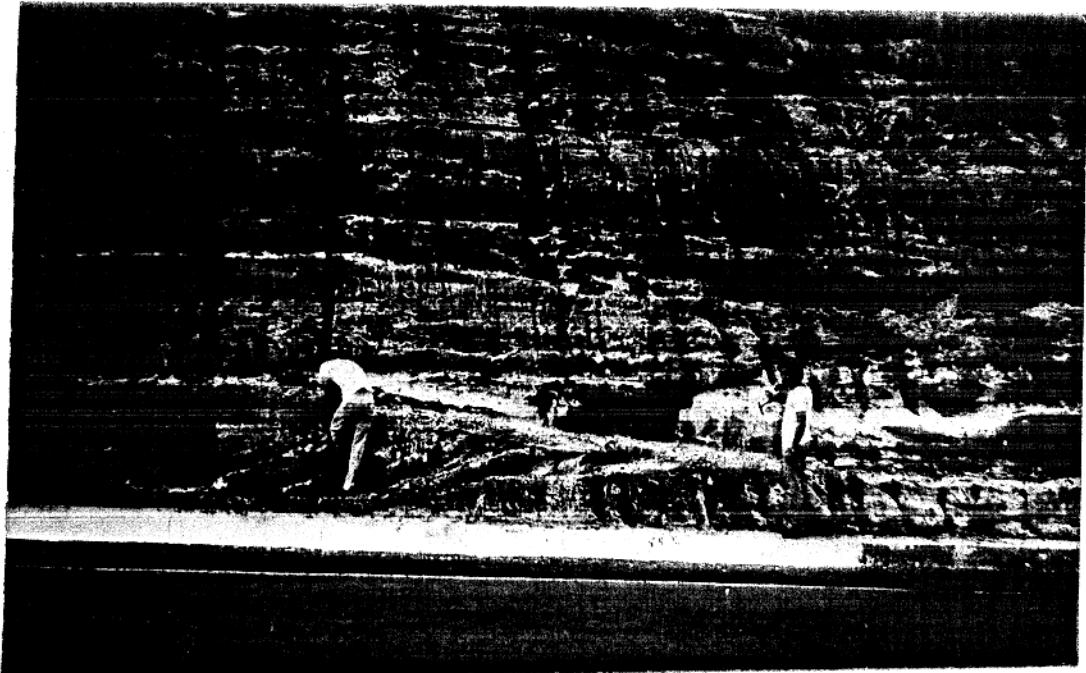


Foto 11 - Aspecto geral dos sedimentos da Formação Itapé curu, exibindo estratificação cruzada e estrutura de cor te e preenchimento. Rodovia Belém-Brasília, marco km 1423, 4 km norte de Açailândia (MA).

### 3.4.2 Análise Vetorial de Estratificação Cruzada e Orientação de Seixos

Os resultados da análise vetorial das atitudes da estratificação cruzada e orientação de seixos, estão contidos na tabela 6 e nas figuras 5 e 6.

A estratificação cruzada, nos sedimentos do Grupo Barreiras, é uma estrutura pouco expressiva e de ocorrência limitada, além disso de difícil medição por estar em areia friável. Portanto, o número de medidas obtidas foi pequeno, não permitindo uma análise estatística. Por outro lado, foi possível medir a orientação de seixos em afloramentos da fácie Conglomerática. As medidas obtidas concentram-se no quadrante norte, com fatores de consistência médios, sugerindo que os fluxos de detritos dirigiam-se para norte (figura 5).

O mergulho da estratificação cruzada dos sedimentos Ipixuna tem um fator de consistência muito baixo (tabela 6) e desta forma o vetor resultante não é muito confiável (tabela 6 e figura 6). Este fato indica que a dispersão dos dados é grande, sugerindo drenagem meandrante, corroborada, na associação litológica presente, principalmente da litologia B.

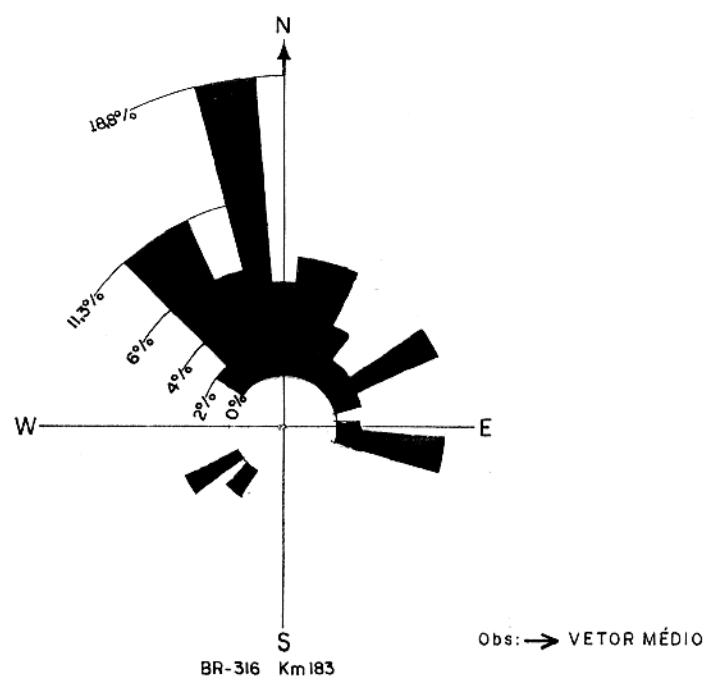
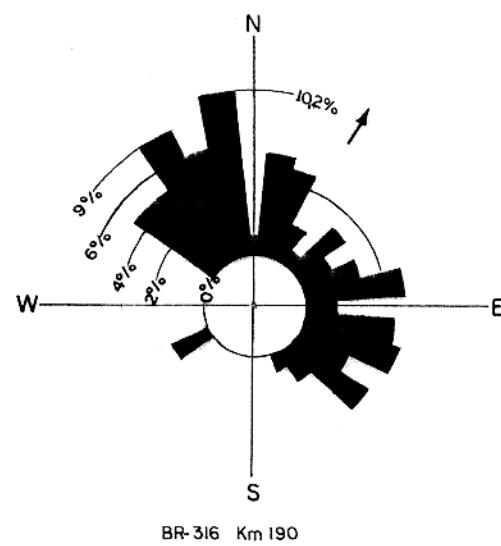


FIG 5: DIAGRAMAS EM ROSA DAS ATITUDES DO EIXO MAIOR DOS SEIXOS DO GRUPO BARREIRAS.

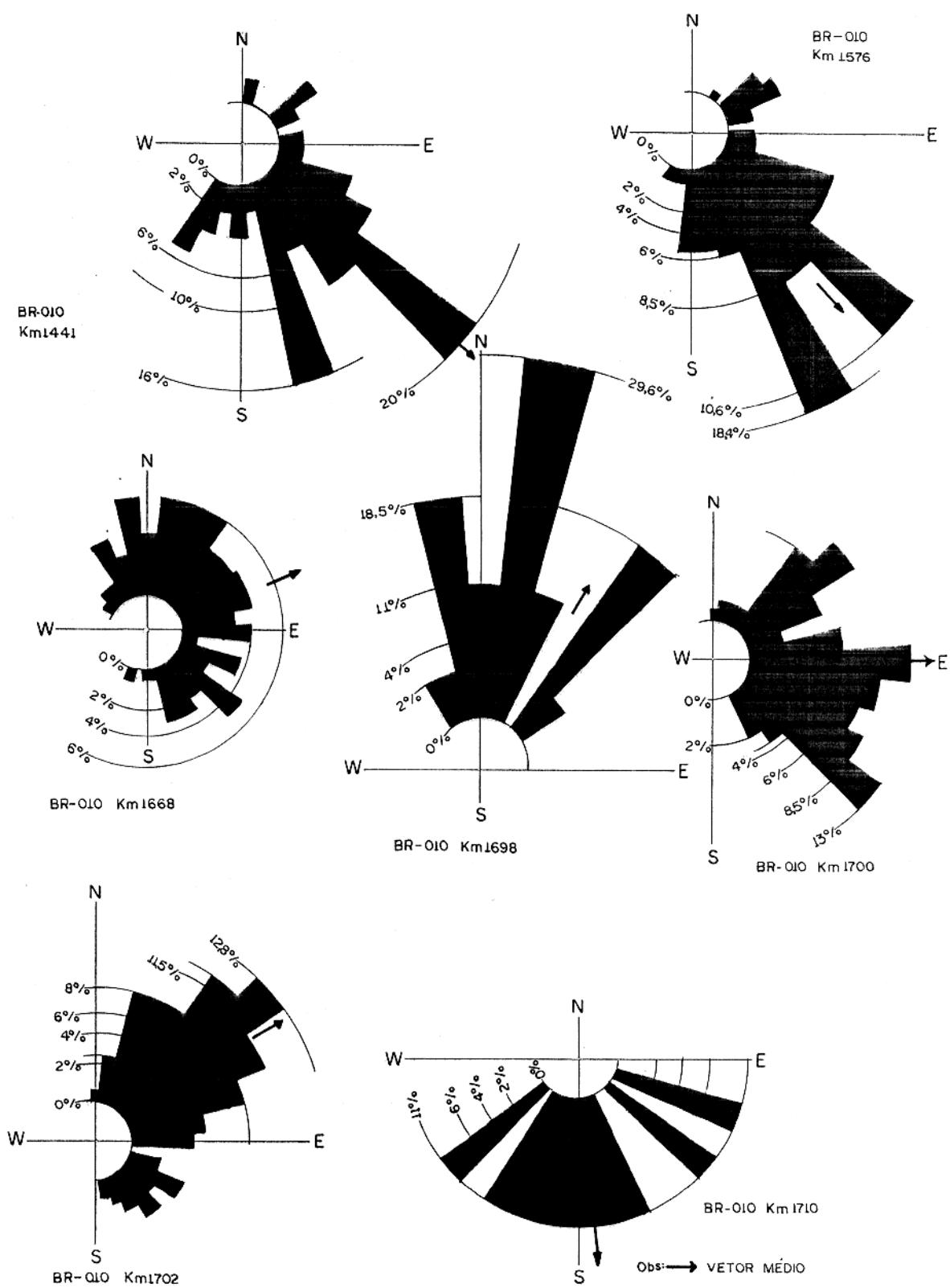


FIG.6: DIAGRAMA EM ROSA DAS ATITUDES DE ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DA FÁCIES IPIXUNA.

Tabela 6 - Análise Vetorial das Altitudes de Estratificação Cruzada da Fácies Ipixuna e da Orientação dos Seixos do Grupo Barreiras

UNIDADES	FÁCIES IPIXUNA						GRUPO BARREIRAS
	BR-010 Km1710	BR-010 Km1702	BR-010 Km1700	BR-010 Km1698	BR-010 Km1668	BR-010 Km1576	
Número de Medidas	9	96	118	27	142	141	50
Vetor Resultante em Azimute	176	58	89	28	68	137	128
Magnitude do Vetor Resultante	2.2	8.2	16.5	5.6	5.8	10.0	5.8
Razão de Consistência	0.25	0.09	0.14	0.21	0.04	0.07	0.12
Mergulho Mínimo em Graus	5	2	3	7	2	2	2
Mergulho Médio em Graus	15	10	13	15	17	14	9
Mergulho Máximo em Graus	25	21	20	25	30	21	14

## 4 INTERPRETAÇÃO

### 4.1 Barreiras

O modo de deposição do Grupo Barreiras, nas fácies Conglomerática e Arenosa é subaéreo, sob forma de fluxos gravitacionais de detritos. Suportam esta hipótese a presença de altos teores de finos, grânulos e seixos disseminados, ausência de estratificação e conglomerado sustentado por matriz com seixos pouco rolados.

As condições de deposição da fácie Argilo-Arenosa apresentam variações no sentido litoral-interior. Nas regiões litorâneas a deposição é subaquosa, em águas calmas (lago), distante das fontes e em região de topografia mais plana, sugerida pela presença expressiva de intercalações de arenito fino a médio, limpo e argilito com estratificação plano-paralela. Nas regiões interioras esta fácie representa uma deposição mais energética, próxima à área-fonte, em região de topografia mais acidentada, em ambiente subaéreo, na forma de enxurradas (cursos de águas temporários), evidenciada pela presença de estratificação cruzada em arenito grosseiro a conglomerático com lâminas de argila, acompanhando o set (Bigarella, comunicação verbal).

A hipótese de clima semi-árido durante a deposição, encontra suporte na presença de níveis de seixos lateríticos (prováveis paleopavimentos detritícios), predominio de deposição subaérea e de considerações climáticas a respeito do episódio Barreiras no nordeste brasileiro (Bigarella e Andrade, 1964 e Bigarella et alii, 1975).

As considerações e denominações sobre as áreas-fonte estão fundamentadas no esboço geológico e coluna estratigráfica da região do Gurupi (figuras 7 e 8), proposta por Abreu et alii (1980).

A superabundância de estaurolita e presença comum de cianita nos sedimentos Barreiras estão relacionadas à derivação de rochas de médio grau de metamorfismo. A análise de minerais pesados de várias amostras de xistos da Formação Santa Luzia, revela a abundância destes minerais, sugerindo que uma das prováveis áreas-fonte teria sido este conjunto de rochas.

A presença de turmalina prismática sugere contribuição de rochas metamórficas e ígneas. Verificou-se que este mineral é comum nos filitos da Formação Gurupi e nos granitos de Tracuateua

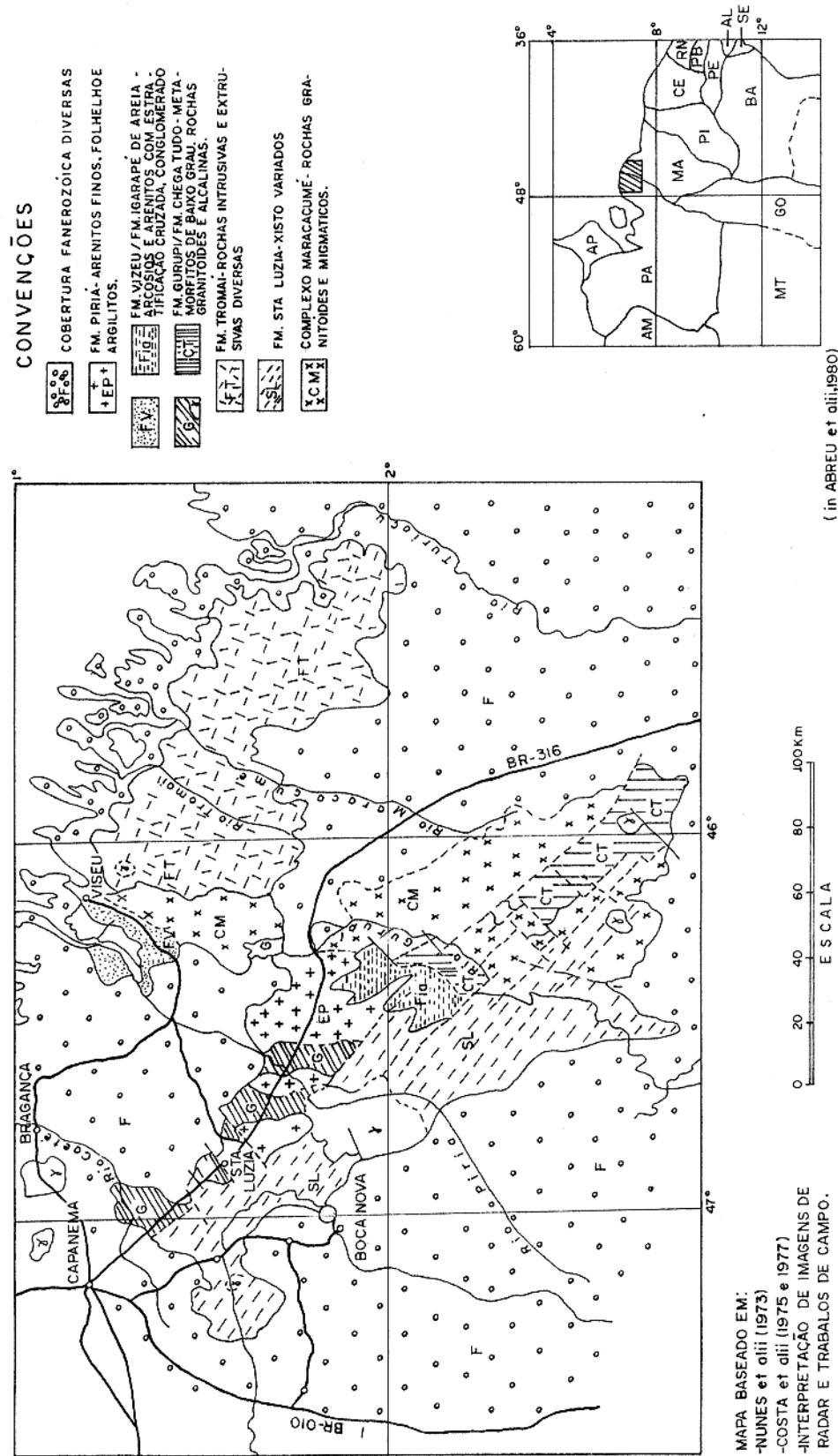


FIG. 7: ESBOÇO GEOLÓGICO DA REGIÃO DO GURUPI.

PERÍODO	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA		DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
EOPALEOZOICO	FORMAÇÃO PIRIÁ		SUB-ARCÓSIOS, ARENITOS FINOS, FOLHELHOS E ARGILITOS, MOSTRANDO ONDULAÇÕES SUAVES, PROVÁVEL OCORRÊNCIA DE CONGLOMERADO OLIGOMÍTICO NA BASE DA SEQUÊNCIA.
PROTEROZOICO	FM IGARAPÉ DE AREIA FM VIZEU		ARCÓSIOS E ARENITOS COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA MARCADA POR FILME DE MINERAIS PESADOS NIVEIS CONGLOMERÁTICOS NA BASE, METARENITOS ( )COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA; METAPELITAS( )
	FM GURUPI		METAMORFITOS DE BAIXO GRAU REPRESENTADOS POR ARDOSIAS, FILITOS, META-GRAUVACAS E ALGUNS NIVEIS DE QUARTZITOS, ROCHAS ALCALINAS DE BOCA NOVA E GRANITÓIDE DE NEY PEIXOTO.
	FM TROMAI		ROCHAS INTRUSIVAS E EXTRUSIVAS, TONALITOS QUARTOANDESITOS, GRANITOS, TRONDJEMITOS, GRANODIORITO, RIOLITOS, TUPOS.
	FORMAÇÃO SANTA LUZIA		BIOTITA XISTOS, MUSCOVITA XISTOS, XISTOS GRANATÍFEROS, ESTAUROLÍTICOS E GRAFÍTOSOS.
ARQUEANO	COMPLEXO MARACAQUIMÉ		GNAISES E MIGMATITOS DE COMPOSIÇÃO TONALÍTICA A GRANÍTICA, CORPOS ANFIBOLÍTICOS CONCORDANTES.

FIG.8: COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA REGIÃO DO GURUPI. ( in ABREU et alii, 1980 )

e Mirasselva, podendo ser prováveis fornecedores de detritos para a sedimentação Barreiras.

Por outro lado, a total ausência de feldspato, monazita e granada nestes sedimentos, aliado ao fato destes serem freqüentes nos granitos de Tracuateua e Mirasselva, e da hipótese de clima seco durante a deposição, indicam que os granitos pouco contribuiram ou que o intemperismo químico foi intenso na pré-depósito.

O fato dos sedimentos Barreiras serem mal selecionados e as suas frações de areia apresentaram-se moderadamente a bem selecionadas, revela uma inversão textural. Aliado a isso ocorrem duas populações com formas arredondadas e angulosas em zircão, turmalina e quartzo que sugerem para o Grupo Barreiras uma contribuição parcial de sedimentos preexistentes bem maduros.

O índice ZTR, neste caso, é enganoso para se deduzir o grau de maturidade mineralógica dos sedimentos estudados. Segundo ele, a maturidade mineralógica do Grupo Barreiras é baixa, moderada na Formação Itapecuru e alta na fácies Ipixuna. No entanto, o baixo índice ZTR do Barreiras é condicionado pela superabundância de estaurolita em detrimento às concentrações de zircão, turmalina e rutilo, já que minerais instáveis estão ausentes nestes sedimentos. Estas altas percentagens de estaurolita demonstram que este mineral é abundante nas rochas-fonte e bastante estável em condições de intemperismo, como advoga Pomerancblum (1978). Desta forma, a inclusão de estaurolita no índice de maturidade (ZTRE) melhor reflete o grau de maturidade do Grupo Barreiras e revela que segundo este parâmetro, não existem diferenças entre aqueles sedimentos e os das unidades Ipixuna e Itapecuru.

#### 4.2 Ipixuna

Os sedimentos da fácies Ipixuna são resultantes da deposição subaquática, em ambiente flúvio-lacustre.

A deposição da litologia A se deu em águas energéticas, em ambiente fluvial do tipo meandrante, sob condições oxidantes. Esta hipótese é corroborada pela alta dispersão de medidas de estratificação cruzada, associadas a arenitos finos bem selecionados e siltitos vermelhos.

A deposição da litologia B ocorreu em águas calmas, em am-

biente lacustre, indicada pela predominância de ritmitos compostos por argilitos e arenitos finos.

A principal diferença mineralógica entre Ipixuna e Barreiras consiste na presença pouco abundante de estaurolita na primeira e superabundância na segunda. Desta forma, tendo em vista a estabilidade química deste mineral, sugere-se que as fontes de derivação da fácie Ipixuna não tinham grande disponibilidade deste mineral.

A mineralogia acessória pobre dos sedimentos Ipixuna sugere que, pelo menos, são prováveis fontes as rochas graníticas (zircão euhedral) e os sedimentos preexistentes (zircão e turmalina arredondados).

As assmbléias mineralógicas da fácie Ipixuna têm alta maturidade mineralógica, enquanto que as frações quartzosas são predominantemente angulosas e, além disso, estão associadas a espessos bancos de caulim. Tais fatos poderiam ser explicados com base na hipótese de Krebs e Arantes (1971), a respeito da origem do caulim do rio Capim, segundo o qual o clima pré-deposicional terá sido úmido.

#### 4.3 Itapecuru

As condições fluviais, da porção da Formação Itapecuru estudada, são evidenciadas pela moderada seleção das areias e dos seixos quartzosos rolados, abundância de estratificação cruzada tangencial, acanalada e estrutura de corte e preenchimento ("cut and fill").

A presença comum de estaurolita e cianita reflete contribuição de rochas metamórficas de médio grau. Monazita, epidoto e zircão euhedral estão relacionados a contribuição de rochas ígneas do embasamento, possivelmente pertencentes ao Complexo Maracajumé. Epidoto, em particular, poderia estar ligado a derivação de rochas de muito baixo grau de metamorfismo, provavelmente pertencente a Formação Piriá. Por outro lado, zircão e turmalina arredondados indicam contribuição de sedimentos retrabalhados.

A presença de feldspatos subarredondados na fração leve de 20% das amostras analisadas e a ausência de estruturas de rápida

deposição, sugerem que pelo menos parte da deposição Itapecuru ocorreu em clima com certa aridez, como advogam Petri (1977) e Lima et alii (1979).

#### 4.4 Barreiras, Ipixuna e Itapecuru

O processo de bauxitização atingiu indistintamente Ipixuna e Itapecuru, não tendo sido constatado no Barreiras. É possível que várias fases de laterização tenham ocorrido no Cenozóico, porém, a concentração de alumínio (bauxita) ocorreu em uma fase anterior ao Barreiras (Kotschoubey e Truckenbrodt, inédito). Desta forma a correlação entre Ipixuna e Barreiras é inviável.

Além disso, os sedimentos Ipixuna distinguem-se dos sedimentos Barreiras por sua homogeneidade litológica (arenitos finos e argilitos); melhor seleção das amostras; ausência de grânulos e seixos; abundância de matriz caulínica; bancos de caulim e riqueza em estruturas sedimentares, tais como, estratificação cruzada e brecha intraformacional.

A determinação das relações cronoestratigráficas entre Itapecuru e Ipixuna são dificultadas pela ausência de fósseis e contactos encobertos. Porém, a similaridade litológica e morfológica entre elas, principalmente da litologia A/Ipixuna com Itapecuru, indicam afinidade litoestratigráfica entre elas.

## 5 CONCLUSÕES

Em relação a área estudada, segundo as características litológicas das três unidades, consideramos que os sedimentos Barreiras afloram na faixa litorânea, na região Bragantina e na de Tomé-Açu. Os sedimentos Ipixuna têm suas melhores exposições ao longo da rodovia Belém-Brasília, desde 60 km sul de São Miguel do Guamá (PA) até 140 km ao norte de Imperatriz (MA). Seus limites a oeste estão, possivelmente, limitados pelo rio Capim e a leste, provavelmente, gradam para os sedimentos Itapecuru.

### 5.1 Barreiras

1) Denominamos Barreiras ao conjunto heterogêneo de sedimentos constituído por conglomerado, arenito e argilito, pouco consolidados, moderado a mal selecionados, predominantemente sem estratificação, com concreções e arenitos ferruginosos ("grés do Pará") "in situ" e retrabalhados.

2) Os sedimentos Barreiras subdividem-se em fácies Conglomerática, Argilo-Arenosa e Arenosa. A primeira e a última correspondem, respectivamente, à base e topo do complexo.

3) Distinguem-se dois níveis de concreções ferruginosas retrabalhadas e fragmentos de arenitos ferruginosos. Ocorrem no contato entre as fácies Argilo-Arenosa e Arenosa e englobados dentro da fácies Arenosa. Essas linhas de seixos podem representar paleopavimentos detritícios, formados durante certa aridez climática (Bigarella et alii, 1975).

4) É possível que várias fases de laterização tenham atingido o Barreiras. Uma, pelo menos, é contemporânea à sedimentação, evidenciada pela presença de nível laterítico "in situ" na fácies Argilo-Arenosa e detritico englobado na fácies Arenosa.

5) Em relação ao Grupo Barreiras do nordeste brasileiro, consideramos possível a correlação entre a fácies Argilo-Arenosa com a Formação Guararapes, e da fácies Arenosa com a Formação Rio Morno (Bigarella, 1975).

6) O ambiente de sedimentação foi predominantemente subáereo, com material sendo depositado a partir de fluxos gravitacionais.

cionais de detritos, representados pela fácies Arenosa e Conglomerática. A fácies Argilo-Arenosa mostra variações nas condições de posicionais, em relação às regiões do Salgado e Bragantina. No litoral, a deposição é lacustre; enquanto que no interior é subárea, na forma de enxurradas. O clima quente mostrou oscilações com tendência a maior aridez, principalmente, no início e fim da deposição Barreiras, sugerida pelos paraconglomerados de base e arenitos maciços e mal selecionados do topo.

7) As principais áreas-fonte do Barreiras são, provavelmente, os xistos da Formação Santa Luzia (Pré-Cambriano) e sedimentos preexistentes do tipo Arenitos do Guamá (Eo-Paleozóico ?).

### 5.2 Ipixuna

1) Denominamos Ipixuna ao conjunto homogêneo de sedimentos areno-argilosos, ricos em caulim e estratificação cruzada.

2) Seus aspectos litológicos permitem sua subdivisão em duas litologias: A - predominantemente arenosa com estratificação cruzada e siltitos subordinados; B - constituída de ritmitos de arenitos/argilitos e bancos de caulim. O posicionamento estratigráfico das litologias A e B ainda não foi definido e estas podem representar variações dos ambientes deposicionais dos sedimentos Ipixuna.

3) O ambiente deposicional da unidade Ipixuna foi flúvio-lacustre, onde a litologia B representa sedimentação em águas mais calmas (lagos), enquanto que a A sugere deposição em águas mais energéticas (ambiente fluvial).

4) A alta maturidade mineralógica dos acessórios associada com a angulosidade do quartzo e ocorrência de espessos bancos de caulim poderiam ser explicados pela hipótese de Krebs e Arantes (1971), segundo a qual o clima pré-deposicional teria sido úmido.

### 5.3 Itapecuru

1) Os sedimentos Itapecuru, na área estudada, constituem-se de arenitos médios, localmente feldspáticos e conglomeráticos, ricos em estratificação cruzada e siltitos subordinados.

2) O ambiente deposicional foi fluvial, atestado por conglomerados com seixos rolados, estrutura de corte e preenchimento ("cut and till") e estratificação acanalada.

3) O clima segundo alguns autores (Petri, 1977 e Lima et alii, 1979) teria sido semi-árido. A presença de feldspatos subarredondados e ausência de estruturas de rápida deposição são sugestivas para esta hipótese.

#### 5.4 Barreiras, Ipixuna e Itapecuru

1) Os sedimentos Ipixuna distinguem-se dos sedimentos Barreiras por sua homogeneidade litológica (arenitos finos e argilitos); melhor seleção das areias; ausência de grânulos e seixos; riqueza em estruturas sedimentares, tais como, estratificação cruzada e brecha intraformacional; abundância de matriz caulínica e bancos de caúlim.

2) Os sedimentos Ipixuna, principalmente a litologia A, são extremamente similares, litologicamente, aos sedimentos Itapecuru estudados, através de sua homogeneidade litológica (arenitos médios e argilitos); riqueza em estruturas sedimentares primárias e abundância de matriz caulínica. Ambos sustentam morfologia de platôs com cotas entre 100 e 300 m, principalmente, ao longo da rodovia Belém-Brasília.

3) O processo de bauxitização de idade terciária inferior atingiu indistintamente Ipixuna e Itapecuru, não tendo sido contatado no Barreiras. É possível que várias fases de laterização tenham ocorrido no Cenozóico, porém, aquela que concentrou alumíniuo (bauxita) só ocorreu em uma fase, e esta foi anterior a existência do Barreiras.

4) As relações de contato observadas entre Barreiras e Pi~~r~~abas são de concordância e as de Barreiras e Ipixuna são de discordância erosiva (foto 12).

5) A determinação das relações cronoestratigráficas entre Itapecuru e Ipixuna é dificultada pela ausência de fósseis e contatos encobertos. Porém, a similaridade litológica e morfológica entre elas, principalmente da litologia A do Ipixuna com Itapecuru, sugerem afinidade litoestratigráfica entre elas.



Foto 12 - Contato erosivo entre sedimentos do Grupo Barreiras (superior) e fácies Ipixuna (inferior). Rodovia Paragominas - Tomé-Açu, 1 km noroeste da ponte sobre o rio Capim (PA).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.A.M. de; VILLAS, R.N.N.; HASUI, Y. - 1980 - Esboço estratigráfico do Pré-Cambriano da Região Gurupi (Estado do Pará e Maranhão). Anais Congr. Bras. Geol., 31. Camboriú, 2:647-658.
- ACKERMANN, F.L. - 1964 - Geologia e fisiografia da Região Bragantina. Cadernos da Amazônia. Manaus, INPA, nº 2.
- ACKERMANN, F.L. - 1969 - Esboço para geologia entre a cidade de Belém - Rio Gurupi e Atlântico - Rio Guamá. Imprensa Universitária do Pará, Belém, 90 p.
- ALBUQUERQUE, O.R. - 1922 - Reconhecimento geológico no Vale do Amazonas. Bol. Serv. Geol. Mineral., Rio de Janeiro. 3:1-84.
- ALMARAZ, J.S.U. - 1979 - Aspectos geoquímicos e ambientes dos calcários da Formação Pirabas - Estado do Pará. Dissertação de doutoramento - inédita - Porto Alegre, I.G. UFRS, 198 p.
- AMARAL, S.E. do - 1954 - Nota sobre a Série das Barreiras, no Vale do Rio Tapajós. Bol. SBG, São Paulo. 3,1:29-50.
- ANDRADE RAMOS, J.R. de - 1961 - Reconhecimento geológico Brasil - Belém. Relat. Anual Diret. Div. Geol. Mineral. Rio de Janeiro. 1969:80-90.
- ARANTES, J.L.G.; DAMASCENO, B.C. e KREBS, A.S. - 1972 - Projeto Argila - Belém. Belém, DNPM, 39 p.
- BIGARELLA, J.J. e ANDRADE, G.O. de - 1964 - Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Univ. Recife, Arq. Inst. Ciênc. Terra, Recife. 2:2-14.
- BIGARELLA, J.J.; BIGARELLA, I.E.K. e JOST, H. - 1975 - International Symposium of the Quaternary. Bol. Paranaense de Geociências. Curitiba. 3,3:171-276.
- BIGARELLA, J.J. - 1975 - The Barreiras Group in Northeastern Brazil. Simpósio Internacional sobre o Quaternário. An. Acad. Brasil. Ciênc. Curitiba. 47 (suplemento):365-393.

- BRITO, I.M. - 1979 - Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil. Rio de Janeiro, Interciências, 179 p.
- CAMPBELL, D.F.; PLUMMER, P.B.; BRAZIL, J.J. - 1948 - Bacia do Maranhão - Piauí. Relat. Cons. Nac. Petróleo, Rio de Janeiro 1947:71-73.
- CAMPBELL, D.F.; ALMEIDA, L.A. da; SILVA, S. de O. - 1949 - Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. Bol. Cons. Nac. Petr., 1. Rio de Janeiro, 60 p.
- CAPUTO, M.V.; RODRIGUES, R. e VASCONCELOS, D.N.N. - 1972 - Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas. Histórico e atualização. Anais Congr. Bras. Geol., 26. Belém, 3:35-46.
- COIMBRA, A.C. - 1976 - Arenitos da Formação Bauru: Estudo de Área-Fonte. Dissertação de mestrado, inédita. São Paulo, IGUSP, 2v.
- COSTA, J.L. da; VILLAS BOAS, J.M.; PESTANA, J.M.N.; WANDERLEY, V.J.R.; ARAUJO, A.A.F.; FRIZZO, S.J. - 1975 - Projeto Gurupi - Relatório Preliminar. Belém, DNPM-CPRM, v.1.
- DAEMON, R.F. - 1975 - Contribuição à datação da Formação Alter do Chão, Bacia do Amazonas. Rev. Bras. Geoc. São Paulo, 5,2:78-84.
- FERREIRA, C.S. e CUNHA, O.R. da - 1957 - Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará - I - Molusca - Gastropoda. Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi - Nova Série Geologia, Belém. v.2.
- FRANCISCO, B.H.R.; LOEWENSTEIN, P.; SILVA, O.F. da; SILVA, G.G. - 1971 - Contribuição à Geologia da Folha de São Luis (SA-23), no Estado do Pará. III Estratigrafia IV Recursos Minerais. Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi - Nova Série Geologia. Belém, v. 17.
- ISSLER, R.S.; ANDRADE, A.R.F.; MONTALVÃO, R.M.G. da; GUIMARÃES, G.; SILVA, G.G. da e LIMA, M.I.C. de - 1974 - Geologia da Folha SA-22 Belém. Projeto RADAM. Rio de Janeiro. DNPM. part. 1, v.5.
- JUPIASSÚ, A.M.S. - 1970 - Madeira fóssil - Humiriaceae de Irituia, Estado do Pará. Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série, Geologia, Belém, v. 14.

- KATZER, F. - 1933 - Geologia do Estado do Pará. Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, v.9, 260 p.
- KOTSCHOUBEY, B. e TRUCKENBRODT, W.; [inédito] - Evolução poligenética das bauxitas do Distrito de Paragominas - Açaílândia (Estado do Pará e Maranhão).
- KREBS, A.S.J. e ARANTES, J.L.G. - 1973 - Pesquisa de caulim no Rio Capim, Estado do Pará. Congr. Brasil. Geol., 27. Aracaju, 1:181-191.
- LIMA, E. de A.M.; OLIVEIRA, A.A. de; VIEIRA, A.T.; GALINDO, A.C.; VASCONCELOS, A.M.; SOARES FILHO, A.R.; MOURA, B. de; SATO, E.Y.; SILVA, E.M.R. de O. e; FONSECA, E.G. da; LINZ, F.A.P.L.; FORTES, F.P.; SILVA, F.P. da; BENEVIDES, H.C.; LEITE, J.F.; RIBEIRO, J.A.; QUINHO, J. de S. e ANGELIM, L.A. de A. - 1979 - Estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba - Integração Geológica - Metalogenética - Rel. Final da Etapa. Belém, DNPM-CPRM, v.2 e 3.
- LUZ, A.A. - 1959 - Estudo especial da Bacia do Maranhão. Relat. Téc. Interno, Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 141.
- MATOSO, S.Q. e ROBERTSON, F.S. - 1959 - Uso geológico do termo Barreiras. Bol. Téc. Petrobrás, Rio de Janeiro, 2(3):37-43.
- MESNER, J.C. e WOOLDRIDGE, L.C. - 1964 - Estratigrafia das bacias paleozóica e cretácea do Maranhão. Bol. Téc. da Petrobrás, Rio de Janeiro, 7(2):137-164.
- MOLNAR, A.B. e ALMARAZ, J.S.U. - 1966 - Reconhecimento geológico entre as Bacias do Amazonas e Maranhão. Relat. Interno Petrobrás, Rio de Janeiro, n. 506.
- MOURA, P. de A. - 1932 - Reconhecimento geológico no Vale do Tapajós. Bol. Serv. Geol. e Mineral., Rio de Janeiro, 67:1-53.
- MOURA, P. de A. - 1938 - Geologia do Baixo Amazonas. Bol. Serv. Geol. e Mineral., Rio de Janeiro, 91:1-94.
- NUNES, G.A.; LIMA, R.F. da e B.FILHO, C.N. - 1973 - Geologia da Folha de SA-23 - São Luis e Parte da Folha SA-24 - Fortaleza. Projeto RADAM, DNPM, Rio de Janeiro, part. 1, v. 3.

- OLIVEIRA, A.I. e LEONARDOS, O.H. - 1943 - Geologia do Brasil, Publ. Min. Agricultura - Serv. Inform. (série Didática) 2. Ed., Rio de Janeiro, 813 p.
- PETRI, S. - 1977 - Mesozóico não marinho do Brasil e seus problemas. Atas do Simpósio de Geologia Regional, 1. São Paulo, SBG, p. 29-47.
- PETTIJOHN, F.J.; POTTER, P.E. e SIEVER, R. - 1972 - Sand and Sandstone. New York, Springer-Velarg, 618 p.
- POMERANCBLUM, M. - 1978 - Evidências de metamorfismo regional de médio a alto grau na região norte do Brasil. Anais Congr. Bras. Geol., 30. Recife, 3:1303-1308.
- SÁ, J.H.S. - 1969 - Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da Região Bragantina. Bol. Inst. Geoc. Geologia, Rio de Janeiro. 3:21-36.
- SUGUIO, K. - 1973 - Introdução à sedimentologia. São Paulo, Blücher, 317 p.
- YAMAMOTO, J.K.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M. (inédito) - Programa de computador em Fortran IV para tratamento estatístico de análises granulométricas.