

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

Estudo sedimentológico dos paleocanais da região do rio Paracauari, Ilha de Marajó - Estado do Pará.

Tese Apresentada por

Ruth Léa Bemerguy

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: 19.11.81

Werner Truckenbrodt
WERNER TRUCKENBRODT _____ (ORIENTADOR)
Vladimir Jindrich
VLADMIR JINDRICH _____
Peter Brinkmann
SETEMBRINO PETRI _____

Comitê de Tese

AGRADECIMENTOS

Ficam aqui expressos os agradecimentos:

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que possibilhou a execução desta pesquisa, graças ao suporte financeiro concedido através do Projeto Marajó, desenvolvido pelo Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Comissão de Energia Nuclear (PRONUCLEAR) que nos concederam bolsa de estudo no período de realização deste trabalho.

Ao Departamento de Geologia e ao Curso de Pós- Graduação em Ciências Geofísicas e Geológicas da Universidade Federal do Pará, pela oportunidade de realizar o Mestrado em Geociências.

A todos aqueles que colaboraram nos trabalhos de campo, de laboratório e na composição desta ~~dissertação~~, em especial ao Professor Werner Truckenbrodt, que através de constantes críticas e ensinamentos, possibilitou a elaboração e aprimoramento deste texto, e mais ainda por ter assumido a orientação deste trabalho, já em fase de desenvolvimento.

À geóloga Ana Maria Goés pelo auxílio na identificação ótica dos minerais; além da ajuda nas várias etapas desta pesquisa.

Aos Drs. Setembrino Petri e Vladimír Jindrich pelas valiosas sugestões feitas a este texto, que em muito contribuiram para o seu enriquecimento.

Aos amigos do Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas pelo apoio e incentivo, de fundamental importância para a conclusão da presente pesquisa.

LISTA/DAS ILUSTRAÇÕES

Pág

FIGURAS

1	Mapa de Localização e Situação da Área	5
2	Localização dos Furos de Sondagem	9
3	Curva Ombrotérmica de Gaußen do Município de Soure	13
4	Relação entre Tipos Climáticos e de Cobertura Vegetal da Ilha de Marajó	15
5	Unidades Morfo-Estruturais e Domínios Morfoclimáticos	20
6	Esboço Estrutural da Bacia Sedimentar da Foz do Rio Amazonas	23
7	Coluna Estratigráfica da Bacia Sedimentar da foz do Rio Amazonas	24
8	Seções Geológicas dos paleocanais, com ou sem expressão morfológica	28
9	Diagramas de Dispersão (diâmetro médio x desvio padrão) para a Distribuição Total e Areia	33
10	Diagramas de Dispersão (diâmetro médio e assimetria) para Distribuição Total e Areia	34
11	Diagramas de Dispersão (diâmetro médio x curtose) para Distribuição Total e Areia	35
12	Variação dos parâmetros estatísticos nas amostras da sondagem PM3	38
13	Dendograma das amostras com parâmetros texturais ..	40
14	Diagrama de Sahu (1964) Mostrando as Diferenças de Energia e Viscosidade e suas Relações com os Ambientes de Sedimentação	43

TABELAS

1	Resultados das Análises Físico-Químicas de Águas da região do Rio Paracauari	17
2	Cálculo dos Parâmetros Geométricos dos Paleocanais da região do Rio Paracauari (Leopold e Wolman, 1960)	26
3	Análise de Freqüência dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Total e Areia	30

4	Análise de Freqüência do Número de Classes Texturais (Wentworth, 1922)	31
5	Valores Médios dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Total	36
6	Valores Médios dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Areia	37
7	Coordenadas de Sahu (1964) Relacionando os Parâmetros Estatísticos de Folk-Ward	42
8	Freqüência Porcentual do Grau de Arredondamento (Powers, 1953) - (0.250 - 0.125 mm)	44
9	Freqüência Porcentual do Grau de Esfericidade (Powers, 1953) - (0.250 - 0.125 mm)	45
10	Freqüência Porcentual da Textura Superficial (0.250 - 0.125 mm)	47
11	Freqüência Porcentual dos Minerais Pesados Trans parentes (Fração: 0.250 - 0.125 mm)	50
12	Freqüência Porcentual dos Minerais Pesados Trans parentes (Fração: 0.125 - 0.063 mm)	51
13	Análise de Freqüência dos Minerais Pesados Trans parentes (Fração: 0.250 - 0.125 mm)	53
14	Análise de Freqüência dos Minerais Pesados Trans parentes (Fração: 0.125 - 0.063 mm)	54
15	Índice de Maturidade Mineralógica - Fração: 0.250 - 0.125 mm	56
16	Índice de Maturidade Mineralógica - Fração: 0.125 - 0.063 mm	57

SUMÁRIO

	Pág
AGRADECIMENTOS	I
LISTA DAS ILUSTRAÇÕES	II
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
1.1 <u>Objetivos</u>	3
1.2 <u>Localização da Área</u>	3
1.3 <u>Trabalhos Anteriores</u>	4
2 METODOLOGIA	7
2.1 <u>Fotointerpretação</u>	7
2.2 <u>Geologia de Campo</u>	7
2.3 <u>Análises Texturais e Mineralógicas</u>	8
3 FISIOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA	12
3.1 <u>Fisiografia</u>	12
3.1.1 Clima e Vegetação	12
3.1.2 Ocupação Humana	16
3.2 <u>Geomorfologia</u>	18
3.2.1 Relevo	18
3.2.2 Drenagem	21
4 GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL	22
4.1 <u>Geologia Regional</u>	22
4.2 <u>Geologia Local</u>	25
5 CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DOS PALEOCANAIS DA RE GIÃO DO RIO PARACAUARI	29
5.1 <u>Análises Texturais</u>	29
5.1.1 Granulometria	29
5.1.1.1 Parâmetros Estatísticos das Distribuições Total e Areia	29
5.1.1.2 Freqüência de Classes	29
5.1.1.3 Diagramas de Dispersão	32
5.1.1.4 Análise de Agrupamentos	39
5.1.1.5 Método Gráfico de Sahu	41

5.1.2 Morfoscopia	41
5.1.2.1 Arredondamento e Esfericidade	41
5.1.2.2 Textura de Superfície	46
5.1.3 Discussão	46
5.2 <u>Análises Mineralógicas</u>	48
5.2.1 Fração Arenosa	48
5.2.1.1 Minerais Leves	48
5.2.1.2 Minerais Pesados Transparentes	48
5.2.1.2.1 Descrição das Espécies Mineralógicas	48
5.2.1.2.2 Análise de Frequência dos Minerais Pesados Transparentes	49
5.2.1.2.3 Maturidade Mineralógica	55
5.2.2 Discussão	59
5.2.3 Fração Argilosa	59
5.2.4 Discussão	59
6 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	69

RESUMO

A pesquisa dos paleocanais da Região do Rio Paracauari, baseou-se em uma interpretação fotogeológica da área na escala de 1:20.000 e no estudo sedimentológico de treze sondagens que atingiram até 50 m de profundidade máxima.

Morfologicamente os paleocanais apresentam-se como formas meandrantes, controladas expressivamente pela vegetação e com desniveis topográficos de 1 a 2 m em relação à área adjacente, exibindo certa convexidade no topo.

A caracterização sedimentológica, mostrou que os paleocanais são constituídos por areias quartzosas texturalmente maturas de granulação média e fina, bem selecionadas. As espécies mineralógicas identificadas no resíduo transparente pesado, constituem uma assembléia matura representada principalmente por turmalina, estaurolita, zircão, andaluzita e cianita e secundariamente por rutilo, epidoto, anfíbólios (tremolita-hornblenda), granada, sillimanita e anatásio, provenientes tanto do sistema fluvial Tocantins como do Amazonas. A fração argilosa é representada por caulinita, esmectita, ilita e traços de clorita. Esta composição mineralógica retrata a influência de mais de um regime climático e tem como possíveis áreas fonte: os Andes; as áreas baixas do alto Amazonas e a bacia do Maranhão.

A metodologia aplicada mostrou-se favorável ao estabelecimento de um padrão sedimentológico que servisse de apoio a prospecção de água subterrânea em aquíferos rasos, extensivo ao norte e nordeste da Ilha de Marajó.

ABSTRACT

This investigation deals with the paleochannels of the Paracauari river in the northeastern region of Marajó Island, based on the photogeological interpretation of maps (scale: 1:20.000) and sedimentological studies of 13 holes with maximum depth of 50 meters.

Morphologically the paleochannels are characterized by meandering forms and are easily recognized by the vegetation and topographic features.

The paleochannels are constituted of texturally mature and well sorted sands. The study of the heavy minerals fractions shows that following species are more important: tourmaline, staurolite, zircon, andalusite and kianite. These minerals constitute a mature suite which are not only from the Amazon river system but also from the Tocantins river system. The clay fraction are represented by kaolinite, montmorillonite, illite, and chlorite. These mineralogical composition reveals the influence of the more them one climatic change. The possible sources areas for these minerals are: the Andes Mountains; the upper Amazon and the Tocantins basin.

From this work we conclude that the methods of sedimentological research presented here with the studies of the morphological patterns in the northern and northeastern regions of Marajó Island can be applied to groundwater prospecting.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

A Ilha de Marajó é coberta por sedimentos quaternários, a maioria de natureza fluvial, que fazem parte da planície deltáica do Rio Amazonas.

Por toda porção leste da Ilha, destacam-se feições lineares de natureza fluvial, perfeitamente delineadas em imagens de radar. Tais formas, imprimem características marcantes ao Quaternário da Ilha e são aqui denominadas de Paleocanais.

Os trabalhos existentes sobre a Ilha de Marajó são em grande maioria de caráter regional, não tendo sido dada até o presente momento, especial atenção a esses paleocanais, tanto sob o ponto de vista geológico como hidrogeológico.

A pesquisa geológica dos sedimentos quaternários da Ilha de Marajó teve como objetivo principal o estudo de depósitos sedimentares do tipo paleocanal tendo em vista que tais depósitos podem ser excelentes armazenadores de água subterrânea. Através deste estudo procuramos melhor definir as características dos clásticos, a geometria dos depósitos, a origem dos sedimentos e o ambiente de deposição.

1.2 Localização da Área

A Ilha de Marajó está situada na embocadura do Rio Amazonas, abrangendo uma área de, aproximadamente, 49.000 Km². Está compreendida entre os meridianos de 48°00' e 51°00'W Gr e latitude sul de 0°00' a 2°00'. Limita-se, geologicamente, a noroeste com o Escudo das Guianas, a oeste com o Arco de Gurupá e a sul com o Escudo Brasileiro e Arco de Tocantins.

A área pesquisada mede cerca de 245 Km², dos quais 30% são cobertos pelos paleocanais. Limita-se ao norte, pelo paralelo de 0°30' de latitude sul; ao sul pelo paralelo de 0°45' de latitude sul; a leste pelo meridiano de 48°30' de longitude oeste; a oeste pelo meridiano de 48°45' de longitude oeste.

Esta área foi escolhida considerando-se: a boa exposição dos paleocanais em fotografias aéreas na escala 1:20.000; as con

dições de acesso e o apoio logístico necessário ao desenvolvimento do trabalho, e ainda, as pesquisas realizadas pelo Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas (NCGG) na área, que forneceriam subsídios para o trabalho, e reduziriam o custo de pesquisa.

A figura 1 mostra a situação e localização da área de trabalho.

1.3 Trabalhos Anteriores

Os primeiros trabalhos sobre a Ilha de Marajó foram contribuições descritivas de caráter fisiográfico, e especulações sobre a sua origem, como os trabalhos realizados por Derby (1898); Penna (1916); Moraes (1917) e Huber (1943).

A partir de 1948, o Conselho Nacional do Petróleo passou a desenvolver prospecções geofísicas na Ilha de Marajó, sob a responsabilidade de Barreto (1948, 1949 e 1951).

No que diz respeito a sedimentologia, incluída a paleontologia, podemos citar os seguintes trabalhos:

Amaral (1955), analisou textural e mineralogicamente os sedimentos do Graben do Marajó e da região da foz do Rio Amazonas, adquiridos de testemunhos de sondagens realizadas nas localidades de Limoeiro, Cururu e Badajós pelo Conselho Nacional do Petróleo.

Petri (1954), descreveu foraminíferos fósseis da Bacia do Marajó (vale do Rio Cururu), obtidos de testemunhos de sondagem e amostras de calha de sondagem do Conselho Nacional do Petróleo.

Ottman (1960), sobre a distribuição das diversas fácies dos sedimentos na embocadura do Rio Amazonas, concluiu tratar-se de sedimentos de plataforma continental, classificando-os nas seguintes fácies: típicas flúvio-marinhais; argilosas; areias mais ou menos conchíferas e pelágicas.

Castro e Vasconcelos (1970) reconheceram três grandes transgressões no fanerozóico, a última começando no Oligoceno e terminando no Mioceno inferior, depositando sedimentos marinhos clásticos na plataforma e na área continental.

Franzinelli (1976), com a finalidade de esclarecer alguns fenômenos relativos ao transporte e deposição de sedimentos

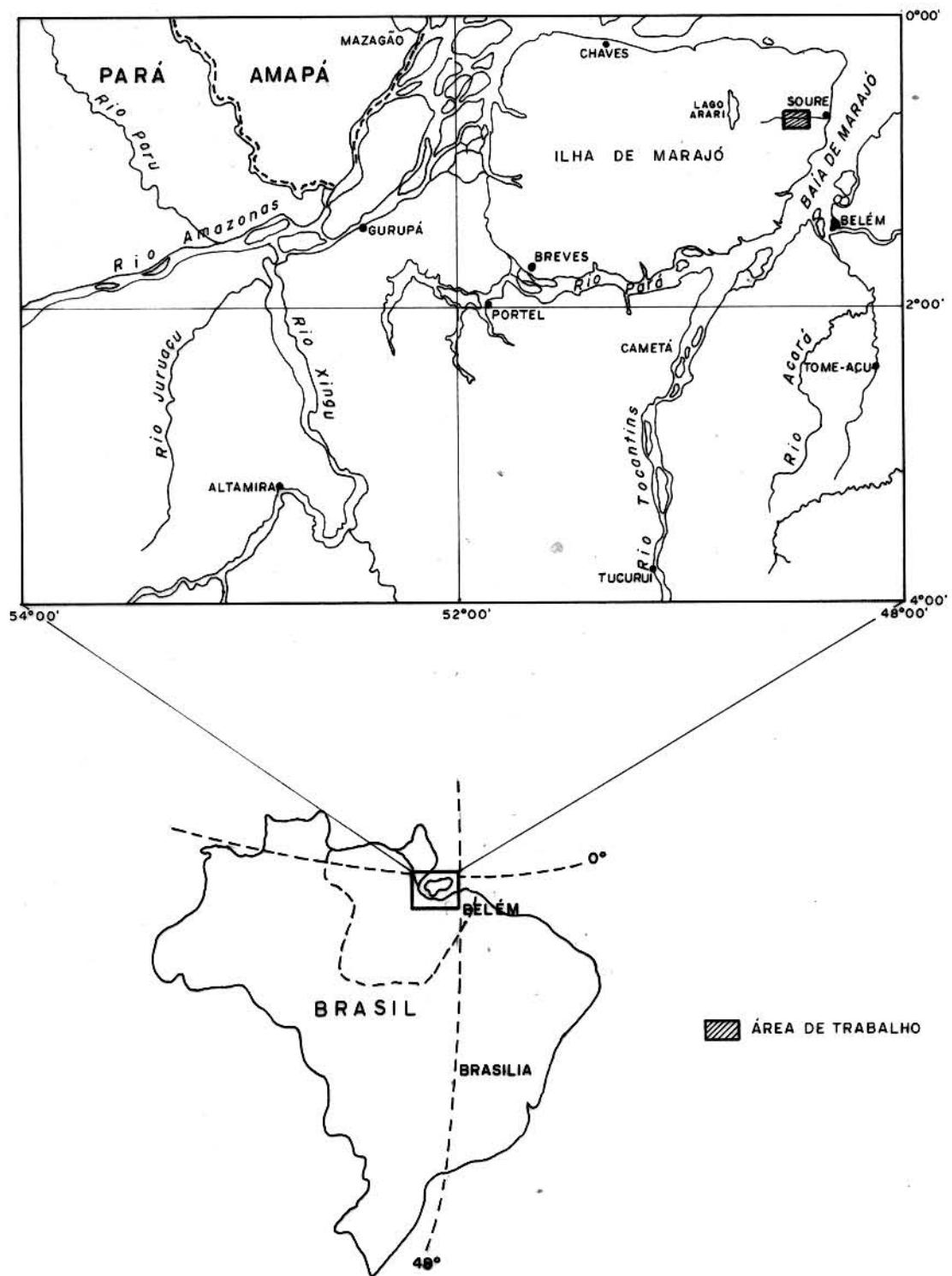


FIG. 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DA ÁREA.

nas margens da Baía de Marajó, bem como os mecanismos que efetuam a distribuição dos mesmos, chegou a mostrar através de da dos texturais, a predominância de fenômenos erosivos ao longo da costa e de ambientes de forte turbulência para a maioria das a mostras.

O levantamento de recursos naturais da folha SA-22 Belém, realizado pelo Projeto RADAM (1974), além da coletânea de trabalhos contida no Projeto REMAC (1977, 1978), muito tem contribuído no conhecimento da geologia do Quaternário da Ilha de Marajó.

O Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará (IDESP) tem desenvolvido desde 1968, estudos integrados visando avaliar a potencialidade hidrogeológica da Ilha.

A Universidade Federal do Pará (UFPa), através do NCGG, vem desenvolvendo desde 1974, estudos geológicos, sedimentológicos, geofísicos e hidrogeológicos em escala de reconhecimento e/ou detalhe para avaliação quantitativa dos recursos de água subterrânea da parte leste da Ilha de Marajó.

A presente pesquisa faz parte desse programa de trabalho, onde esperamos que a caracterização sedimentológica dos paleocanais, forneça os subsídios necessários à prospecção de aquíferos rasos, como um dos meios utilizados para beneficiar as condições de vida dos habitantes da parte leste da Ilha de Marajó.

2 METODOLOGIA

2.1 Fotointerpretação

Esta pesquisa foi baseada em imagens radargramétricas na escala 1:250.000, serviços executados por LASA-Engenharia e Prospecção S.A., 1972 e em fotografias aéreas convencionais em branco e preto na escala 1:20.000, levantamento de serviços aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul, 1966.

As imagens de radar foram utilizadas na confecção de um mapa de drenagem da Ilha de Marajó e no esboço dos paleocanais localizados a leste. Adotou-se como procedimento o traçado em acetatos justapostos a off-set de mosaicos semi-controlados de imagens de radar. O mapa de drenagem (anexo 1) inclui as folhas SA-22-X-A, SA-22-X-B, SA-22-X-C e SA-22-X-D, integradas e reduzidas a escala de 1:500.000. Os paleocanais delineados na folha SA-22-X-B, são aqui apresentados na escala de 1:250.000 (anexo 2).

No tratamento das fotografias aéreas, empregou-se o método da interpretação Fotogeológica Convencional de Detalhe, utilizando-se, quando possível, a vegetação como controle-guia na identificação e delineamento dos paleocanais.

Um mapa base morfológico (anexo 3) foi montado através da justaposição dos calcos da fotointerpretação e reduzido à escala 1:40.000 sem retificações.

A partir deste mapa foram calculados os parâmetros geométricos dos paleocanais, conforme relação proposta por Leopold e Wolman (1960, in Allen, 1965).

2.2 Geologia de Campo

Foi feito o reconhecimento de superfície no intuito de se aferir no campo, os elementos registrados na fotointerpretação geológica e levantamentos adicionais sobre a morfologia, drenagem, vegetação, constituição litológica e habitação.

A constituição litológica da área foi verificada através de coleta de amostras de subsuperfície, utilizando-se um equipamento de sondagem a percussão (SONDEC). Tal sistemática foi adotada tendo em vista a inexistência de afloramentos na área.

Os paleocanais com expressão morfológica e áreas adjacentes foram selecionados como pontos de amostragem prioritários para fins de análises sedimentológicas e comportamento desses corpos em subsuperfície.

A locação dos furos de sondagem foi feita preliminarmente em fotografias aéreas na escala de 1:20.000, e o controle de campo realizado a trena e bússola. Foram efetuadas 13 sondagens, que atingiram profundidades de 20, 30 e 50 m, em função das características geológicas do terreno. Os recursos disponíveis no momento da execução da pesquisa não permitiram a realização de um maior número de sondagens, em consequência, não foi possível estabelecer uma distribuição uniforme para as mesmas.

A figura 2 mostra a localização das sondagens, denominadas com as iniciais PM/Projeto Marajó e numeradas de 1 a 13, de acordo com a ordem de efetivação das perfurações.

O intervalo de amostragem variou de 1 a 3 m, e não pôde ser mantido constante, devido a problemas operacionais com o equipamento utilizado. O material coletado após descrito (anexo 4) foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente etiquetados, obedecendo a seguinte numeração: iniciais PM (Projeto Marajó); número de perfuração; profundidade em metros e ano da perfuração. Foram coletadas 169 amostras, recuperando-se em média 300 a 500g de areias e 50 a 100 g de argilas. O material recuperado foi transportado para o Laboratório de Sedimentologia do NCGG, onde foi catalogado e posteriormente processado.

As limitações técnicas do equipamento de sondagem não permitiram a preservação de quaisquer estruturas sedimentares. Por outro lado, não foi concedida autorização por parte dos proprietários das fazendas para a abertura de trincheiras transversais aos paleocanais, que também poderiam favorecer a identificação de estruturas.

Complementando as atividades de campo, foi realizado um sobrevôo de duas horas em bimotor tipo SESNA, cobrindo as feições principais da porção oriental da Ilha.

2.3 Análises Texturais e Mineralógicas

As amostras foram processadas de acordo com a metodologia

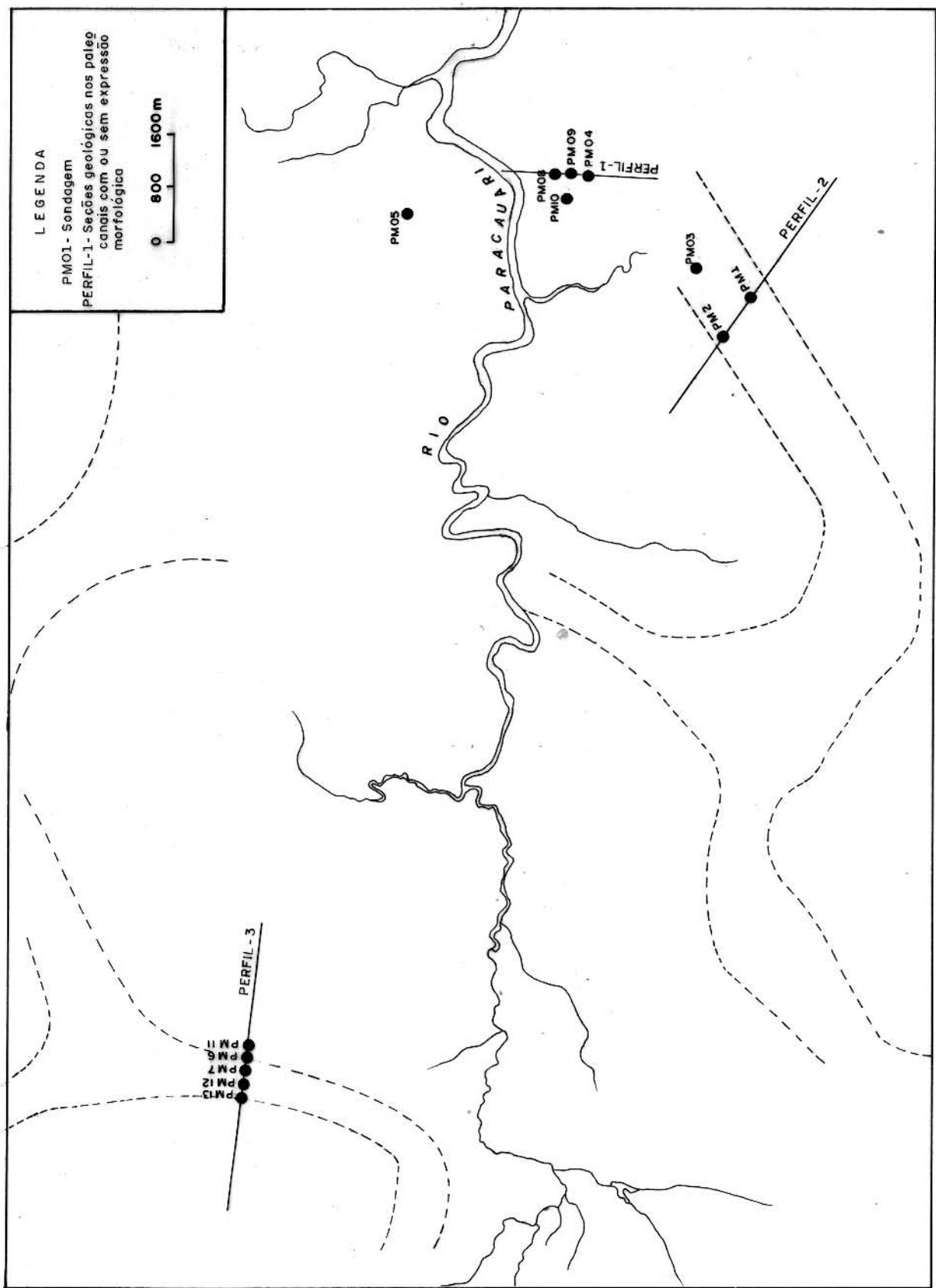


FIG. 2: LOCALIZAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM.

convencional proposta na literatura especializada (Muller, 1967; Carver, 1971).

Do material classificado, foram realizadas análises granulométricas de 96 amostras, excluindo o material argiloso. Aplicou-se o método usual de preparação: secagem e quarteamento. Após ter pesado 100 g de cada amostra e tratadas aquelas contendo matéria orgânica com água oxigenada a quente, foram peneiradas a seco com peneirador elétrico, utilizando-se os seguintes intervalos em milímetros da escala Atterberg (in Muller, 1967): 2000-1600; 1600-1250; 1250-1000; 1000-0,800; 0,800-0,630; 0,630-0,500; 0,500-0,400; 0,400-0,315; 0,315-0,250; 0,250-0,200; 0,200-0,160; 0,160-0,100; 0,100-0,080 e 0,080-0,063.

Após o processamento de laboratório os resultados obtidos foram submetidos ao cálculo dos parâmetros estatísticos da distribuição total e da distribuição areia, a partir de um programa denominado LABSE, em linguagem FORTRAN IV, adaptado do método gráfico de Folk e Ward (1957), por Yamamoto et al. (1977a).

Aplicou-se também a técnica multivariante de análise de agrupamentos (Cluster Analysis), conforme a metodologia proposta por Davis (1973), adaptada por Mauro Fumio, estagiário do Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da USP. Segundo este método, procura-se colocar agrupamentos de itens, representados por pontos num espaço n dimensional, em um número conveniente de grupos, relacionando-os através de coeficientes de similaridade ou de semelhança. Neste programa a medida de similaridade adotada foi o coeficiente de distância (similaridade entre os indivíduos-método Q).

O tratamento dos dados foi efetuado no computador Burroughs B6600/B 7700, do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo.

As observações morfoscópicas foram feitas no intervalo de 0,250-0,125 mm, por ser o intervalo de maior concentração da fração arenosa, e presente em todas as amostras analisadas. Quando necessário, o material foi lavado com solução a quente de HCl diluído (5%), para eliminar as películas ferruginosas que revestiam os grãos. Foram efetuadas 100 determinações em um total de treze amostras, usando lupa binocular. A técnica usada foi a de comparação visual com imagens referência, proposta

Powers (1953, in Pettijohn et al., 1972).

Das frações 0,250-0,125 e 0,125-0,063 mm, foram separados os minerais pesados utilizando-se bromofórmio como líquido pesado. Antes da separação, para eliminar as películas ferruginosas que revestiam os grãos, todo o material foi lavado em solução de ditionito (Mhera e Jackson, 1960). Na identificação ótica, foram usadas montagens não permanentes com óleo de imersão $n=1,56$. Os valores percentuais relativos de cada mineral presente foram obtidos a partir da contagem simples, por varredura constante da lâmina com auxílio do charriot. Foram determinados 100 grãos em um total de treze amostras nas duas frações estudadas.

A constituição mineralógica da fração menor que 0,002 mm foi determinada por difratometria de raio-X, utilizando-se o equipamento Philips, modelo PE 1050/80 com válcula de cobre. Selecioneou-se treze amostras como representativas do material argiloso. A separação da fração argila foi feita por sedimentação em provetas de Atterberg, e a filtração das suspensões de argila a través de cilindros de Berkefeld. Depois das amostras secas a 50°C foram confeccionadas lâminas empregando-se a técnica "pipete-on-slide" ($3,5 \text{ mg/cm}^2$). A identificação por meio de raio X, seguir Brown (1961), utilizando-se estas lâminas de argila, secas a ar, na faixa de $2-36^{\circ}20'$.

3 FISIOGRAFIA E GEOMORFOLOGIA

3.1 Fisiografia

3.1.1 Clima e Vegetação

O clima da Ilha de Marajó enquadra-se no grupo "A" da classificação de Köppen, definido como clima tropical chuvoso, apresentando temperatura média de 27°C, e diferenciado em dois tipos básicos (Tancredi et al., 1975a): Tipo Af - clima tropical quente, com excessivas chuvas sazonais típico de monções, predominante na parte ocidental com pluviosidade anual média, na ordem de 2900 mm e pluviosidade mensal sempre superior a 60 mm; Tipo Am clima tropical quente e chuvoso, predominante na parte oriental que possui pluviosidade média anual de 2100 mm e a mensal, inferior a 60 mm, durante mais de dois meses do ano.

O clima da região do Rio Paracauari é aqui enquadrado no tipo Am da referida classificação, apresentando uma estação seca e outra chuvosa, denominadas localmente de "inverno" e "verão". O "inverno" é caracterizado pela estação chuvosa (janeiro a junho), quando mais de 60% da área fica alagada; e o "verão", pela estação seca (julho a dezembro), tal como ilustra a curva ombrotérmica de Gaussem (figura 3).

Dentre os vários tipos de cobertura vegetal existentes na Ilha de Marajó, destacam-se os tipos aqui apresentados segundo a classificação morfoclimática de Japiassu e Filho (1975):

Floresta tropical densa de planície aluvial, também conhecida como floresta tropical chuvosa, recobre a parte ocidental da Ilha de Marajó. As Leguminosas representam papel de destaque no extrato das árvores altas, ao lado das espécies típicas das áreas de inundação. A floresta é caracterizada por árvores que em sua maioria apresentam adaptações, tais como sapopemas e raízes respiratórias em função das áreas alagadas.

Cerrado parque - na metade leste da Ilha de Marajó, ocorrem campos naturais, com flora das savanas, em áreas raramente atingidas pelas inundações, por isso denominados campos altos ou "tesos". Estes campos são recobertos por sinúsia rasteira gramínsa de capim barba-de-bode e sinúsia arbórea. Quando existe uma densa rede de drenagem nos campos, observam-se floresta de gale-

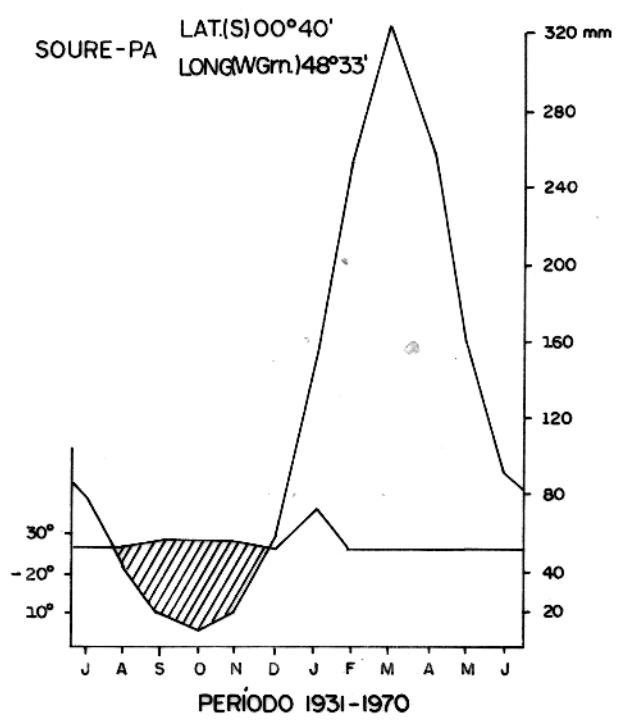


FIG. 3 - CURVA OMBROTÉRMICA DE GAUSSEN DO MUNICÍPIO DE
SOURE, MODIFICADO DE PROJETO RADAM, FOLHA SA-22
BELÉM, 1974 V.5/IV.

ria com palmeiras.

Formação pioneira tropical aluvial campestre - na porção oriental da Ilha de Marajó, os campos alagados abrangem uma extensa área, caracterizada por capim de pequeno porte. Nesta vegetação campestre destacam-se o capim-de-marreca, piri ou tábua e canaranas, sendo a maioria destas espécies utilizadas para forragens.

Formação pioneira tropical marítima manguezal - o litoral leste da Ilha de Marajó é caracterizado por vegetação de mangue, acompanhando os cursos d'água e instalando-se nas áreas de influência das marés. São duas as plantas que aparecem geralmente como vegetação pioneira nestas áreas: a aninga e o aturiá. No meio do aningal ou do aturial, ora isolados, ora em grupos, desenvolve-se principalmente o mangue.

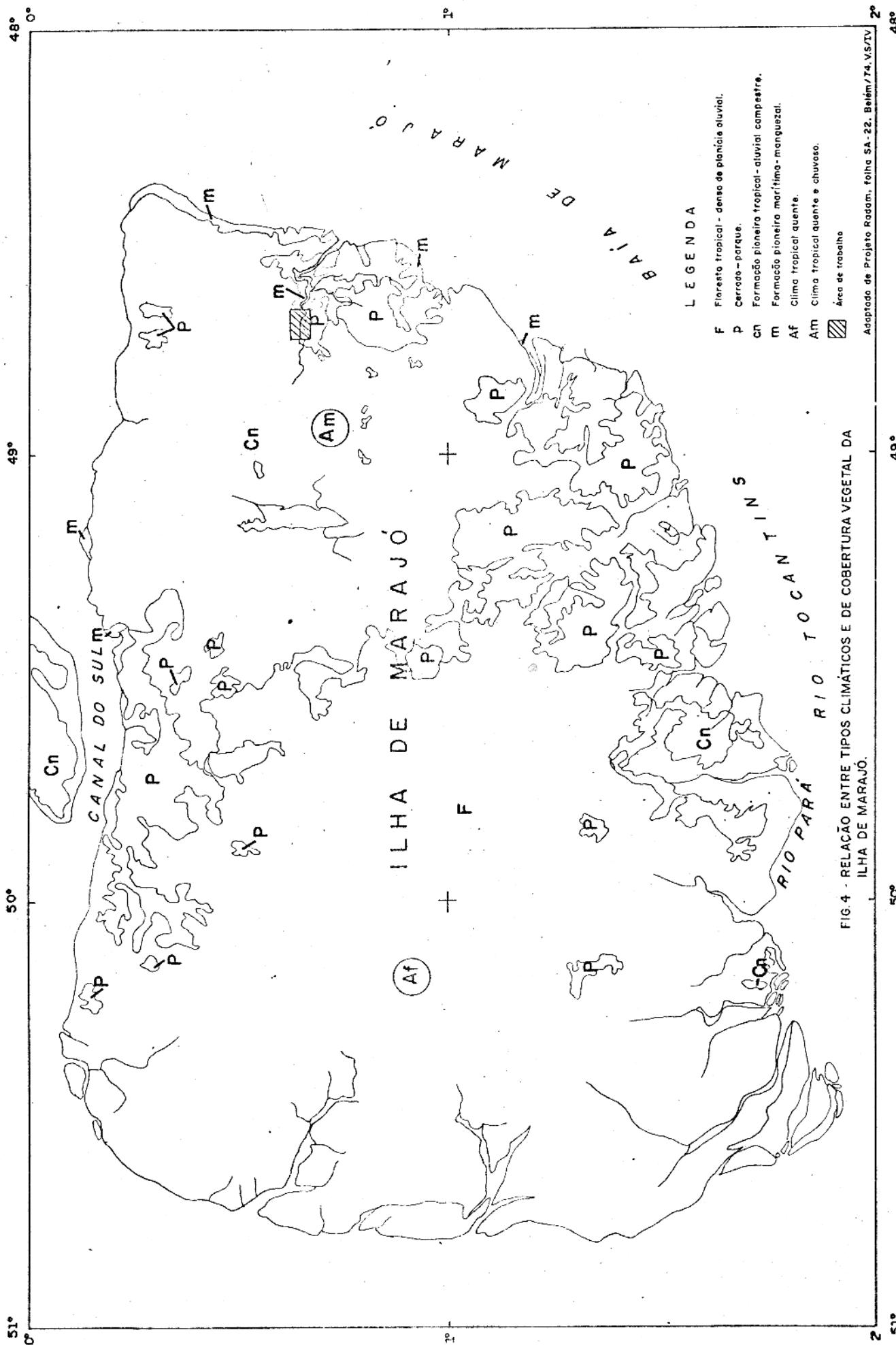
A figura 4 representa a relação entre tipos climáticos e de cobertura vegetal.

Com base na classificação acima referida, nos foi possível distinguir na região do Rio Paracauari, três tipos básicos de vegetação, como ilustra o mapa morfológico (anexo 3).

Aluvial campestre - formação vegetal que cobre aproximadamente 70% da área, constituindo os chamados campos de Marajó, desenvolvida em terreno periodicamente alagado e de drenagem esparsa. Apresenta vegetação campestre como capim-de-marreca (Parathelia sp) e piri (Cyperus sp).

Manguezal - formação vegetal desenvolvida em zona de influência das marés, acompanha todo o curso do Rio Paracauari, e alguns tributários a sudeste. Apresenta entre outros tipos, a aninga (Montrichardia arborescens Schott), aturiá (Drepanocarpus lunatus Mever) e o mangue vermelho (Rhizophora mangle L.)

Parque - formação vegetal disposta linearmente, exercendo expressivo controle nas partes topograficamente elevadas da área. Destaca-se a sudeste da mesma, cobrindo uma faixa com cerca de 12 km de extensão, na qual o desnível topográfico varia entre 1 a 2 metros de altura em relação à área circundante. Desenvolve-se nas partes mais resistentes do terreno, fora do alcance das águas por ocasião das inundações. Apresenta ora florestas de galeria onde dominam palmeiras como o Tucumã, (Astrocarym vulgares Mart) entre outros tipos, ora montículos esparsos de arbustos.



3.1.2 Ocupação Humana

O arquipélago marajoara apresentava em 1970, uma população de 173.405 habitantes ocupando uma área de 49.606 Km², com densidade demográfica variando de 1,5 a 13,0 habitantes/Km², entre os doze municípios que o constituem (IDESP, 1975).

Ainda que possuidor de inúmeros recursos naturais, defronta-se com sérios problemas na manutenção de seu desenvolvimento econômico e social. A falta de infra-estrutura para viabilização de seus recursos hídricos, constitui um dos maiores entraves ao estabelecimento da população e à produção pecuária, que é a atividade econômica predominante da Ilha de Marajó.

Localmente, a exemplo do que pode ser observado em toda porção leste da Ilha, a população concentra-se principalmente nas faixas do terreno topograficamente elevadas em relação à área adjacente mapeadas como paleocanais (anexo 3), e denominada pelo habitante regional de "tesos". Os "tesos", conforme refere Moura (1943), desempenham importante papel na vida econômica dessa região, pois neles se refugia o gado por ocasião das enchentes.

Além do que, durante o mapeamento de campo, pudemos observar que a qualidade da água subterrânea utilizada para o consumo humano nos "tesos", é superior àquela que se encontra nas áreas adjacentes.

Em apoio a esta observação, os dados contidos na tabela 1 mostram que fora dos "tesos": o cálcio, embora não ultrapasse o limite permitível, apresenta maior concentração; a dureza da água ultrapassa o limite recomendado; os sulfatos apresentam concentrações excessivas; e o magnésio ultrapassa os valores permisíveis com maiores concentrações. Tanto interna como externamente aos "tesos", os valores de pH quando não estão dentro da faixa permitível, excedem um pouco seu limite inferior, e o ferro está em excesso.

De um modo geral, o resultado das análises físico-químicas da água associada à perfuração localizada no "teso", ainda que não satisfaça plenamente os padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresenta menor condutividade; menor dureza e menor concentração em cátions e ânions, quando comparado com as análises de água das perfurações localizadas fora do "teso".

Tabela 1 - Resultados das Análises Físico-Químicas de Águas da Região do rio Paracauari - Sóure em mg/l

AMOSTRAS	CONDUT Umho/cm	DUREZA total	ALC. AD. MET. OR.	CO ₂ total	Fe total	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺	SIO ₂	pH
PM 4 Fazenda Gavinho	980.0	234.0	132.50	171.00	1.10	161.65	73.25	150.88	29.85	38.92	100.00	16.00	0.66	1.20	7.1
PM 5* Fazenda São Lourenço	430.0	85.50	81.50	123.29	2.90	99.43	101.50	0.35	17.83	10.00	55.00	10.00	0.82	0.75	6.9
PM 7* Fazenda Conceição	330.0	47.00	47.00	66.19	1.95	57.34	67.50	7.30	8.82	6.10	43.00	9.00	0.36	2.25	6.8

* Localizada nos "tesos"

(Projeto Marajó, Janeiro/1979)

PADRÕES DE POTABILIDADE EM MILIGRAMAS POR LITRO

	ABNT-PB - 19	ORG. MUNDIAL DE SAÚDE	
Recomendado	Tolerado	Permissível	Excessivo
Ferro (em Fe)	-	-	1.0
Magnésio (em Mg)	-	0.3	
Cloreto (Cl)	-	5.0	15.0
Sulfatos	250	200	600
Dureza (CaCO ₃)	-	200	400
Cálcio (em Ca)	100	250	-
pH	pH (saturação) 6	7.0-8.5	<6.5 >9.2

(Adaptado de Piuci, 1978 in Porsani et al., 1980)

Os estudos realizados por Cutrim e Sauck (1978) e Cavalanti (1979), sobre a condutividade das águas na região do Rio Paracauari, dão respaldo às considerações feitas acima.

O abastecimento de água na zona rural é feito através de poços escavados de 2 a 5 metros e coleta de águas de chuva em cisternas.

O regime climático, as características do solo e o baixo padrão de potabilidade da água, prejudicam sensivelmente a condição de vida dos habitantes.

Afora estas restrições, o município de Soure onde fica localizada a área em estudo, recenseado em 1970, apresentava uma população de 13787 habitantes, sendo 9532 na zona urbana e 4255 na zona rural, ocupando uma área de 3051 Km², com uma densidade de 4,52 habitantes por Km² (IDESP, 1977).

3.2 Geomorfologia

3.2.1 Relevo

Aspectos geomorfológicos da Ilha de Marajó foram apresentados por Derby (1898), Penna (1916), Moraes (1917), Huber (1943), Moura (1943), Teixeira (1953) e Guerra (1956), como análises preliminares de observações de campo localizadas. Por outro lado, a geomorfologia proposta por Barbosa et al. (1974) enquadraria-se no contexto regional, sendo aqui adotada.

Em linhas gerais, o relevo da Ilha de Marajó é constituído por duas unidades morfoestruturais que apresentam três feições geomorfológicas distintas, e abrangem dois domínios morfoclimáticos, assim classificados:

Planalto Rebaixado da Amazônia (do baixo Amazonas) - abrange o centro sul da Ilha de Marajó, limitando a este com a planície colmatada e a oeste com os baixos terraços e áreas em colmatagem. A cobertura vegetal é de floresta densa e a superfície é conservada sendo cortada pela intrincada rede de drenagem constituída de "furos" ⁽¹⁾ e "igarapés" ⁽²⁾. Tal unidade está in-

⁽¹⁾ Furo: compreende a toda canal de drenagem que liga um rio a outro, um rio a um lago ou um rio a ele mesmo, sendo neste último caso, fora de planície aluvial. (Andrade, 1956).

⁽²⁾ Igarapés: são considerados elementos mais da drenagem de terra firme do que da várzea. (Andrade, 1956).

cluída no domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos, rebaixados ou dissecados das áreas colinosas e planícies revestidas por floresta densa.

Planície Amazônica - as áreas da planície amazônica, colmatadas por sedimentos holocênicos têm na Ilha de Marajó sua maior extensão contínua. Esta unidade compreende a leste, planície colmatadas por sedimentos holocênicos, com inúmeras lagoas sujeitas à inundação pluviais e paleocanais em forma de meandros, distribuídos amplamente a norte e nordeste da Ilha (anexo 2), exibindo feições semelhantes aos da Ilha Mexiana. Nas bordas do Lago Arari são encontradas zonas de "schorre" ⁽³⁾ e "slikke" ⁽⁴⁾ alinhadas e nítidas. Esta parte da planície é coberta em sua maior extensão por vegetação de gramíneas, enquanto que, nos vales a vegetação é arbustiva. Pertence ao domínio morfoclimático das planícies inundáveis cobertas por campos. A oeste apresenta uma extensa região ainda em processo de colmatagem cortada por "furos" e "igarapés" e um nível de baixos terraços. Esta faixa da planície já é uma área de terreno que possibilita a instalação da floresta densa. Faz parte do domínio morfoclimático dos planaltos amazônicos, rebaixados ou dissecados das áreas colinas e planícies revestidas por floresta densa.

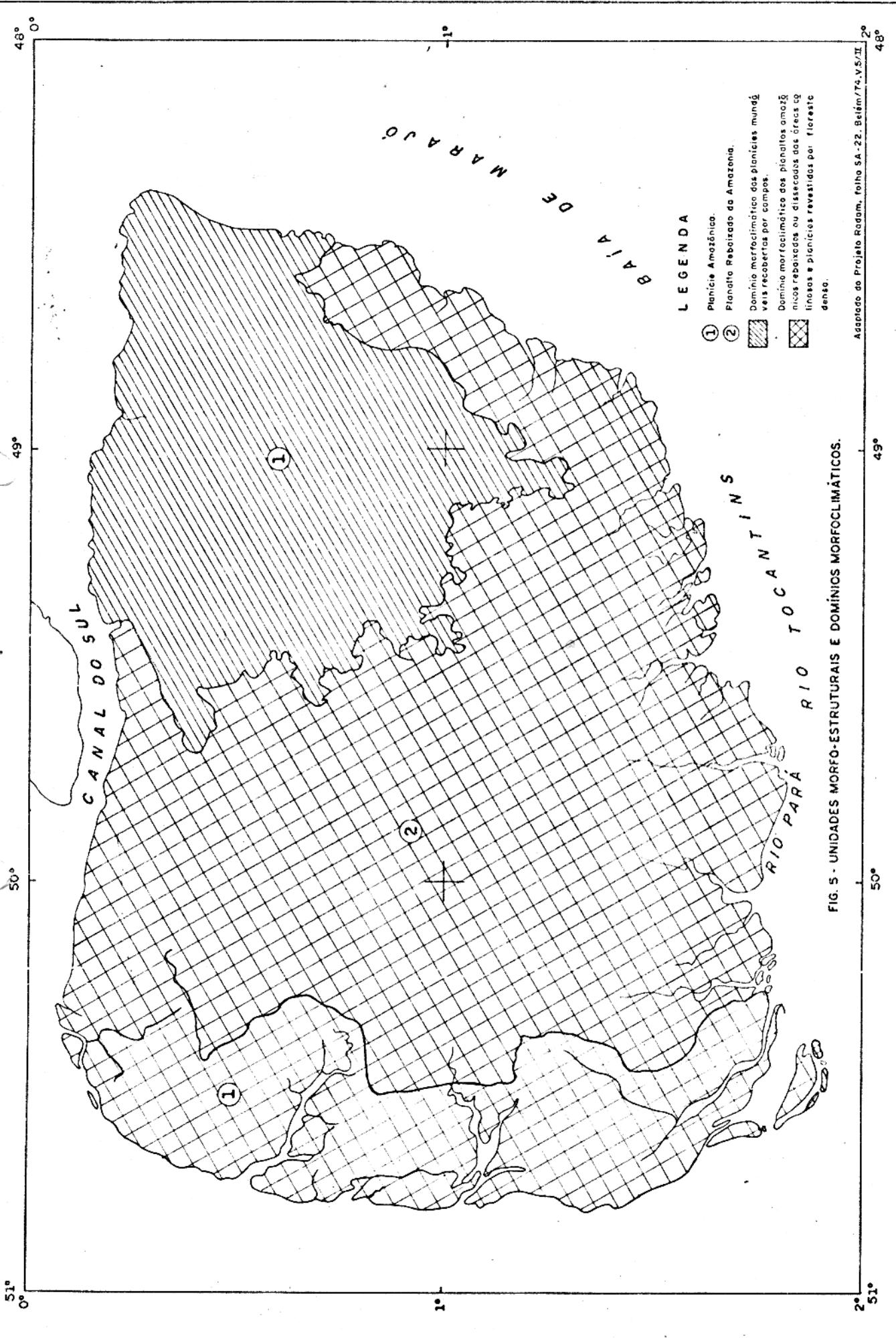
A Ilha de Marajó é de topografia extremamente plana, na qual se destacam pequenos níveis de altitudes entre 20 e 4 metros, assim definidos por Guerra (1956): 20 metros; 15-16 metros; 10-12 metros e 4 metros.

A figura 5 ilustra as unidades morfoestruturais e os domínios morfoclimáticos.

A região do Rio Paracauari enquadra-se na unidade de relevo classificada como Planície Amazônica, e apresenta as mesmas características acima descritas para a feição geomorfológica a leste da Ilha.

⁽³⁾ Schorre: superfície argilosa, colonizada pela vegetação e recoberta pela maré apenas em pequenos intervalos. O schorre é separado da slikke por uma microfalésia (Derrua, 1966).

⁽⁴⁾ Slikke: parte baixa da superfície argilosa pouco colonizada pela vegetação, e coberta várias horas durante cada maré. Esta superfície é separada do schorre por uma microfalésia (Derrua, 1966).



3.2.2 Drenagem

Situada em pleno estuário do Rio Amazonas, a Ilha de Marajó apresenta um sistema hidrográfico composto por inúmeros rios sob influência de maré, que constituem bacias hidrográficas interligadas, entre as quais a mais importante é a do Rio Arari.

A morfohidrografia da Ilha é semelhante àquela encontrada ao longo da extensa Planície Amazônica, amplamente descrita na vasta literatura existente (Huber, 1943; Marbut e Manifold, 1947; Gourou, 1949; Andrade, 1956; Soares, 1950; Sioli, 1966, 1967, 1974; Wright et al., 1974).

A rede de drenagem (anexo 1) apresenta dois arranjos distintos: a oeste é densa e ativa, caracterizada por um entrelaçado de furos e igarapés, descritos por Huber (1943), sob o nome de "Região dos Furos de Breves"; a leste a rede de drenagem é esparsa, constituída por rios em sua maioria de caráter temporário e inúmeros lagos. No interior da Ilha, destaca-se o Lago Arari com uma área de, aproximadamente, 400 Km², funcionando como principal receptor da precipitação pluvial durante os meses de janeiro a maio.

Esse conjunto hidrográfico sofre a influência marinha da Costa Atlântica, onde as amplitudes de marés variam de 3.50 m a 5 m. A ação das marés é tão intensa que provocam a inversão de corrente nos rios e nas baías. Esse fenômeno é responsável por uma série de particularidades hidrográficas, como os "encontros d'água" da região dos furos de Breves (Huber, 1943) e ainda a destruição das costas baixas da Ilha de Marajó.

A área em estudo é drenada em quase toda sua extensão pelo Rio Paracauari no rumo E-W, concentrando a sudeste seus tributários mais expressivos (anexo 3). Estes são perfeitamente limitados em certas faixas do terreno, o que comprova o desnível topográfico aí existente. A influência das marés é evidenciada pela presença de manguezais ao longo do Rio Paracauari, e nos tributários a sudeste. É comum a presença de lagos e lagoas de baragem, que em conjunto com os rios estabelecem uma drenagem desorganizada, compondo um padrão dentrítico.

4 GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

4.1 Geologia Regional

A base do conhecimento estrutural e estratigráfico da Ilha de Marajó, foi obtida a partir de 1946, pelo Conselho Nacional do Petróleo, através de levantamentos geofísicos e perfurações realizadas nas localidades de Limoeiro, Cururu e Badajós, estudadas por Petri (1954) e Amaral (1955).

A continuidade dessa pesquisa no âmbito da PETROBRÁS possibilitou a Schaller et al. (1971), a análise da seqüência estratigráfica da área de Marajó e área litorânea, que, integrada à evolução geológica proposta por Rezende e Ferradaes (1971), compõe a geologia regional aqui relatada.

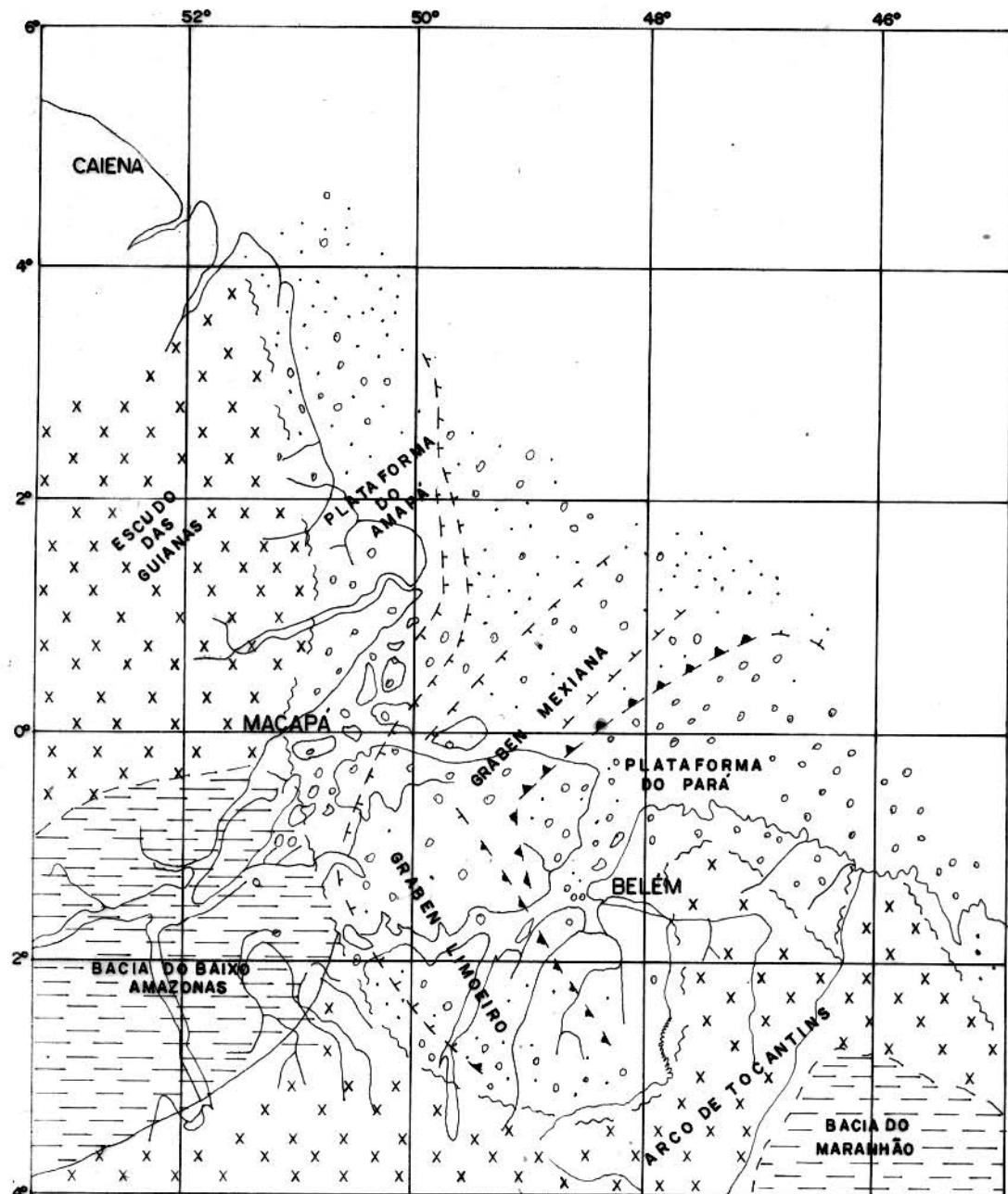
A Ilha de Marajó faz parte da bacia sedimentar da foz do Rio Amazonas, a qual comprehende uma parte emersa, conhecida sob o nome de Bacia do Marajó, e uma parte situada na plataforma continental.

A Bacia do Marajó desenvolve-se no sentido da plataforma para o continente, entre as bacias Paleozóicas do Amazonas e do Maranhão, abrangendo uma área com cerca de 150.000 Km². Sua estrutura tectônica é caracterizada por um sistema de grabens com falhas marginais escalonadas. Os falhamentos manifestaram-se desde o Cretáceo Superior (Ludwig, 1968) até o início do Holoceno (Barbosa et al., 1974).

As principais feições estruturais são os grabens de Limoeiro e Mexiana e as plataformas do Pará e Amapá, como ilustra a figura 6.

A Bacia do Marajó é constituída por uma espessa seqüência de sedimentos neo-cretáceos e cenozóicos assentes em discordância sobre as rochas do complexo cristalino, que forma o embasamento, ou sobre os sedimentos paleozóicos entremeados por intrusivas básicas, descritas por Ludwig (1968).

A figura 7 mostra que a seqüência sedimentar neo-cretácea-cenozóica, é iniciada pela Formação Jazarezinho, caracterizada por clásticos grosseiros de talus e leques aluviais, em gradeção lateral e vertical para os arenitos grosseiros da Formação Limoeiro, que são tipicamente fluviais.



SEDIMENTOS NEO-CRETÁCEOS E CENOZÓI-
COS DA BACIA SEDIMENTAR DA FOZ DO AMAZO-
NAS.



ZONA DE FALHAMENTO.



SEDIMENTOS DAS BACIAS PALEOZOÍCAS.



LIMITE APROXIMADO DOS SEDIMENTOS NEO-
CRETÁCEOS.



ROCHAS CRISTALINAS DO EMBASAMENTO
MUITO RASAS E/OU AFLORANTES.

FIG. 6 - ESBOÇO ESTRUTURAL DA BACIA SEDIMENTAR DA FOZ DO RIO AMAZONAS (MODIFI-
CADO DE SCHALLER et al., 1971).

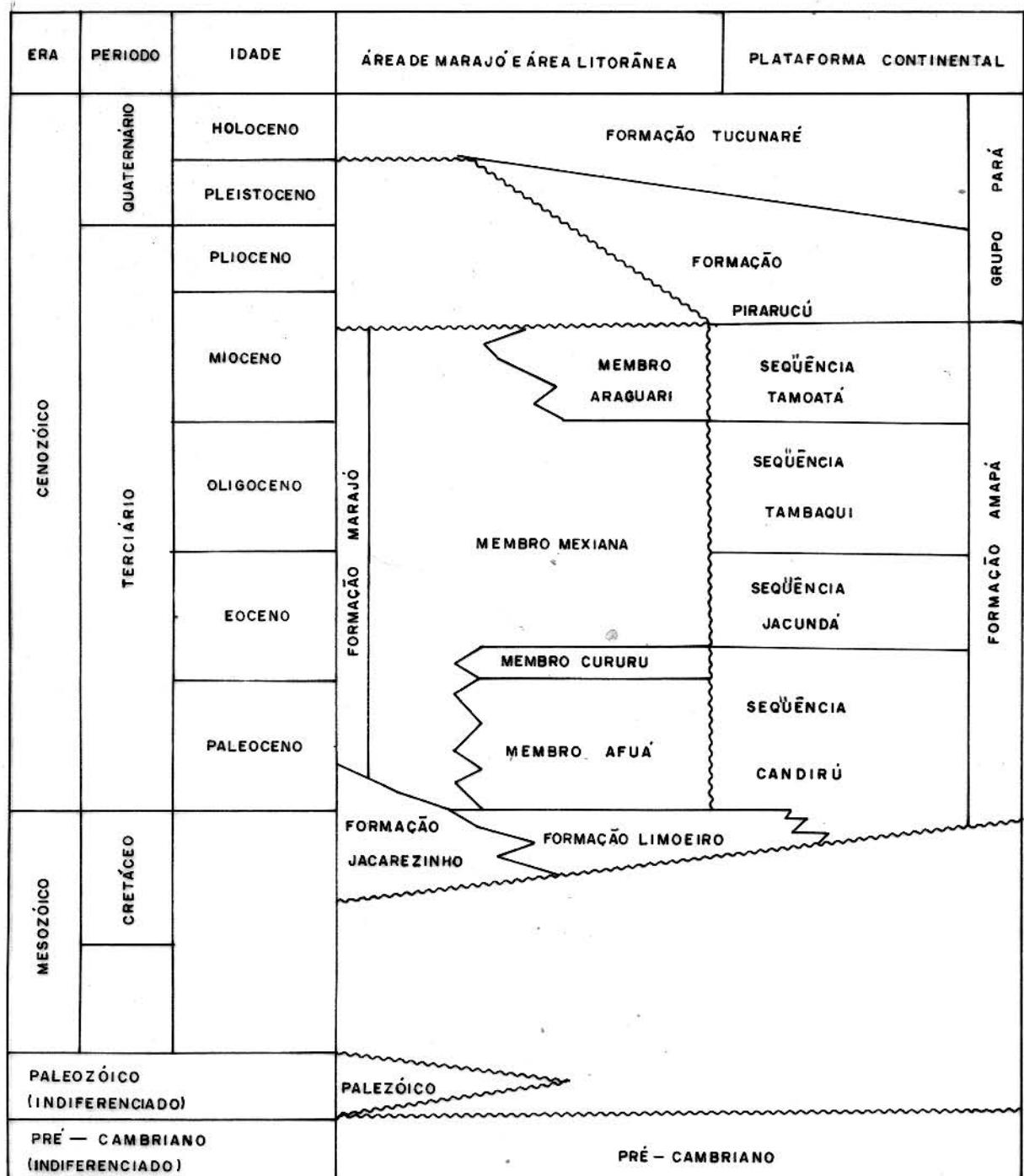


FIG. 7 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA SEDIMENTAR DA FOZ DO RIO AMAZONAS (MODIFICADO DE SCHALLER et al. 1971).

Acima dessas unidades estão sobrepostos os clásticos da Formação Marajó, constituídos por arenitos, argilitos e folhelhos, que exibem entre si variações litológicas expressivas. Isso permitiu a subdivisão dessa formação em quatro membros: Afuá, Cururu, Mexiana e Araguari.

O Quaternário é representado pelo Grupo Pará, constituído essencialmente por clásticos de origem fluvial a parálica assim diferenciados: na base uma seção argilosa, chamada Formação Pirarucu e no topo uma seqüência arenosa, a Formação Tucunaré.

Das unidades estratigráficas apresentadas, apenas a Formação Tucunaré é de interesse para o nosso estudo, tendo em vista a profundidade das sondagens realizadas na área.

4.2 Geologia Local

Na região do Rio Paracauari os paleocanais representam a expressão morfológica dominante, distribuídos a sul, nordeste e noroeste da área pesquisada, com até 13 km de extensão.

Tomando como base o mapa morfológico (anexo 3) podemos caracterizar os paleocanais como formas meandrantes, com índice de sinuosidade (Leopold e Wolman, 1957, in Allen, 1965), estimado em 1.80. No campo, estas formas se fracionam em faixas descontínuas e irregulares, exibindo certa convexidade no topo, e se destacam pelo desnível topográfico de 1 a 2 m em relação a área adjacente. Este comportamento morfológico assemelha-se ao de uma faixa de meandros, onde a atividade deposicional, relacionada à sinuosidade possibilitou a formação de uma crista aluvial acima do nível da planície de inundação (Fisk, 1952, in Reading, 1978).

As características acima descritas, em conjunto com o padrão linear exibido pela vegetação provavelmente enquadram-se no modelo de evolução morfológica de estuário, descrito em Guilcher (1957).

Para o dimensionamento desses depósitos adotamos os parâmetros geométricos propostos por Leopold e Wolman (1960, in Allen 1965), que como se vê na tabela 2, apresentam em função das larguras dos paleocanais, amplitudes de meandro que variam de 587 m a 4527 m e comprimentos de onda do meandro da ordem de 2687 m a

Tabela 2 - Cálculo dos Parâmetros Geométricos dos Paleocanais da Região do Rio Paracauari
 (Leopold e Wolman, 1960)

W (m)	Y* (m)	A** (m)
250	2687	587
500	5412	1259
600	6506	1539
750	6151	1967
1000	10900	2700
1400	15311	3909
1600	17522	4527

*Y = $10.9 \cdot W^{1.01}$ Relação do comprimento de onda (Y) à largura do canal (W)

**A = $2.7 \cdot W^{1.1}$ Relação entre a amplitude do meandro (A) e a largura do canal (W)

17522 m.

A partir dos dados de sondagem realizados na área, nos foi possível inferir o comportamento espacial e a constituição litológica dos sedimentos até 50 m de profundidade.

As seções geológicas na figura 8 mostram que os paleocanais são constituídos por areias de granulometria variada desde muito grossa a muito fina, apresentando diversas colorações. Em algumas seções é comum a presença de matéria orgânica vegetal disseminada.

Intercalando as areias ocorrem sedimentos argilosos de coloração amarronzada, avermelhada, arroxeadas, esverdeada e esbranquiçada.

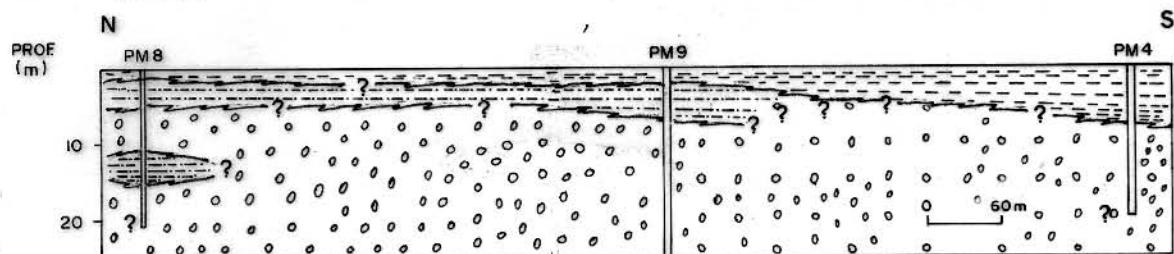
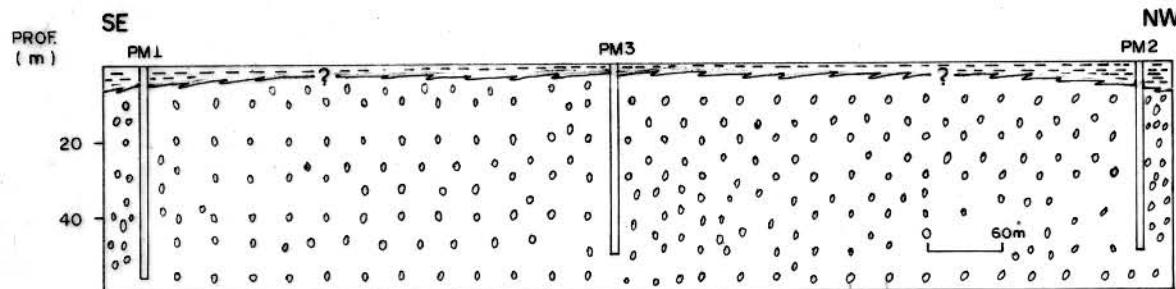
Na área externa aos paleocanais (perfil 3 na figura 8), predominam as argilas muito plásticas e carbonosas, onde em geral a matéria orgânica vegetal apresenta-se como finas raízes e pedaços de troncos carbonizados.

Eventualmente ocorrem concreções ferruginosas irregulares tanto na interface argila-areia como ao longo das seções arenosas, estas apresentam um aumento na proporção de argilas. A formação de concreções desse tipo, possivelmente seria devido a adição de óxidos de ferro através das águas subterrâneas; as quais, favorecidas por um clima quente com alternância de estação chuvosa e seca, em uma área de topografia plana, flutuam e precipitam os óxidos de ferro (Bigarella e Paumer, 1975).

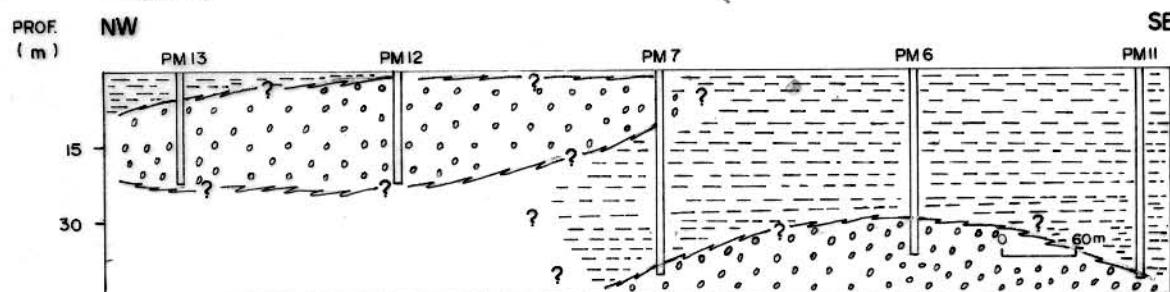
O perfil 3 da figura 8, sugere que as areias constituem corpos lenticulares, embora o número de sondagens e a localização das mesmas (figura 3), sejam insuficientes para compor um padrão da distribuição espacial dos sedimentos.

Por outro lado, sondagens realizadas na região de Ponta de Pedras, sudeste do Marajó (Piuci, 1978) e nas adjacências do lago Arari, porção média central do Marajó (Porsani et al. 1980), demonstram que as areias se apresentam como corpos lenticulares.

Os sedimentos acima descritos podem ser posicionados estratigraficamente como pertencentes a Formação Tucunaré considerada de idade Pleistocênica e Holocênica, conforme a extensão horizontal e a espessura estabelecida por Schaller et al. (1971).

Perfil-1**Perfil-2**

PM3 - PROJETADO PARALELAMENTE AS EXTREMIDADES DO PALEOCANAL.

Perfil-3**Legenda**

ARGILAS DE COLORAÇÃO VARIADA.

AREIAS DE GRANULOMETRIA VARIADA.

ARGILA ARENOSA.

CONTATO INFERIDO.

FIG.8: SEÇÕES GEOLÓGICAS DOS PALEOCANAIS COM OU SEM EXPRESSÃO MORFOLOGICA (PERFIS DE 1 A 3 LOCALIZAÇÃO NA FIGURA 2.)

5 CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DOS PALEOCANAIS DA REGIÃO DO RIO PARACAUARI

5.1 Análises Texturais

5.1.1 Granulometria

5.1.1.1 Parâmetros estatísticos das distribuições total e areia

Os parâmetros estatísticos utilizados foram diâmetro médio, desvio padrão (seleção), assimetria e curtose (segundo Folk e Ward, 1957 in Suguió, 1973), calculados tanto para a distribuição total como para a distribuição areia. A distribuição total (anexo 5) foi utilizada visando caracterizar e classificar os sedimentos estudados; a distribuição areia, considerando-se que a dinâmica do transporte e deposição é melhor compreendida quando se separa populações que sofreram processos de transportes diferentes, como é o caso de areias e pelitos.

Os parâmetros estatísticos das amostras (anexo 6) submetidos à análise de freqüência (tabela 3) apresentam a mesma faixa de variação tanto para a distribuição total como para a distribuição areia, conforme demonstram os resultados abaixo:

Diâmetro médio - os valores do diâmetro médio variam desde areia muito grossa a areia muito fina, predominando areia fina.

Desvio padrão (seleção) - a seleção varia de muito bem selecionada a pobremente selecionada, predominando areias bem selecionadas.

Assimetria - varia de muito negativa a muito positiva, predominando a aproximadamente simétrica.

Curtose - os valores das curvas variam de platicurtica a muito leptocurtica predominando o valor da curva leptocurtica para a distribuição total e o valor da curva mesocurtica para a distribuição areia. A predominância desses valores evidencia a boa seleção dos sedimentos.

5.1.1.2 Freqüência de Classes

Os valores da análise de freqüência de classes apresentados na tabela 4, demonstram que 55% das amostras analisadas com

Tabela 3 - Análise de Freqüência dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Total e Areia

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	DISTRIBUIÇÃO TOTAL (Grânulo, Areia e Silte + Argila)		DISTRIBUIÇÃO AREIA	
	FREQUÊNCIA NÚMÉRICA	FREQUÊNCIA PORCENTAGEM	FREQUÊNCIA NÚMÉRICA	FREQUÊNCIA PORCENTAGEM
DIÂMETRO MÉDIO (mm)				
2.00-1.00 (areia muito grossa)	1	1.05	1	1.05
1.00-0.50 (areia grossa)	8	8.42	8	8.42
0.50-0.25 (areia média)	26	27.35	26	27.36
0.25-0.125 (areia fina)	34	35.78	37	38.94
0.125-0.062 (areia muito fina)	26	27.36	23	24.21
SELEÇÃO (ϕ)				
0.35 (muito bem selecionado)	8	8.42	34	35.78
0.350-0.500 (bem selecionado)	56	58.94	35	36.84
0.500-1.000 (moderadamente selecionado)	30	31.57	25	26.31
1.000-2.000 (pobremente selecionado)	1	1.05	1	1.05
ASSIMETRIA				
-1.00 até 0.30 (assimetria muito negativa)	3	3.15	7	7.36
-0.30 até 0.10 (assimetria negativa)	17	17.89	33	34.73
-0.10 até 0.10 (aproximadamente simétrica)	48	50.52	34	35.78
+0.10 até 0.30 (assimetria positiva)	22	23.15	17	17.69
+0.30 até 1.00 (assimetria muito positiva)	5	5.26	4	4.21
CURTOSE				
0.67-0.90 (platicurtica)	9	9.47	11	11.57
0.90-1.11 (mesocurtica)	25	26.31	45	47.36
1.11-1.50 (leptocurtica)	53	55.78	33	34.73
1.50-3.00 (muito Leptocurtica)	8	8.42	6	6.31

Tabela 4 - Análise de Freqüência do Número de Classes Texturais
 (Wentworth, 1922)

CLASSES TEXTURAIS	FREQÜÊNCIA NUMÉRICA	FREQÜÊNCIA PORCENTAGEM
3	1	1
4	53	55
5	23	24
6	14	15
7	3	3
8	2	2

preendem quatro classes texturais da escala Wentworth (1922 in Muller, 1967), areia grossa, média, fina e muito fina, o que evi_{dencia} o grau de homogeneidade dos sedimentos.

5.1.1.3 Diagrama de Dispersão

Os gráficos apresentados nas figuras 9, 10 e 11 relacionam os seguintes parâmetros: diâmetro médio e desvio padrão (seleção), diâmetro médio e assimetria, diâmetro médio e curtose.

Os pontos foram lançados por agrupamentos de amostras considerando-se os valores médios dos parâmetros nas distribuições total e areia, apresentados nas tabelas 5 e 6. A média dos valores estatísticos foram utilizadas para construir os diagramas de dispersão, pois constatou-se que ao longo das sondagens realizadas, os parâmetros estatísticos não apresentavam variações significativas, como pode ser observado na sondagem PM3 (figura 12), es_{colhida} para ilustração por apresentar entre as outras, o intervalo de amostragem constante.

Os diagramas de dispersão permitiram a caracterização das amostras em dois grupos assim constituídos:

Grupo A

PM 4
PM 5
PM 6
PM 8
PM 9
PM 10

Grupo B

PM 1
PM 2
PM 3
PM 7
PM 12
PM 13

Relação diâmetro médio e desvio padrão (figura 9)

Grupo A - as areias médias apresentam-se com grau de seleção moderado a bem selecionado.

Grupo B - as areias finas a muito finas com grau de seleção moderado a bem selecionado. Na distribuição areia, apenas o conjunto de amostras da sondagem PM 13 apresenta-se muito bem selecionado.

Relação Diâmetro Médio e Assimetria (figura 10)

Grupo A - as areias médias apresentam-se aproximadamente simétricas e com assimetria positiva.

Grupo B - as areias finas apresentam-se aproximadamente si-

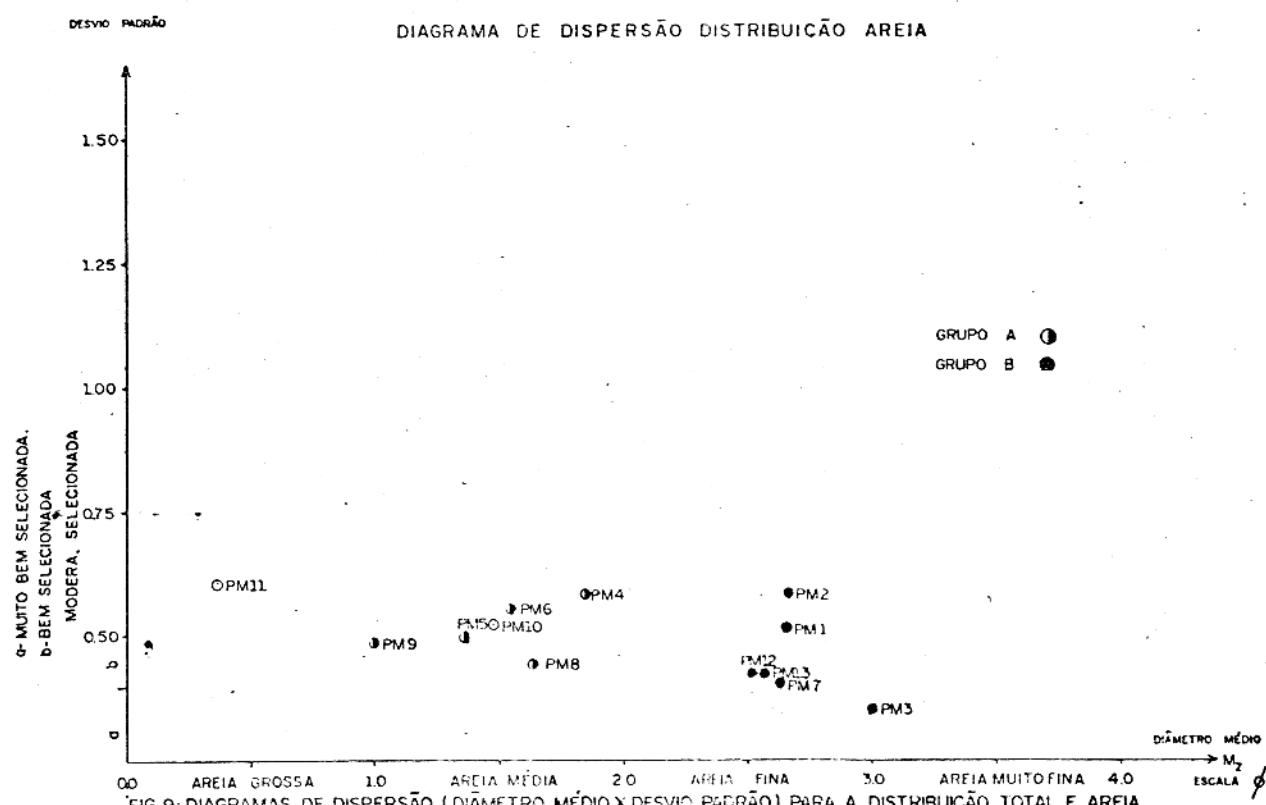
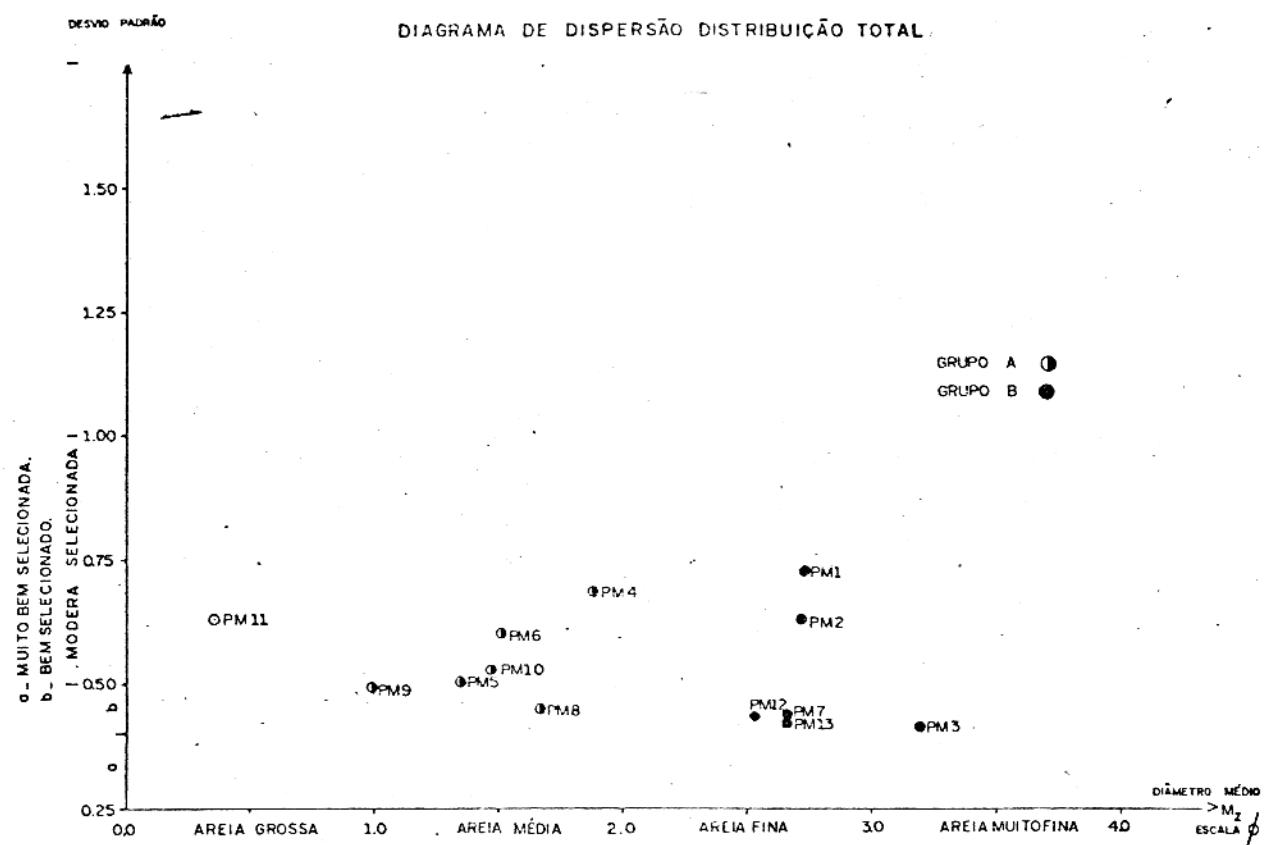


FIG. 9: DIAGRAMAS DE DISPERSÃO (DIÂMETRO MÉDIO X DESVIO PADRÃO) PARA A DISTRIBUIÇÃO TOTAL E AREIA.

DIAGRAMA DE DISPERSÃO DISTRIBUIÇÃO TOTAL

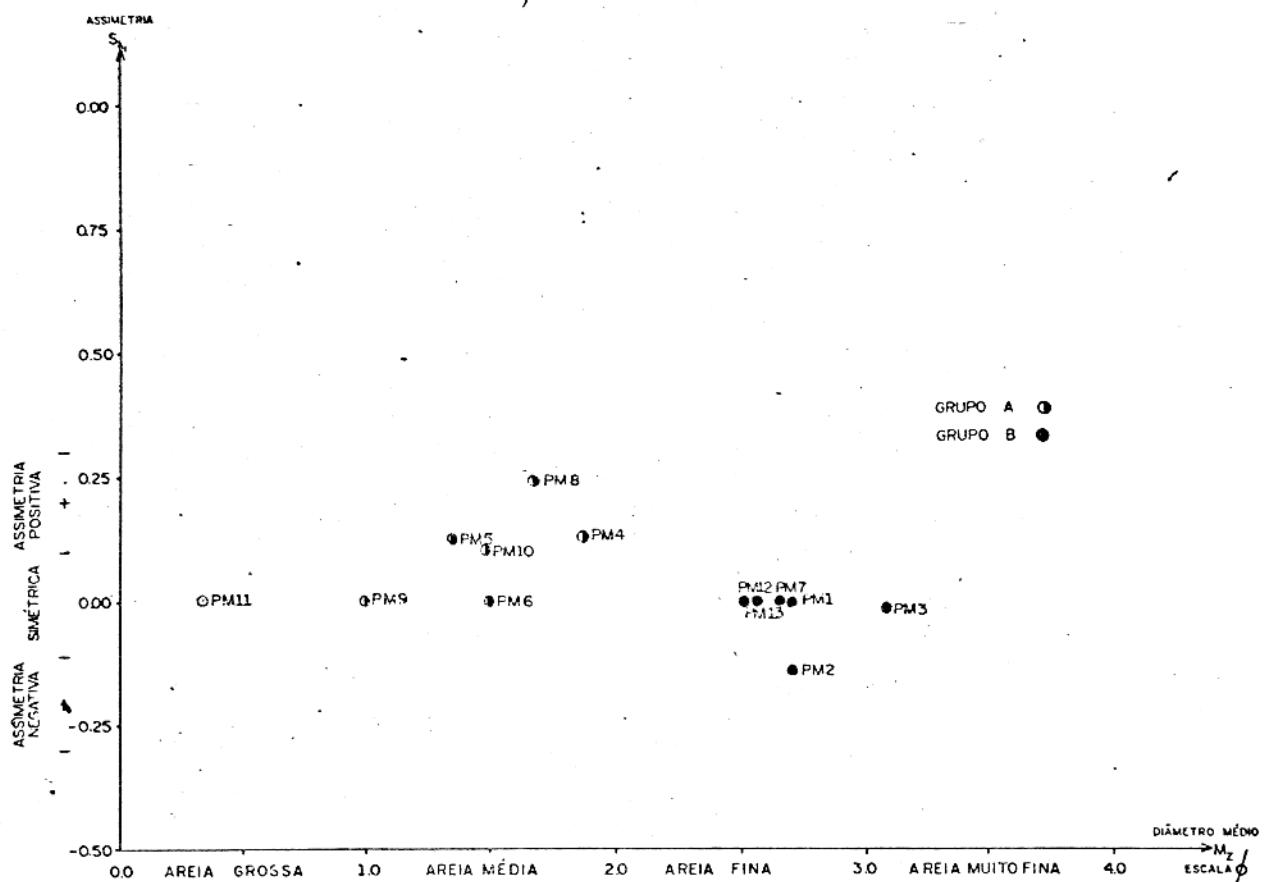


DIAGRAMA DE DISPERSÃO DISTRIBUIÇÃO AREIA

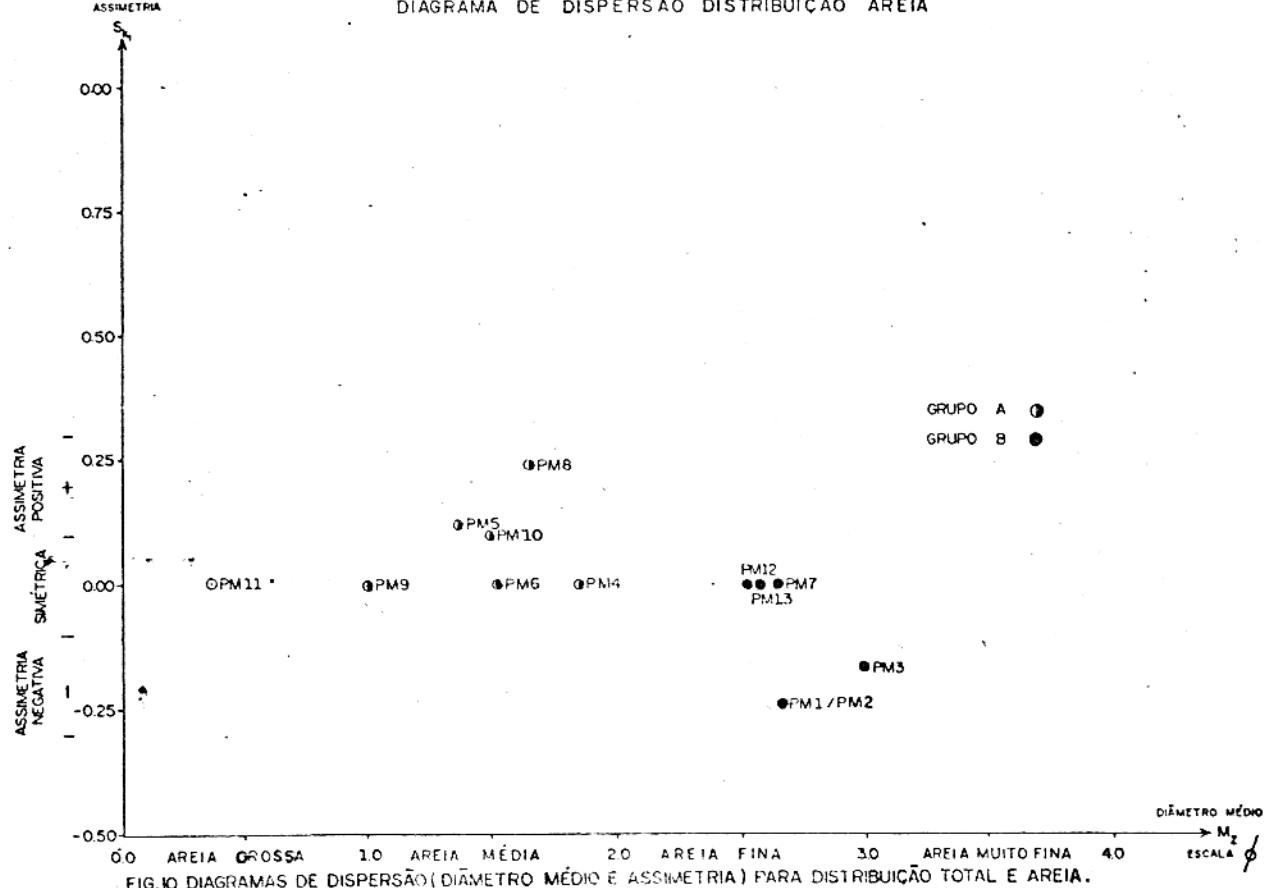


FIG.10 DIAGRAMAS DE DISPERSÃO (DIÂMETRO MÉDIO E ASSIMETRIA) PARA DISTRIBUIÇÃO TOTAL E AREIA.

DIAGRAMA DE DISPERSÃO DISTRIBUIÇÃO TOTAL

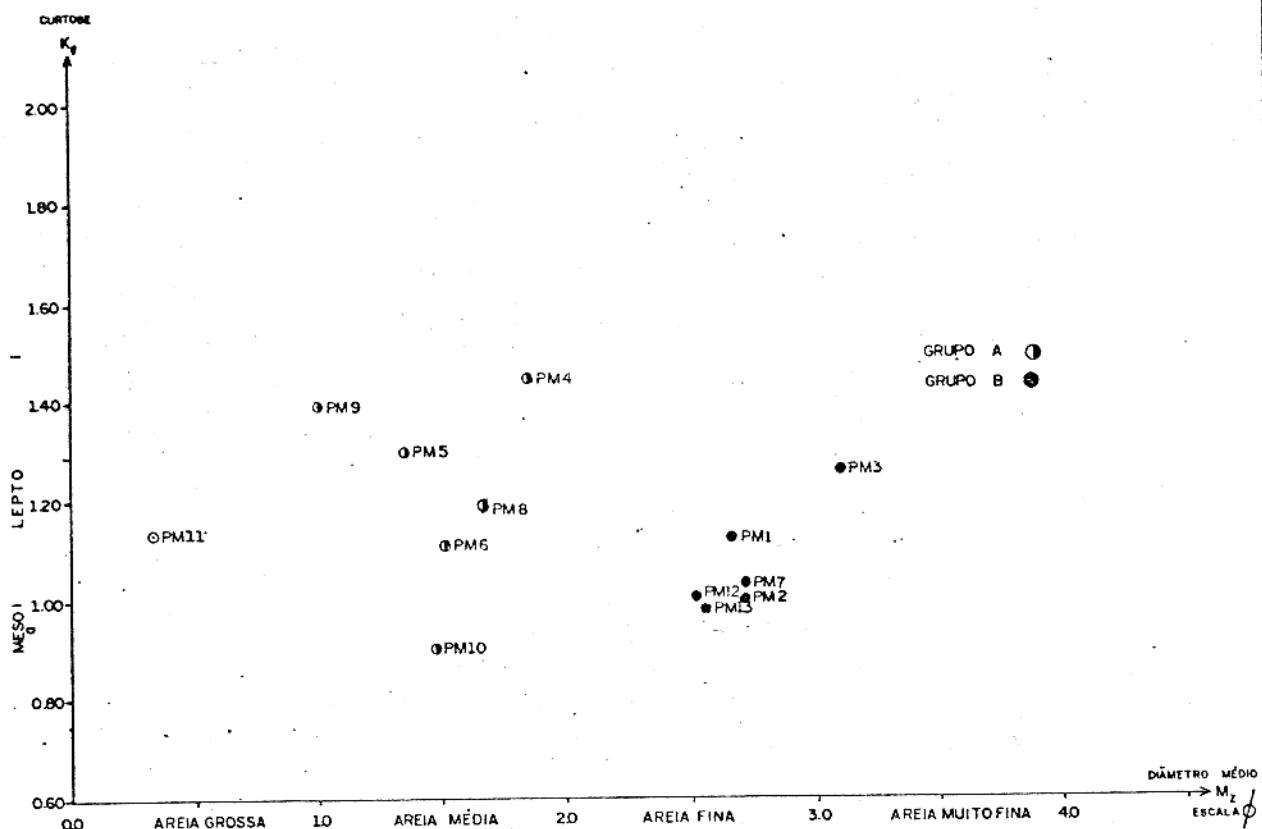


DIAGRAMA DE DISPERSÃO DISTRIBUIÇÃO AREIA

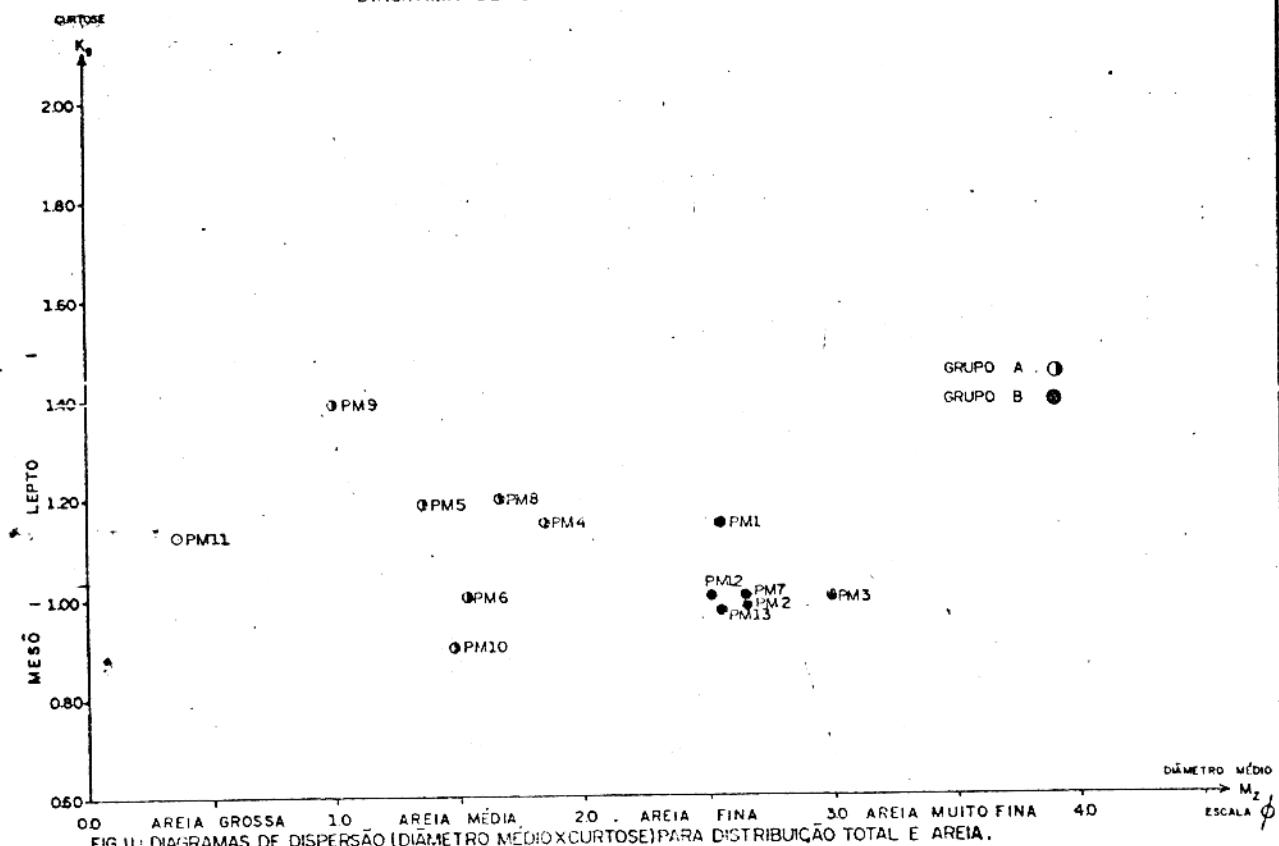


FIG. II: DIAGRAMAS DE DISPERSÃO (DIÂMETRO MÉDIO X CURTOSE) PARA DISTRIBUIÇÃO TOTAL E AREIA.

Tabela 5 - Valores Médios dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Total

SONDAGENS	DIÂMETRO MÉDIO (ϕ)	DESVIO PADRÃO (ϕ)	ASSIMETRIA	CURTOSE
PM 1	2.7	0.6	0.1	1.3
PM 2	2.7	0.6	0.1	1.0
PM 3	3.1	0.4	0.0	1.2
PM 4	1.9	0.7	0.1	1.4
PM 5	1.3	0.5	0.1	1.2
PM 6	1.5	0.6	0.0	1.1
PM 7	2.7	0.4	0.1	1.1
PM 8	1.0	0.4	0.2	1.2
PM 9	1.0	0.5	0.0	1.4
PM 10	1.5	0.5	0.1	0.9
PM 11	0.3	0.6	0.1	1.1
PM 12	2.5	0.4	0.0	1.0
PM 13	2.5	0.4	0.1	0.9

Tabela 6 - Valores Médios dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Areia

SONDAGENS	DIÂMETRO MÉDIO (ϕ)	DESVIO PADRÃO (ϕ)	ASSIMETRIA	CURTOSE
PM 1	2.6	0.5	0.2	1.1
PM 2	2.6	0.5	0.2	0.9
PM 3	3.0	0.3	0.1	1.0
PM 4	1.8	0.5	0.0	1.1
PM 5	1.3	0.5	0.1	0.1
PM 6	1.5	0.5	0.1	1.0
PM 7	2.6	0.4	0.0	1.0
PM 8	1.0	0.4	0.2	1.2
PM 9	1.0	0.5	0.0	1.4
PM 10	1.5	0.5	0.1	0.9
PM 11	0.3	0.6	0.0	1.1
PM 12	2.5	0.4	0.0	1.0
PM 13	2.5	0.4	0.1	0.9

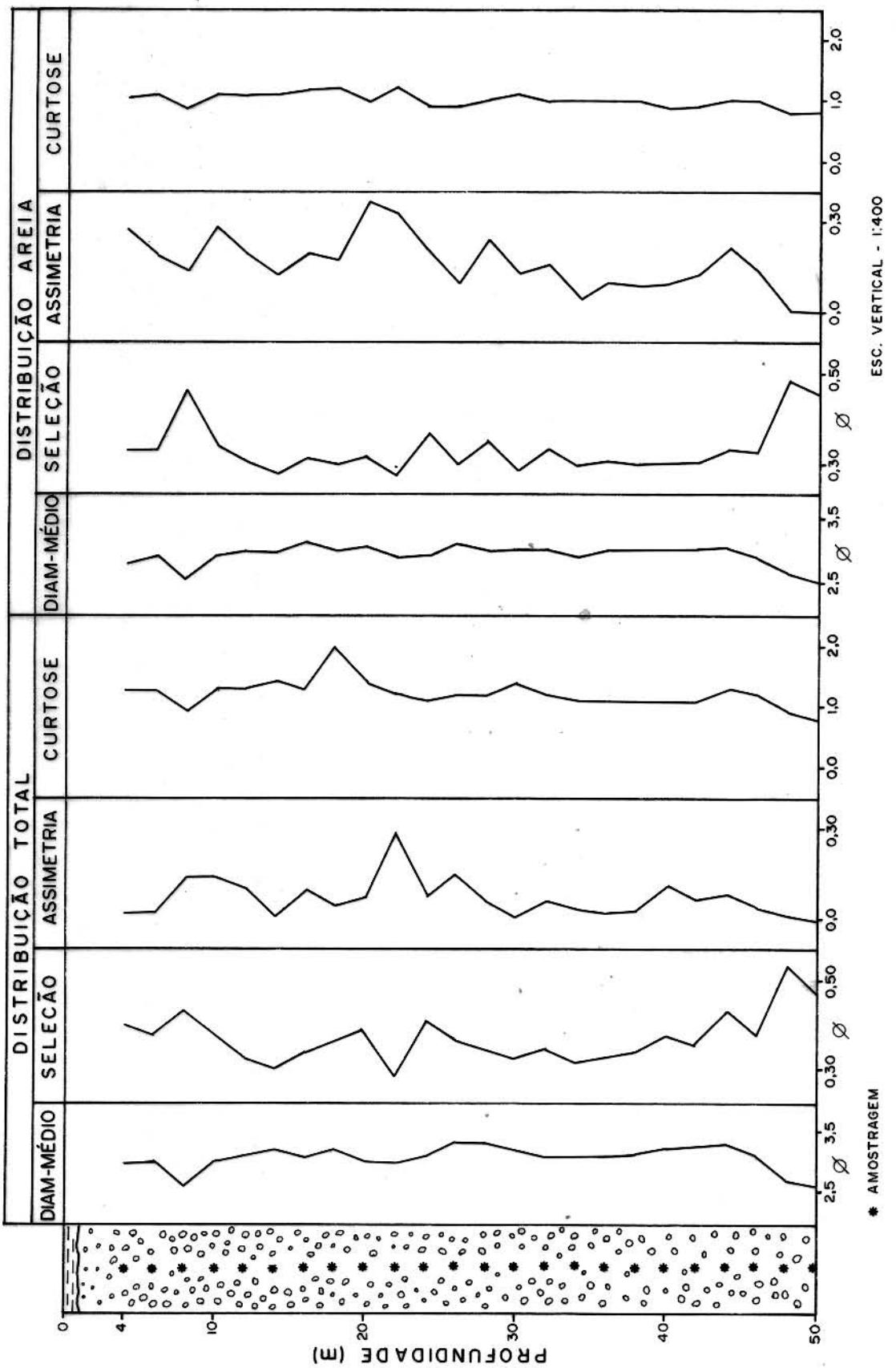


FIG.12 -VARIACÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS NAS AMOSTRAS DA SONDAÇÃO PM3.

métricas e com assimetria negativa.

Relação Diâmetro Médio e Curtose (figura 11)

Grupo A - as areias médias apresentam curvas variando de mesocúrticas a leptocúrticas com predominância da última em 48% das amostras do grupo.

Grupo B - as areias finas apresentam curvas variando de leptocúrticas a mesocúrticas, predominando esta última em 67% das amostras do grupo.

As amostras da sondagem PM 11 apresentam-se como areias grosseiras moderadamente selecionadas, com valores de curvas simétricas e leptocúrticas.

As relações estabelecidas nos diagramas de dispersão permitem verificar que para as duas distribuições utilizadas, predomina a granulometria fina (grupo B) nos paleocanais com expressão morfológica e a granulometria média (grupo A), naqueles sem expressão morfológica, embora cobertos por material argiloso, à exceção da sondagem PM 11.

5.1.1.4 Análise de Agrupamentos

A técnica de análise de agrupamentos (Cluster Analysis), foi aqui utilizada para estabelecer a similaridade dos sedimentos arenosos que constituem os paleocanais da Região do Rio Paracauri, utilizando-se como parâmetros para cada amostra, as porcentagens obtidas em cada classe textural.

O dendograma apresentado na figura 13 é a forma gráfica de representação do espaço n-dimensional, relacionando em duas dimensões o coeficiente de distância e o número de amostras.

A análise do dendrograma, mostra que ao nível de coeficiente de distância 0,46, as amostras se concentram em dois grandes grupos denominados A e B.

O grupo A, a um nível de coeficiente de distância de 0,33, foi dividido nos sub-grupos A₁ e A₂ que representam os dois maiores conjuntos de aglomerações, exibindo um grau de similaridade muito bom a partir do coeficiente de distância de 0,12.

O grupo B também foi dividido a um nível de coeficiente de distância de 0,37, nos sub-grupos B₁ e B₂. O sub-grupo B₁ mostra

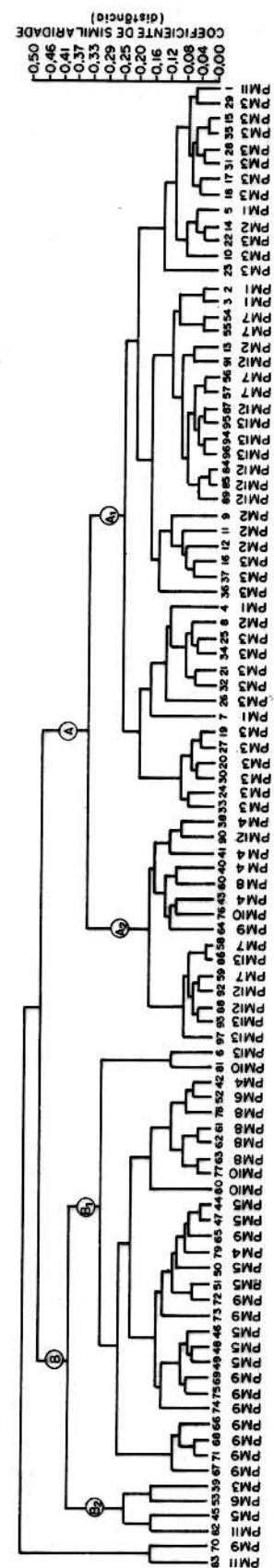


FIG. 13 - DENDOGRAMA DAS AMOSTRAS COM PARÂMETROS TEXTURAIS.

um grau de similaridade muito bom a um nível de 0,12, o que já não se verifica em relação ao sub-grupo B₂, que apresenta um comportamento heterogêneo em comparação aos demais sub-programas.

A análise de agrupamentos permitiu verificar que os sedimentos apresentam um nível de similaridade muito bom, independentemente da localização e profundidade da amostragem, o que evidencia a homogeneidade dos processos físicos de sedimentação.

5.1.1.5 Método Gráfico de Sahu

O método gráfico de Sahu (1964, in Suguio 1973), relaciona os parâmetros estatísticos de Folk-Ward (diâmetro médio, seleção, e curtose), da distribuição dos sedimentos onde são analisadas as condições de energia e viscosidade de diferentes ambientes de sedimentação.

As coordenadas de Sahu (tabela 7), foram calculadas do conjunto de amostras da distribuição total em cada sondagem.

A partir da análise da figura 14, foi possível observar que os sedimentos foram depositados em ambiente fluvial de média a alta energia. As áreas de ambiente praial e marinho raso ocupadas no diagrama, poderiam sugerir uma certa influência marinha pela ação de marés, provavelmente refletindo condições de deposição estuarina.

5.1.2 Morfoscopia

5.1.2.1 Arredondamento e Esfericidade

As estimativas de arredondamento e esfericidade dos grãos de quartzo foram realizados no intervalo granulométrico de 0,250-0,125 mm, perfazendo um total de treze amostras. Considerou-se o tamanho de 0,125 mm, como limite para o arredondamento das partículas segundo Amaral (1955). A contagem estabelecida foi a de 100 grãos para cada amostra, classificados conforme as imagens referências propostas por Powers (1953 in Pettijohn et al., 1972).

Os resultados de arredondamento e esfericidade, são apresentados respectivamente nas tabelas 8 e 9, onde verifica-se que os subangulares e subarredondados são os mais freqüentes, sendo que os últimos predominam em 100% das amostras.

Tabela 7 - Coordenadas de Sahu (1964) Relacionando os Parâmetros Estatísticos de Folk-Ward

SONDAGENS	ORDENADA $Y = \sqrt{\sigma_I^2}$	ABCISSA $\mu = \frac{SKg}{SM_2} \times S\sigma_I^2$
PM 1	0.77	0.08
PM 2	0.79	0.19
PM 3	0.35	0.07
PM 4	0.69	0.15
PM 5	0.71	0.09
PM 6	0.77	0.48
PM 7	0.66	0.03
PM 8	0.66	0.03
PM 9	0.99	0.03
PM 10	0.72	0.08
PM 11	0.79	0.05
PM 12	0.93	0.06
PM 13	0.93	0.04

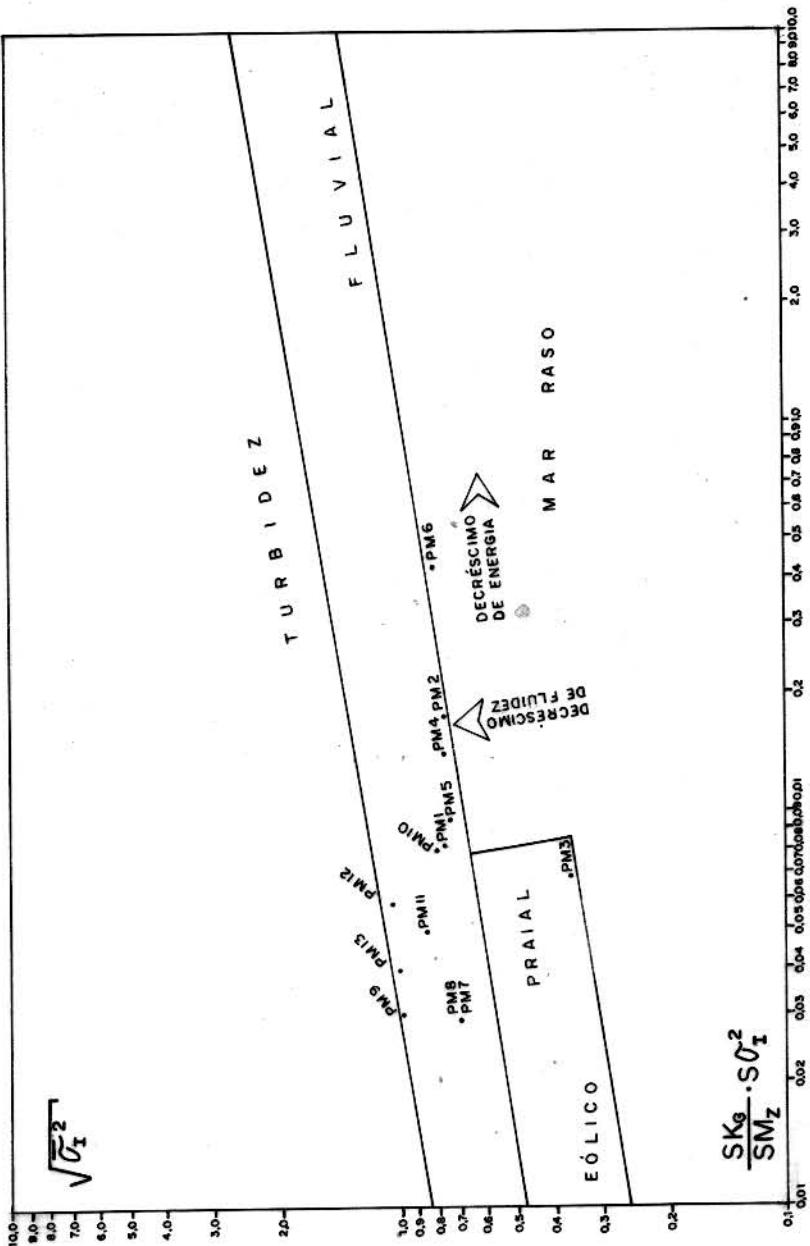


FIG.14-DIAGRAMA DE SAHU(1964)MOSTRANDO AS DIFERENÇAS DE ENERGIA E VISCOSIDADE E SUAS RELAÇÕES COM OS AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO.

Tabela 8 - Freqüência Porcentual do Grau de Arredondamento (Powers, 1953)
 (0,250 - 0,125 mm)

AMOSTRAS	ANGULAR	SUB ANGULAR	SUB ARREDONDADO	ARREDONDADO		BEM ARREDONDADO
PM 1 10 77	3	14	59	24		0
PM 2 42 77	3	33	55	9		0
PM 3 40 77	1	35	48	16		0
PM 4 12 77	10	45	41	4		0
PM 5 12 77	1	12	67	18		2
PM 6 28 77	7	42	36	15		0
PM 7 02 77	10	36	38	16		0
PM 8 08 78	4	41	51	4		0
PM 9 08 78	2	26	57	15		0
PM 10 20 78	2	29	44	22		3
PM 11 25 78	1	11	57	29		2
PM 12 16 78	0	20	60	19		1
PM 13 18 78	2	20	56	22		0

Tabela 9 - Freqüência Porcentual do Grau de Esfericidade (Powers, 1953) - (0,250 - 0,125 mm)

AMOSTRAS	FORMA DOS EQUIDIMENSIONAIS	GRÃOS ALONGADOS
PM 1 10 77	45	55
PM 2 42 77	44	56
PM 3 40 77	40	60
PM 4 12 77	40	60
PM 5 12 77	37	63
PM 6 28 77	30	70
PM 7 02 77	30	70
PM 8 08 78	41	59
PM 9 08 78	44	56
PM 10 20 78	44	56
PM 11 25 78	45	55
PM 12 16 78	40	60
PM 13 18 78	36	64

Com relação a esfericidade, há uma certa predominância dos grãos alongados sobre os equidimensionais.

5.1.2.2 Textura de Superfície

A textura superficial dos grãos de quartzo foi estudada no intervalo granulométrico de 0,250-0,125 mm, segundo a classificação proposta por Krumbein e Pettijohn (1935, in Suguio, 1973), para partículas menores que 2 mm.

A partir da análise de 100 grãos em cada amostra nos foi possível estabelecer que a textura superficial dos grãos de quartzo é lisa, variando entre fosca e polida, predominando significativamente a última em 100% das amostras. A tabela 10 demonstra estes resultados.

5.1.3 Discussão

As areias que constituem os paleocanais da região do Rio Paracauari podem ser caracterizadas como sedimentos texturalmente maturos (Folk, 1974), bem selecionados, de granulação predominantemente fina.

Os diagramas de dispersão (figuras 9, 10 e 11) mostram que os sedimentos podem ser agrupados em duas populações distintas: areias médias ($\Phi' 1,46$) e areias finas ($\Phi' 2,60$), homogeneamente distribuídas em relação aos valores médios de assimetria, curtose e seleção. Nos paleocanais com expressão morfológica, predominam areias finas e naqueles sem expressão morfológica, as areias médias. Comparando esses resultados com aqueles obtidos na análise de agrupamento (figura 13), verifica-se que 94% do conjunto de amostras do grupo A (dendograma), correspondem ao grupo B (diagramas de dispersão). Embora os dados supra citados evidenciem a existência de um controle morfológico, o nível de similaridade apresentado pelo total de amostras no dendrograma, sugere que os sedimentos podem ser interpretados como um conjunto homogêneo em relação aos processos físicos de sedimentação.

A localização geográfica da área e o bom selecionamento das areias são compatíveis com as condições de energia e viscosidade inferidas do diagrama de Sahu (figura 14), segundo as quais

Tabela 10- Freqüência Percentual da Textura Superficial (0.250 - 0,125 mm)

AMOSTRA	TEXTURA LISA	
	POLIDA	FOSCA
PM 1 06 77	80	20
PM 2 46 77	80	20
PM 3 46 77	90	10
PM 4 12 77	90	10
PM 5 20 77	70	30
PM 6 38 77	70	30
PM 7 02 77	70	30
PM 8 08 78	85	15
PM 9 08 78	70	30
PM 10 22 78	70	30
PM 11 25 78	90	10
PM 12 16 78	70	30
PM 13 18 78	95	5

os sedimentos foram depositados em ambiente fluvial de energia moderada a alta.

Desta forma, admite-se que os depósitos da Região do Rio Paracauari podem ser compreendidos como constituídos por areias de canal intercaladas com argilas de planície de inundação estabelecendo um complexo fluvial típico de boca de estuário.

Na falta de maiores elementos que nos permitissem compor o mecanismo de deposição, assume-se que os sedimentos arenosos foram originados na carga de fundo dos canais fluviais em continuo processo de migração lateral e sob constante retrabalhamento.

Provavelmente os sedimentos quartenários que constituem os paleocanais foram originados do sistema fluvial Tocantins e Amazonas (Beurlem, 1970, in Tancredi et al., 1975b).

5.2 Análises Mineralógicas

5.2.1 Fração Arenosa

5.2.1.1 Minerais Leves

O quartzo constitui quase que a totalidade dos grãos sob lupa binocular, apresenta-se hialino e leitoso. Feldspato não foi observado.

5.2.1.2 Minerais Pesados Transparentes

5.2.1.2.1 Descrição das Espécies Mineralógicas

Foram identificadas onze espécies mineralógicas, aqui descritas em ordem decrescente de freqüência de ocorrência.

Andaluzita - são grãos incolores, que apresentam às vezes pleocroismo de coloração rósea. As formas são alongadas e angulosas e por vezes irregulares. É freqüente a presença de inclusões carbonosas, sendo entretanto raras as inclusões em forma de cruz (quiastolital).

Cianita - os grãos são incolores com formas alongadas angulares e raramente equidimensionais.

Estaurolita - os grãos são de coloração amarelo-ouro e castanho, com formas irregulares angulosas. É rara a presença de es-

camamento superficial com evidência de dissolução.

Turmalina - os grãos são de coloração castanha, esverdeada, às vezes azul. As formas são equidimensionais arredondadas e alongadas angulosas e por vezes irregulares. Raramente apresentam crescimento secundário.

Zircão - são freqüentes os grãos incolores, ocorrendo ainda alguns de coloração rósea e castanha. As formas são equidimensionais e alongadas predominando os grãos arredondados sobre os angulosos, e ainda eventualmente euhedrais. Os grãos apresentam algumas vezes zoneamento interno e raramente inclusões.

Rutilo - os grãos são de coloração avermelhada, amarelada e castanha. As formas são irregulares arredondadas e equidimensionais subangulares, por vezes euhedrais.

Epídoto - predominam os grãos de coloração verde-limão (pistachita). Aparecem raramente grãos incolores de zoisitas ou clinozoisitas. São freqüentes as formas euhedrais, também ocorrem irregulares angulosas.

Anfibólios - apresentam-se incolores (tremolita) e verdes (hornblenda) com formas alongadas angulosas. Estes grãos foram incluídos na contagem de outros clino-anfibólios, os quais foram de difícil determinação.

Granada - os grãos são incolores com formas irregulares angulosas.

Sillimanita - os grãos são incolores com formas alongadas angulosas.

Anatásio - apresenta coloração amarelada e azulada. Os grãos são arredondados com formas equidimensionais e euhedrais.

As tabelas 11 e 12 apresentam as freqüências percentuais dos minerais pesados transparentes.

5.2.1.2.2 Análise de freqüência dos minerais pesados transparentes

As espécies mineralógicas identificadas, são aqui analisadas, segundo os valores de freqüência média, freqüência de ocorrência e freqüência de classes, proposta por Coimbra (1976). Conforme o mesmo autor a freqüência média é a média aritmética das

Tabela 11 - Freqüência Porcentual dos Minerais Pessados Transparentes (Fracção: 0,250-0,125 mm)

AMOSTRAS	Z	T	R	AND.	EST.	CIA.	EPI.	GRA.	ANF.	ANAT.	SIL.
PM 1 10 77	3	34	2	6	27	16	7	0	3	2	0
PM 2 30 77	4	38	4	4	16	5	14	0	11	Tr	4
PM 3 46 77	2	37	1	2	47	3	6	1	1	0	0
PM 4 12 77	0	45	0	30	19	6	0	0	0	0	0
PM 5 20 77	1	21	2	4	61	11	0	0	0	0	0
PM 6 28 77	6	29	1	17	36	11	0	0	0	0	Tr
PM 7 8 77	1	42	1	12	31	5	4	2	2	0	0
PM 8 5 77	1	35	3	21	28	12	0	0	0	0	0
PM 9 8 78	4	39	1	12	40	4	0	0	0	0	0
PM 10 20 78	2	25	0	9	55	9	0	0	0	0	0
PM 11 25 78	19	28	2	2	40	9	Tr	0	0	0	Tr
PM 12 16 78	3	25	2	22	29	8	10	0	1	0	0
PM 13 18 78	5	34	0	12	29	7	10	Tr	3	0	0

Z = Zircão
T = Turmalina
R = Rutílio
AND. = Andaluzita

EST. = Estaurrolita
CIA. = Cianita
EPI. = Epidoto
GRA. = Granada

ANF. = Anfibólio
ANAT. = Anatásio
SIL. = Sillimanita
TR. = Traços

Tabela 12 - Freqüência Porcentual dos Minerais Pesados Transparentes (Fração: 0,125 - 0,063 mm)

AMOSTRAS	Z	T	R	AND.	EST.	EPI.	CIA.	GRA.	ANF.	ANAT.	SIL.
PM 1 10 77	34	28	0	7	19	3	3	1	2	0	3
PM 2 30 77	18	28	7	1	8	2	19	0	10	2	5
PM 3 46 77	18	40	6	Tr	16	6	14	0	Tr	Tr	0
PM 4 12 77	57	23	0	10	8	2	0	0	0	0	0
PM 5 20 77	28	21	0	22	21	8	0	0	0	0	0
PM 6 28 77	39	20	3	15	20	3	0	0	0	0	0
PM 7 8 77	62	16	4	1	10	3	3	0	1	0	0
PM 8 5 78	28	29	4	18	7	5	5	0	Tr	Tr	0
PM 9 8 78	43	25	4	8	16	4	0	0	0	0	0
PM 10 20 78	32	42	6	2	5	2	11	Tr	Tr	Tr	Tr
PM 11 25 78	73	6	6	1	12	2	Tr	Tr	0	0	0
PM 12 16 78	29	21	4	5	12	12	17	0	0	0	0
PM 13 18 78	59	8	0	0	26	1	3	2	0	0	0

Z = Zircão
 T = Turmalina
 R = Rutílio
 AND. = Andalusita

EST. = Estaurolita
 CIA. = Ciânita
 EPI. = Epidoto
 GRA. = Granada

ANF. = Anfibólio
 ANAT. = Anatásio
 SIL. = Silimanita
 TR. = Traço

freqüências do mineral em todas as amostras, a freqüência de ocorrência é a média da presença do mineral nas amostras e a freqüência de classe é baseada na tabela classificatória proposta por Coutinho e Coimbra (1974), onde o mineral é considerado super abundante quando ocorre com freqüência superior a 50%, abundante entre 10 a 50%, comum entre 2 e 10% e raro entre 0 e 2%.

Os valores de freqüência média, freqüência de ocorrência e freqüência de classes são apresentados nas tabelas 13 e 14 para as duas frações granulométricas estudadas.

Freqüência Média

Na fração fina, turmalina, estaurolita, cianita e andaluzita apresentam as maiores porcentagens de freqüência média, perfazendo uma somatória de 88%, sendo que turmalina e estaurolita contribuem com 68,5% deste total, com percentagens quase que equivalentes. Enquanto na fração muito fina, turmalina, estaurolita, cianita, andaluzita e zircão perfazem uma somatória de 88%, onde só o zircão contribui com 40% do total. A concentração de andaluzita, estaurolita, cianita e turmalina na fração fina, assim como a alta concentração do zircão na fração muito fina, vem de acordo com a proposição teórica de Hubert (1971), em que as concentrações diferenciais por densidade são correlacionadas aos tamanhos hidráulicos de cada mineral pesado.

Granada e anatásio apresentam a mesma freqüência média nas duas frações estudadas; da mesma forma a freqüência da sillimanita e dos anfibólios praticamente não varia nestas frações.

As percentagens de epidoto e rutilo na fração muito fina são quase que o dobro daquela presente na fração fina.

Freqüência de ocorrência

A freqüência de ocorrência da turmalina, andaluzita, estaurolita e cianita é de 100% na fração fina enquanto que, na fração muito fina, zircão, turmalina, estaurolita e cianita, é que atingem este valor.

Granada e anatásio apresentam a mesma freqüência de ocorrência na fração fina e muito fina.

Sillimanita e epidoto aparecem com maior freqüência de ocorrência na fração fina, enquanto que, anfibólios e rutilo são encontrados com maior freqüência na fração muito fina.

Tabela 13 - Análise de Freqüência dos Minerais Pesados Transpa
rentes - (Fração: 0.250 - 0.125 mm)

MINERAIS	FREQUÊNCIA MÉDIA (%)	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)	FREQUÊNCIA DE CLASSES (%)
ZIRCÃO	3.92	92	Super abundante = 0 Abundante = 8 Comum = 62 Raro = 31
TURMALINA	33.23	100	Super abundante = 0 Abundante = 100 Comum = 0 Raro = 0
RUTILO	1.46	77	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 46 Raro = 54
ANDALUZITA	11.77	100	Super abundante = 0 Abundante = 54 Comum = 46 Raro = 0
ESTAUROLITA	35.23	100	Super abundante = 15 Abundante = 85 Comum = 0 Raro = 0
CIANITA	8.15	100	Super abundante = 0 Abundante = 31 Comum = 69 Raro = 0
EPIDOTO	3.92	46	Super abundante = 0 Abundante = 23 Comum = 23 Raro = 54
GRANADA	0.23	15	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 8 Raro = 92
ANFIBÓLIOS	1.62	46	Super abundante = 0 Abundante = 8 Comum = 23 Raro = 69
ANATÁSIO	0.15	8	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 8 Raro = 92
SILLIMANITA	0.31	8	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 8 Raro = 92

Tabela 14 - Análise de Freqüência dos Minerais Pesados Transparentes - (Fração: 0.125 - 0.063 mm)

MINERAIS	FREQUÊNCIA MÉDIA (%)	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)	FREQUÊNCIA DE CLASSES (%)
ZIRCÃO	40.0	100	Super abundante = 31 Abundante = 69 Comum = 0 Raro = 0
TURMALINA	23.62	100	Super abundante = 0 Abundante = 85 Comum = 15 Raro = 0
RUTILO	3.38	69	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 69 Raro = 31
ANDALUZITA	6.92	85	Super abundante = 0 Abundante = 31 Comum = 31 Raro = 38
ESTAUROLITA	13.85	100	Super abundante = 0 Abundante = 69 Comum = 31 Raro = 0
CIANITA	4.08	100	Super abundante = 0 Abundante = 8 Comum = 85 Raro = 8
EPIDOTO	5.77	62	Super abundante = 0 Abundante = 31 Comum = 31 Raro = 38
GRANADA	0.23	15	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 8 Raro = 92
ANFIBÓLIOS	0.08	31	Super abundante = 0 Abundante = 8 Comum = 8 Raro = 85
ANATÁSIO	0.15	8	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 8 Raro = 92
SILLIMANITA	0.62	15	Super abundante = 0 Abundante = 0 Comum = 15 Raro = 85

Todas as espécies mineralógicas identificadas ocorrem tanto na fração fina como na fração muito fina.

Freqüência de classes

Na fração fina e muito fina, zircão, turmalina, rutilo, andaluzita, estaurolita, cianita e epídoto são abundantes e/ou comuns, apenas o zircão na fração muito fina aparece super-abundante. Granada, anatásio, anfibólios e sillimanita quando ocorrem são raros nas duas frações estudadas.

5.2.1.2.3 Maturidade Mineralógica

O índice de maturidade mineralógica adotado foi aquele proposto por Hubert (1962), que relaciona os minerais ultra-estáveis zircão, turmalina e rutilo, com os demais minerais acessórios. O índice ZTR (zircão+turmalina+rutilo) foi calculado a partir da soma das freqüências porcentuais destes minerais, entre o total dos minerais transparentes (tabelas 15 e 16). Os resultados obtidos não refletem o grau de maturidade mineralógica das areias quartzosas estudadas.

Considerando-se a alta freqüência de ocorrência da estaurolita nas amostras e sua estabilidade (Marel, 1949, in Nickel, 1972; Pomerancblum, 1978), foi então estabelecido o índice de maturidade mineralógica ZTRE (zircão+turmalina+rutilo+estaurolita), que acrescenta aos minerais ultra-estáveis, zircão, turmalina e rutilo, a estaurolita.

Na ordem de estabilidade apresentada por Marel (1949, in Nickel, 1972), a estaurolita é classificada como mineral estável. Os estudos realizados por Pomerancblum (1978) na plataforma continental norte do Brasil corroboram esta classificação, face ao intemperismo químico e às soluções intra-estratais; à persistência, no mínimo desde o terciário; e a resistência ao transporte, por ser muito extensa a área de sua dispersão.

A classificação com base no índice ZTRE (tabelas 15 e 16) mostrou uma assembléia matura a super matura, condizente com o alto grau de maturidade das areias.

Tabela 15 - Índice de Maturidade Mineralógica - Fração: 0.250 - 0.125 mm

AMOSTRA	NÚMERO DE ESPECIES				ZTR %	ZTRE %
	ZIRCAO %	TURMALINA %	RUTILO %	ESTAURDITA %		
PM 1 10 77	3	34	2	27	39	66
PM 2 30 77	4	38	4	16	46	62
PM 3 46 77	2	37	1	47	40	87
PM 4 12 77	0	45	0	19	45	64
PM 5 20 77	1	21	2	61	24	85
PM 6 28 77	6	29	1	36	36	72
PM 7 8 77	1	42	1	31	44	75
PM 8 5 78	1	35	3	28	39	67
PM 9 8 78	4	39	1	40	44	84
PM10 20 78	2	25	0	55	27	82
PM11 25 78	19	28	2	40	49	89
PM12 16 78	3	25	2	29	30	59
PM13 18 78	5	34	0	29	39	68

Tabela 16 - Índice de Maturidade Mineralógica - Fração: 0,125 - 0,063 mm

AMOSTRA	NÚMERO DE ESPECIES				ZTR %	ZTRE %
	ZIRCAO %	TURMALINA %	RUTILIO %	ESTAUROLITA %		
PM 1 10 77	34	28	0	19	62	61
PM 1 30 77	18	28	7	8	53	61
PM 3 46 77	18	40	6	16	64	60
PM 4 12 77	57	23	0	8	80	88
PM 5 20 77	28	21	0	21	49	70
PM 6 28 77	39	20	3	20	62	82
PM 7 8 77	62	16	4	10	82	92
PM 8 5 78	28	29	4	7	61	68
PM 9 8 78	43	25	4	16	72	88
PM10 20 78	32	42	6	5	80	85
PM11 25 78	73	6	6	12	85	97
PM12 16 78	29	21	4	12	54	66
PM13 18 78	59	8	0	26	67	93

5.2.2 Discussão

As areias que constituem os paleocanais podem ser classificadas mineralogicamente como maturas: na fração arenosa leve o quartzo é o mineral predominante; no resíduo transparente pesado a principal assembléia é constituída por turmalina, estaurolita, zircão, andaluzita e cianita, e secundariamente rutilo, epídoto, anfibólios (tremolita, hornblenda), granada, sillimanita e anatásio.

Cianita, estaurolita e sillimanita indicam derivação de rochas metamórficas de médio a alto grau, e uma das possíveis áreas fonte pode ser os xistos da faixa de dobramentos Araguaia (Silva, 1980; Costa, 1980), não excluindo a possibilidade de derivação do Craton Amazonas.

A andaluzita é mineral diagnóstico de rochas de metamorfismo de baixa pressão. O esquema de metamorfismo (Barroviano) da faixa de dobramento Araguaia é incompatível com a existência de andaluzita, além disso, os sedimentos atuais do rio Tocantins que drenam esta área, não possuem andaluzita como acessório (Suguio e Fulfaro, 1977). A derivação andina, sugerida por Coimbra e Suguio (1977), é questionável, pois a presença de andaluzita é comum em todas as unidades da bacia sedimentar da foz do rio Amazonas (área de Marajó e área litorânea), desde o cretáceo superior até o mioceno (Castro e Vasconcelos, 1970). É sugestivo a contribuição ligada ao Craton Guianense, pois é conhecida a presença deste mineral em alguns gnaisses do Complexo Guianense (Montalvão et al., 1975) quartzitos do grupo Tunuí (Pinheiro et al., 1976), e em xistos do grupo Vila Nova (Lima et al., 1974), e eventualmente no Craton Amazonas. Em vista destas considerações é bem provável que a andaluzita tenha derivado do sistema fluvial Amazonas.

Zircões e turmalinas arredondadas sugerem retrabalhamento de sedimentos pré-existentes, possivelmente remanescentes das Bacias do Amazonas e do Maranhão.

Turmalinas com crescimento secundário são típicas de ambiente metamórfico de baixa temperatura (Krynine, 1946), a alta temperatura provoca uma reorganização total das turmalinas (Coimbra, 1976). Krynine (1946) e Pettijohn et al. (1972) consideram que turmalinas com crescimento secundário se originam em ambientes diagnéticos. No entanto, Yamamoto et al. (1977 b), mostraram que

elas são típicas de rochas de baixo grau de metamorfismo. Em vista disso, é possível que ardósias e clorita xistos do Grupo Tocantins, quartzitos do complexo Xingu (Coimbra e Suguio, 1977), quartzitos do grupo Tumui e xisto do Grupo Vila Nova, do Craton Guianense, xistos e quartzitos da Formação Mutum-Paraná do Craton Amazonas, possam ter contribuído com esse mineral.

Anfibólios e zircões euhedrais sugerem derivação de rochas graníticas; uma das prováveis áreas-fonte podem ser os granitos e gnaisses do Complexo Xingu.

Epídotos podem ser derivados de rochas metamórficas de baixo e médio grau ou ligados a rochas graníticas. O Complexo Xingu, o Complexo Guianense e a Faixa Araguaia poderiam ter contribuído com este mineral.

Desta forma, é bem provável que a mineralogia acessória das areias dos paleocanais da Região do Rio Paracauari tenha sido proveniente tanto do sistema fluvial Tocantins como do sistema fluvial Amazonas.

5.2.3 Fração Argilosa

A fração argilosa é constituída de ilita, caulinita e esmectita, presentes com teores variáveis no total de amostras analisadas e ainda traços de clorita.

Não foram constatadas diferenças na constituição mineralógica entre o material argiloso da fração arenosa e aquele das argilas de planície de inundação.

5.2.4 Discussão

É provável que mais de um regime climático tenha sido responsável por esta composição mineralógica.

Os teores relativamente altos em esmectita sugerem para a formação deste mineral um clima mais seco do que o atual. Provavelmente, só durante o Terciário e/ou antes condições favoráveis à gênese de esmectita foram realizadas. No Pleistoceno, a esmectita foi então erodida e transportada para a área em estudo.

Possíveis áreas fontes são os Andes (Gibbs, 1967); as

áreas baixas do alto Amazonas onde sedimentos terciários com intercalações vulcânicas, submetidos a condições intempéricas, forneceram esmectita (Irion, 1976), e a Bacia do Maranhão, com rochas ricas em esmectita. O Tocantins, que drena em parte esta Bacia, poderia ter trazido pelo menos parcialmente este mineral.

A presença de caulinita nos sedimentos da área admite sua gênese durante condições de um clima úmido na área fonte. É possível que uma pequena parte deste mineral se formou in-situ a partir da esmectita durante o clima recente. Neste lugar é mencionado que os solos recentes da Amazônia não contém esmectita, mas caulinita e ilita (Irion, 1976).

Tancredi et al. (1975b) interpretaram a presença de cloritas como o resultado de neoformação em meio estuário redutor. Entretanto, aceitando sua possível origem detritica, a clorita poderia ser um mineral diagnóstico do sistema fluvial Amazonas já que não foi encontrada nos sedimentos recentes do Rio Tocantins. Todavia, resta a dúvida se é permitida esta conclusão utilizando a mineralogia dos sedimentos recentes, para inferir sobre a origem do preenchimento dos paleocanais da área do Rio Paracauari.

6 CONCLUSÕES

a) A metodologia aplicada permitiu o estabelecimento de um padrão sedimentológico que fornecesse subsídios à prospecção de água subterrânea próxima à superfície, mostrando que os paleocanais são constituídos por areias texturalmente maturas de granulação média e fina, bem selecionadas.

b) Os sedimentos que constituem os paleocanais foram depositados em ambiente fluvial de média a alta energia, sugerindo um complexo fluvial típico de bacia de estuário.

c) Os minerais acessórios dos sedimentos arenosos, constituem uma assembléia matura, representada essencialmente por turmalina, estaurolita, zircão, andaluzita e cianita, e secundariamente rutilo, epidoto, anfibólitos (tremolita-hornblenda), granada, sillimanita e anatásio. A presença destes minerais sugere a contribuição dos sistemas fluviais Tocantins e Amazonas.

d) A fração argilosa dos sedimentos é constituída de caulinita, esmectita, ilita e traços de clorita; tem como possíveis áreas fontes os Andes, as áreas baixas do Alto Amazonas e também a Bacia do Maranhão.

e) A predominância de areias finas e bem selecionadas indica bons índices de porosidade e permeabilidade, o que torna os corpos arenosos da região do Rio Paracauari promissores para o armazenamento de água subterrânea.

f) A população na área pesquisada, a exemplo do que já ocorre naturalmente, deverá se concentrar nas faixas de terreno mapados como paleocanais, pois nesses depósitos, além da qualidade da água subterrânea atingir melhores índices de potabilidade, as características texturais das areias demonstram que os paleocanais constituem bons horizontes aquíferos.

g) A expressão morfológica dos paleocanais deverá servir de controle guia à prospecção de água subterrânea próxima à superfície, não só na região do Rio Paracauari, mas extensivo ao norte e nordeste da Ilha de Marajó, com restrições à qualidade da água e a distribuição espacial desses corpos litológicos em subsuperfície.

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.R.L. -- 1965 - A Review of the Origem and Characteristics of Recent Alluvial Sediments. *Sedimentology*. Journal of the International Association of Sedimentologists. 5(2): 91-180.
- AMARAL, S.E. - 1955 - *Sedimentologia e Geologia das Camadas Perfuradas na Região da Foz do Rio Amazonas*. São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. Bol. Geoc. 176(11): 1-93.
- ANDRADE, G.O. de -- 1956 - Furos, paranás e igarapés; análise genética de alguns elementos do sistema potomográfico amazônico. *Comptes Rendus. In: Congrès International de Géographie*, 18. Rio de Janeiro, UGI - Comité National du Brésil. p. 113-139.
- BARBOSA, G.V.; RENNO, C.V.; FRANCO, E.M.S. -- 1974 - *Geomorfologia da folha SB-22 - Belém*. In: Projeto RADAM, Rio de Janeiro, DNPM, v. 5, part. II/29.
- BARRETO, J.C. - 1948 - Estado do Pará, Geofísica. In: *Relatório do Conselho Nacional do Petróleo*. Rio de Janeiro. p. 67-69.
- BARRETO, J.C. - 1949 - Estado do Pará, Geofísica. In: *Relatório do Conselho Nacional do Petróleo*. Rio de Janeiro. p. 68-71.
- BARRETO, J.C. - 1951 - Bacia do Marajó. In: *Relatório do Conselho Nacional do Petróleo*, Rio de Janeiro, p. 85-88.
- BIGARELLA, J.S. e PAUMER, M.L. - 1975 - Some structural features related to laterite formation (preliminary notice). In: *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Curitiba-PR. (4): 357-364. Suplemento.
- BROWN, G. - 1961 - *The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals*. London. Mineralogical Society 544 p.
- CARVER, R.E. - 1974 - *Procedures in Sedimentary Petrology*. New York, Wiley - Interscience 653 p.
- CASTRO, S.C.; VASCONCELOS, D.N.N. - 1970 - Estudo Sedimentológico da Bacia do Marajó - Petróleo Brasileiro S.A. PETROBRÁS, RENOR, Relatório interno. Anexos, 17 p.

- CAVALCANTI, J.G.M.L. - 1979 - Geofísica Aplicada à Prospecção de Água Subterrânea na Área do rio Paracauari - Ilha do Marajó Pará-Belém. UFFa/NCGG - Tese apresentada ao Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da UFFa., para obtenção do grau de Mestre em Ciências na área de Geofísica. 88 p.
- COIMBRA, A.M. - 1976 - Arenitos da Formação Bauru: Estudos de Áreas-Fonte. Dissertação de Mestrado apresentada ao Dep. de Paleontologia e Estratigrafia. São Paulo IG/USP. v. 1 60 p.
- COIMBRA, A.M. e SUGUIO, K. - 1977 - Folha SC-19/Rio de Branco. Relatório parcial de estudos sedimentológicos. São Paulo, Convênio RADAMBRASIL - IGUSP. Relatório Interno. Anexos. 25 p.
- COSTA, J.B.S. - 1980 - Evolução geológica da região de Colméia Goiás. Belém, UFFa/NCGG. Tese apresentada ao Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas da UFFa., para obtenção do grau de Mestre em Ciências na área de geologia. 71 p.
- COUTINHO, J.M.V.; COIMBRA, A.M. - 1974 - Os pesados do Barreiras na Costa Oriental Brasileira. In: Congr. Bras. Geoc., 28 Porto Alegre. Resumo das Comunicações. Soc. Bras. Geologia, p. 824.
- CUTRIM, E.; SAUCK, W. - 1978 - Condutividade das águas da parte oriental da Ilha e da Baía de Marajó. In: Congr. Bras. Geol., 30, Recife, Resumo-SBG p. 354-355.
- DAVIS, J.C. - 1973 - Statistics and data analysis in Geology New York, John Willey. 550 p.
- DERBY, O.A. - 1898 - A Ilha do Marajó. Belém, Boletim Museu Paraense. (2): 163-173.
- DERRUAU, M. - 1966 - Geomorfologia. Barcelona Ediciones Ariel S.A., 435 p.
- FOLK, R.L.; WARD, W.G. - 1957 - Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrology. 27: 3-26.
- FOLK, R.L. - 1974 - Petrology of Sedimentary rocks. Hemphice Publishing Company. Texas. 182 p.
- FRANZINELLI, E. - 1976 - Contribuição a sedimentologia da Baía de Marajó, PA. Congr. Bras. Geol., 29. Resumo. Ouro Preto,

MG, SBG, p. 57.

GIBBS, R. - 1967 - The Geochemistry of the Amazon River System. The Factors that Control the salinity and the composition and concentration suspended solids. Geol. Soc. of America Bul. 1(78): 1203-1332, Oct.

GOUROU, P. - 1949 - Observações geográficas na Amazônia. Re vista brasileira de geografia. 9(3): 355-408, jul/set.

GUERRA, A.T. - 1956 - Terrasses e Pointes dans l'ile de Marajó. In: Premier Report Congrès International de Geographie, 18. Rio de Janeiro, v. 5 p. 65-69.

GUILCHER, A. - 1957 - Morfologia Litoral e Submarina. Barcelo na, Ed. Omega S.A. 262 p.

HÜBER, J. - 1943 - Contribuição à Geografia Física dos Furos de Breves e da parte Ocidental de Marajó. Revista Brasileira Geográfica. Rio de Janeiro, 5(3): 449-474.

HUBERT, J.F. - 1962 - A zircon-tourmaline-rutile maturity index and the interdependence of the compositions of heavy mineral assemblages with the gross composition and texture of sandstones. Journal Sedimentary Petrology, (32): 440-450.

HUBERT, J.F. - 1971 - Analysis of heavy mineral assemblages. In: Carver, R.E. Procedures in Sedimentary Petrology. New York. Wiley Interscience. 653 p.

Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará - 1975 - Estudos Integrados da Ilha do Marajó. Belém. 332 p. Anexos.

Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Para - 1977 - Convênio Perfil da M.R.H. Campos do Marajó. Cachoeira do Arari, Chaves, Muaná, Ponta de Pedras, Salvaterra, Santa Cruz do Arari, Soure, Belém, Coordenação de Documentação e Informações. n. 17, p. 393-458.

IRION, G. - 1976 - Mineralogisch-geochemische untersuchungen an der pelitischen Fraktion amazonischer Obserböden und Sedimente - Biogeographica, (7): 7-25.

JAPIASSU, A.M.J.; GOÉS, L. - 1975 - Vegetação da Folha SA-22 Belém. In: Projeto RADAM. Rio de Janeiro, DMPM, v. 5 part. IV/93 p.

- KRYNINE, P.O. - 1946 - Tourmaline group in sediments, Journal of Geology. 54: 65-87.
- LEOPOLD, L.B. e WOLMAN, M.G. - 1960 - Rivers meanders. Geol. Soc. of America Bul. 71: 769-794.
- LIMA, M.I.C. de; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R.S.; OLIVEIRA, A. de S.; BASEI, M.A.S.; ARAUJO, J.F.V.; SILVA, G.G. da - 1974 - Projeto RADAM, Folha NA/NB.22 - Macapá - Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro. DNPM v. 6.
- LUDWIG, G. - 1968 - Die Geologische Entwicklung des Marajó Bechens in Nord Brasilien. Geol. Hannover. p. 845-878. oct.
- MARBUT, C.F.; MANIFOLD, C.B. - 1947 - A topografia do vale do Amazonas. Boletim geográfico. Rio de Janeiro. 5(53): 530-544. Agosto.
- MHERA, O.R.; JACKSON, M.L. - 1960 - Iron Oxide Removal from soils and clays by a dithionite-Citrate system buffered with sodium bicarbonate. Nat. Cont. Clays. Min. London. Proc. 7: 317-327.
- MONTALVÃO, R.M.G. de; MUNIZ, M. de B.; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL R.; LIMA, M.I.C. de; FERNANDES, P.E.C.A.; SILVA, G.G. de - 1975 - Projeto RADAM. Folha NA.20 - Boa Vista e parte das folhas NA.21 - Tumucumaque, NB.20 - Roraima e NB.21 - Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro. DNPM, v. 8
- MORAES, P.B. da R. - 1917 - Ilha do Marajó, sua origem, Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará-Belém. (1): 43-48.
- MOURA, P.D. - 1943 - Relevos da Amazônia. Revista Brasileira de Geografia. 5(M-3) p. 3-22, Jul/set.
- MÜLLER, G. - 1967 - Methods in Sedimentary Petrology. In: Sedimentary Petrology. New York. Schweizerbar'che Vereagsbhahandug, part I, 238 p.
- NICKEL, E. - 1972 - Experimental dissolution of light and heavy minerals in comparison with weathering and intrastatal solution, In: Fuchtbauer, B.H. Stability of heavy minerals. Stuttgart, E. Schweizerbart'che Werlagsbuchhandlung - p. 1-68 (Contributions to sedimentology).

- OTTMAN, F. - 1960 - Sobre a distribuição das diversas fácies dos sedimentos na embocadura do rio Amazonas. Bol. Soc. Bras. Geoc. (SBG), 9(1), 57-61.
- PENNA, O.S.F. - 1916 - A Ilha de Marajó. Jornal do Pará. Belém Parte oficial, 26 de janeiro, p. 2, c. 1-3 (Partes referentes a geografia física, canais e estuários do Amazonas).
- PENNA, O.S.F. - 1916 - A Ilha de Marajó, jornal do Pará. Belém Parte oficial, 2 de fevereiro. p. 1, c.2-3, p. 2. c.1-3 (Partes referentes a geografia física, canais e estuários do Amazonas).
- PENNA, O.S.F. - 1916 - A Ilha de Marajó, Jornal do Pará. Belém. Parte oficial, 19 de fevereiro. p. 2, c. 1-4 (Partes referentes a geografia física, canais e estuários do Amazonas).
- PENNA, O.S.F. - 1916 - A Ilha de Marajó. Jornal do Pará. Belém. Parte oficial, 20 de fevereiro. p. 1, c.3-5, p.2, c.1-2 (Partes referentes a geografia física, canais e estuários do Amazonas).
- PETRI, S. - 1954 - Foraminíferos Fósseis da Bacia do Marajó. Bol. Fac. Fil. Cienc. Letras. Un. SP. Geologia 176 (11) 170 p.
- PETTIJHON, F.J.; POTTER, P.E.; SIEVER, R. - 1972 - Sand and sandstone, Springer Verlag. New York. 617 p.
- PINHEIRO, S. da S.; FERNANDES, P.E.C.A.; PEREIRA, E.R.; VASCONCELOS, E.G.; PINTO, A. da C.; MONTALVÃO, R.M.G. de; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL, R.; TEIXEIRA, W.; FERNANDES, C.A. C. - 1976 - Projeto RADAMBRASIL. Folha NA.19. Pico da Neblina. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro. v. 11.
- PIUCI, J. - 1978 - Hidrogeologia da Área Piloto - Ponta de Pedras - Ilha do Marajó, Belém, UFFpa. Tese apresentada ao Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas-UFFpa, para obtenção do grau de mestre em ciências na área de Geofísica. 143 p.
- POMERANCBLUM, M. - 1978 - Evidências de metamorfismo regional de médio e alto grau na região norte do Brasil. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 30. Recife, SBG. v. 3 p. 1303-1308.
- PORSANI, J.M.; RIJO, L.; BISCHOFF, J.; FONSECA, N.R.M. da - 1980 - Métodos Geofísicos Aplicados a prospecção de água sub-

- terrânea na região do Lago Arari. In: Anais Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 11, Recife-Pe, p. 269-284.
- POWERS, M.C. - 1953 - A new roundness scale for sedimentary particles. Journal sediment, Petrol. 23: 117-119.
- PROJETO RADAM - 1974 - Folha SA-22, Belém, Levantamento de Recursos Naturais. DNPM. Rio de Janeiro. v. 5.
- PROJETO REMAC - 1977 - Coletânea de trabalhos. (1971-1975). Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP, v. 1.
- PROJETO REMAC - 1978 - Colerânea de trabalhos. (1974 a 1977). Rio de Janeiro. PETROBRÁS, CENPES, DINTEP, v. 5.
- READING, H.G. - 1976 - Sedimentary Environments and Facies. Oxford. Blackwell. Scientif. Pub. 557 p.
- REZENDE, W.M. e FERRADAES, J.O. - 1971 - Integração Geológica da Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 25. São Paulo. SBG. v. 3, p. 203-214.
- SAHU, K.B. - 1964 - Depositional Mechanisms from the size analysis of clastic sediments Journal of Sedimentary Petrology. 1(34): 73-83. Mar.
- SCHALLER, H.A.; VASCONCELOS, P.N.A.; CASTRO, S.C. - 1971 - Estratigrafia Preliminar da Bacia sedimentar da Foz do Amazonas. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 25. São Paulo. SBG, v. 3, p. 189-202.
- SILVA, J.M.R. da - 1980 - Metamorfismo das rochas pelíticas do segmento setentrional da Faixa Paraguai-Araguaia. Belém, UPPA-NCGG. Tese apresentada ao Núcleo de Ciências Geofísicas Geológicas para obtenção do grau de Mestre em Ciências na área de geologia. 48 p.
- SIOLI, H. - 1966 - General features of the delta of the Amazon Proceedings of the docca, Symposium. Paris, UNESCO, p. 89-96.
- SIOLI, H. - 1967 - Studies in Amazon Waters atas do Simposio sobre a Biota Amazônica. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisa Limnologia. (3): 9-50.
- SIOLI, H. - 1974 - Amazon Tributaries and Drainage Basins Coupling of land and water systems. New York. Springer Verlag. p. 199-213.

- SOARES, L. DE C. - 1950 - Observações sobre a morfologia das margens do Baixo Amazonas e Baixo Tapajós. Comptes Rendues. In: Congrès. International de Géographie. 16, Lisboa v. 2, 748-761.
- SUGUIÓ, K. - 1973 - Introdução a sedimentologia. São Paulo Edgard, USP. 317 p.
- SUGUIÓ, K. e FULFARO, V.J. - 1977 - Geologia da Margem Oci dental da Bacia do Parnaíba (Estado do Pará). Boletim IG. Instituto de Geociências USP. 8: 31-54.
- TANCREDI, A.C.F.N.S.; REIS, C.M. dos; SILVA, H.F. da - 1975a - Etude Hidrogeologique de L'ile de Marajó. Association Internationale des Hidrogeologues. Mémoires. 21: 21-24.
- TANCREDI, A.; SIEFFERMANN, G.; BESNUS, Y.; FUSIL, G. e DELIBRIAS, G. - 1975b - Présence et Formation de niveaux de sidérite dans les sediments récents du delta amazoinen, In: Bulletin du Groupes Français des Argiles. Versailles. 27: 13-29.
- TEIXEIRA, J.F. - 1953 - O Arquipélago de Marajó, Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 96 p.
- WENTWORTH, C.K. - 1922 - A scale of grade and class terms for clastic Sediments. Jour. Geology, 30: 377-392.
- WRIGHT, L.D.; COLEMAN, J.M.; ERICKSON, M.W. - 1974 - Analysis of Major River systems and their deltas morphologic and process comparisions. Coastal Studies Institutes. Louisiana State University. Baton Rouge. 113 p. (Technical Report no. 156).
- YAMAMOTO, J.K.; SUGUIÓ, K.; COIMBRA, A.M. - 1977a - Programa de Computador FORTRAN. IV para tratamento estatístico dos dados granulométricos. Bol. Inst. Geoc. USP. São Paulo. (no prelo).
- YAMAMOTO, J.K.; SUGUIÓ, K.; COIMBRA, A.M. - 1977b - Caracte rização sedimentológica do perfil geológico entre Rifaina e Franca, Sp. In: Ata do Simpósio de Geologia Regional, 1 São Paulo. p. 282-293.

ANEXO 4

SONDAGEM PM-1

Período : 11.08.77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Galvão

Local : Soure/Fazenda Bonfim

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
1.0 - 2.0	Argila arenosa amarelada
2.0 - 10.0	Areia fina amarelada
10.0 - 11.0	Argila arenosa cinza escura com pelotas de argila
11.0 - 12.0	Argila arenosa cinza
12.0 - 32.0	Areia fina argilosa cinza
32.0 - 34.0	Areia média argilosa cinza
34.0 - 45.0	Areia fina argilosa cinza escura
45.0 - 49.0	Areia fina cinza escura
49.0 - 54.0	Areia fina, cinza escura com matéria orgânica.

AMOSTRAGEM: 1, 2, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 32, 34, 45 e 49 m

SONDAGEM PM-2

Período : 13.08.77 a 15.08.77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Magalhães

Local : Soure/Fazenda Bonfim

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
0.4 - 1.0	Argila cinza avermelhada com <u>con</u> creções ferruginosas
1.0 - 3.0	Argila cinza-amarelada com <u>con</u> creções ferruginosas
3.0 - 8.0	Areia fina com lâminas de matéria orgânica vegetal
8.0 - 14.0	Areia fina com intercalações de argila esverdeada
18.0 - 30.0	Areia fina com intercalações de argila cinza
30.0 - 34.0	Areia fina cinza
34.0 - 38.0	Areia fina cinza, com matéria <u>or</u> gânica vegetal disseminada
38.0 - 42.0	Areia fina cinza-escura
42.0 - 52.0	Areia fina cinza
52.0	Areia fina cinza-escura

AMOSTRAGEM: 0.4; 1 ; 3; 8; 18; 30; 34; 36; 38; 42; 46 e 52 m

SONDAGEM PM-3

Período : 17.08.77 a 19.08.77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Magalhães

Local : Soure/Fazenda Gavinho-Aliados

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
4.0 - 10.0	Areia fina, creme
10.0 - 12.0	Areia fina, cinza
12.0 - 14.0	Areia fina, cinza com <u>intercalações</u> de argila cinza
14.0 - 16.0	Areia fina, cinza
16.0 - 18.0	Areia fina esbranquiçada
18.0 - 20.0	Areia fina, cinza-claro com <u>lâminas</u> de matéria orgânica
20.0 - 26.0	Areia fina cinza
26.0 - 32.0	Areia fina, cinza com matéria <u>orgânica</u>
32.0 - 34.0	Areia fina, cinza
34.0 - 36.0	Areia fina, esbranquiçada
36.0 - 40.0	Areia fina, cinza escura
40.0 - 44.0	Areia fina, esbranquiçada
44.0 - 50.0	Areia fina, cinza-escura

AMOSTRAGEM: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30,
 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48 e 50 m

SONDAGEM PM-4

Período : 08/77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Galvão

Local : Soure/Fazenda Gavinho-Esperança

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
1.0 - 4.0	Argila cinza
4.0 - 5.0	Argila vermelha-acinzentada
5.0 - 8.0	Argila, avermelhada
8.0 - 10.0	Areia média esbranquiçada
10.0 - 12.0	Areia média amarelada
12.0 - 16.0	Areia média argilosa amarelada
16.0 - 20.0	Areia média argilosa avermelhada
20.0	Areia fina avermelhada

AMOSTRAGEM: 1, 4, 5, 8, 10, 12, 16 e 20 m

SONDAGEM PM-5

Período : 08/77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Galvão

Local : Soure/Fazenda São Lourenço

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
1.0 - 6.0	Argila vermelha-acinzentada
6.0 - 8.0	Argila branca-avermelhada
8.0 - 11.0	Areia média amarelada
11.0 - 18.0	
18.0 - 28.0	Areia média esbranquiçada
28.0 - 30.0	Areia média vermelha-clara
30.0 - 32.0	Areia média vermelha escura
32.0	Argila [®] cinza-esverdeada

AMOSTRAGEM: 1, 3, 6, 8, 11, 12, 15, 18, 20, 22, 26, 28, 30 e
32 m.

SONDAGEM PM-6

Período : 27.08.77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Galvão

Local : Soure/Jenipapo-Conceição

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
1.0 - 2.0	Argila cinza-clara
2.0 - 16.0	Argila cinza-escura
16.0 - 16.1	Restos de vegetais - madeira preta
16.1 - 22.0	Argila cinza-escura
22.0 - 28.0	Argila compacta marrom amarelada
28.0 - 38.0	Areia fina (amostra de lavagem)

AMOSTRAGEM: 1, 2, 6, 10, 12, 16, 16.1, 20, 22, 28 e 38 m

SONDAGEM PM-7

Período : 28.08.77

Pesquisador: CAVALCANTI, J.G.M.L.

Operador : Galvão

Local : Soure/Fazenda Jenipapo

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
1.0 - 8.0	Areia fina amarronzada
8.0 - 10.0	Areia fina marrom-escura
10.0 - 12.0	Areia fina marrom-escura, com pedaços de vegetais
12.0 - 14.0	Argila cinza-escura, com <u>fi</u> bras vegetais
14.0 - 18.0	Matéria orgânica vegetal
18.0 - 30.0	Argila cinza
30.0 - 32.0	Argila negra
32.0 - 36.0	Argila cinza

AMOSTRAGEM: 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 20, 22, 24, 30, 32 e
34 m.

SONDAGEM PM-8

Período : 05.07.78

Pesquisadora: BEMERGUY, R.L.

Operadores : Lopes e Galvão

Local : Gavinho

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
0.0 - 1.4	Argila de coloração clara, muito plástica
1.4 - 1.8	Argila arenosa de coloração amarronzada
1.8 - 2.5	Argila arenosa de coloração cinza clara
2.5 - 5.0	Argila arenosa de coloração castanha, com concreções limoníticas (<u>ta</u> manho seixos)
5.0 - 7.5	Areia média, branca acinzentada
7.5 - 8.0	Areia média amarelada
8.0 - 8.2	Areia média avermelhada, grãos de quartzo limonitizados
8.2 - 10.2	Areia média, avermelhada
10.2 - 11.8	Argila arenosa com aumento na proporção de areia
11.8 - 13.5	Areia média avermelhada
13.5 - 13.8	Argila arenosa, amarelada
13.8 - 15.0	Argila arenosa amarelada com placas de concreções limoníticas
15.0 - 15.7	Argila arenosa amarela esbranquiçada
15.7 - 19.0	Argila amarelada
19.0 - 20.0	Areia média amarelada
20.0 - 20.3	Areia média argilosa marrom avermelhada
20.3 - 21.0	Argila arenosa amarelada (45% de areia)
21.0	Provavelmente areia grossa

AMOSTRAGEM: 0, 1.4, 1.8, 2.5, 5.0, 7.5, 8.0, 8.2, 10.2, 11.8,
 13.5, 13.8, 15.0, 15.7, 19.0, 20.0, 20.3 e 21.0 m.

SONDAGEM PM-9

Período : 18.07.78

Pesquisadora: BEMERGUY, R.L.

Operadores : Lopes e Galvão

Local : Gavinho

PROFUNDIDADE (m)	DESCRÍÇÃO
0.0 - 2.0	Argila amarelada com tons acinzentados apresentando minúsculas partículas de fibra vegetal
2.0 - 4.0	Argila arenosa, cinza escura tendendo a negro com matéria orgânica disseminada
4.0 - 7.0	Argila arenosa branca apresentando matizes avermelhada. Concreções ferruginosas
7.0 - 8.0	Areia média esbranquiçada
8.0 - 9.0	Areia média, de coloração clara
9.0 - 11.0	Areia média avermelhada
11.0 - 11.2	Areia média de coloração avermelhada. Concreções ferruginosas
11.2 - 15.0	Areia média creme clara
15.0 - 15.5	Areia média a grossa amarela-avermelhada
15.5 - 16.0	Areia média esbranquiçada
16.0 - 18.0	Areia grossa esbranquiçada
18.0 - 20.0	Areia média amarela esbranquiçada
20.0 - 20.2	Areia média esbranquiçada
20.2 - 24.0	Areia grossa esbranquiçada
24.0 - 25.0	Areia média de coloração amarelada
25.0	Concreções ferruginosas, tamanho seixos.

AMOSTRAGEM: 0, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22,
24 e 25 m.

SONDAGEM PM-10

Período : 20.07.78

Pesquisadora: BEMERGUY, R.L.

Operadores : Lopes e Galvão

Local : Gavinho

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
0.0 - 2.8	Argila plástica cinza escura com tons avermelhados. Fibras de raiz de vegetal
2.8 - 4.3	Argila-arenosa amarela avermelhada com concreções ferruginosas (até 3,5 cm)
4.3 - 11.0	Areia argilosa esbranquiçada com tons amarelados
11.0 - 11.8	Areia argilosa, argila cinza clara com tons amarelados. O material arenoso é grosseiro e de coloração avermelhada. Concreções limoníticas (até 3,0 cm)
11.8 - 16.0	Areia argilosa esbranquiçada com tons amarelados
16.0 - 19.0	Areia média a fina esbranquiçada
19.0 - 20.0	Areia média esbranquiçada
20.0 - 24.0	Areia média amarelada
24.0 - 25.0	Areia média a grossa amarelada
25.0	Areia grossa amarelada

AMOSTRAGEM: 0, 2.8, 4.3, 11, 11.8, 16, 19, 20, 24 e 25 m

SONDAGEM PM-11

Período : 08/78

Pesquisadora: BEMERGUY, R.L.

Operador : Galvão

Local : Conceição

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
0.0 - 1.8	Argila plástica cinza amarelada
1.8 - 2.5	Argila plástica cinza escura
2.5 - 4.0	Argila plástica cinza
4.0 - 11.5	Argila, plástica cinza escura com pedaços de matéria orgânica vegetal
11.5 - 12.0	Matéria orgânica vegetal
12.0 - 16.0	Argila cinza com tons amarelados
16.0 - 24.0	Argila marron intercalada com argila cinza
24.0 - 25.0	Argila cinza escura
25.0 - 28.0	Areia grossa a cascalho amarelada
28.0 - 31.8	Argila cinza esverdeada
31.8 - 39.5	Argila cinza escura
39.5 - 40.0	Argila arenosa cinza escura, intercalada com areia fina a grosseira <u>a</u> vermelhada

AMOSTRAGEM: 0, 1.8, 2.5, 4, 5.4, 11.5, 12, 14, 16, 19, 24, 25,
28, 31.8 e 39.5 m

SONDAGEM PM-12

Período : 08/78

Pesquisadora: BEMERGUY, R.L.

Operador : Galvão

Local : Anjos

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
0.0 - 1.8	Argila cinza escura, fibras de vegetal raras
1.8 - 3.0	Areia fina argilosa cinza amarelada
3.0 - 5.0	Areia fina cinza amarelada
5.0 - 7.0	Areia média à fina amarelada
7.0 - 9.0	Areia fina à média amarelada
9.0 - 11.0	Areia fina creme
11.0 - 13.0	Areia fina à média cinza amarelada
13.0 - 16.0	Areia fina creme
16.0 - 18.0	Areia fina à média cinza
18.0 - 20.0	Areia média à fina cinza amarelada

AMOSTRAGEM: 0, 1.8, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 16 e 18 m

SONDAGEM PM-13

Período : 08/78

Pesquisadora: BEMERGUY, R.L.

Operador : Galvão

Local : Anjos

PROFUNDIDADE (m)	DESCRIÇÃO
0.0 - 1.8	Argila esbranquiçada
1.8 - 3.0	Argila plástica cinza escura
3.0 - 6.0	Argila plástica cinza escura
6.0 - 20.0	Areia fina à média cinza

AMOSTRAGEM: 0, 1.8, 3, 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 m

ANEXO 5

ANEXO 5 - Porcentagem de peso de grânulo, areia e silte + argila
 (Wentworth, 1922)

AMOSTRAS		GRÂNULOS (%)	AREIAS (%)	SILTES+ARGILAS (%)
PM	1 2 77	0.00	96.71	3.29
PM	1 6 77	0.00	95.20	4.80
PM	1 8 77	0.00	96.42	3.58
PM	1 14 77	0.00	90.50	9.50
PM	1 18 77	0.00	92.43	7.57
PM	1 32 77	0.00	100.00	0.00
PM	1 45 77	0.00	88.68	11.32
PM	2 30 77	0.00	91.17	8.83
PM	2 34 77	0.00	96.98	3.02
PM	2 36 77	0.00	96.06	3.94
PM	2 42 77	0.00	97.61	2.39
PM	2 46 77	0.00	96.52	3.48
PM	2 52 77	0.00	98.51	1.49
PM	3 4 77	0.00	93.39	6.61
PM	3 6 77	0.00	95.31	4.69
PM	3 8 77	0.00	99.34	0.66
PM	3 10 77	0.00	96.36	3.64
PM	3 12 77	0.00	97.57	2.43
PM	3 14 77	0.00	97.10	2.90
PM	3 16 77	0.00	97.77	2.23
PM	3 18 77	0.00	92.62	7.38
PM	3 20 77	0.00	93.50	6.50
PM	3 22 77	0.00	99.11	0.89
PM	3 24 77	0.00	96.30	3.70
PM	3 26 77	0.00	91.09	8.91
PM	3 28 77	0.00	86.22	13.78
PM	3 30 77	0.00	95.86	4.14
PM	3 32 77	0.00	97.45	2.55
PM	3 34 77	0.00	97.47	2.53
PM	3 36 77	0.00	96.67	3.33
PM	3 38 77	0.00	96.40	3.60
PM	3 40 77	0.00	92.78	7.22
PM	3 42 77	0.00	94.79	5.21
PM	3 44 77	0.00	89.04	10.96
PM	3 46 77	0.00	94.57	5.43

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	GRÂNULOS (%)	AREIAS (%)	SILTES+ARGILAS (%)
PM 3 48 77	0.00	96.50	3.50
PM 3 50 77	0.00	98.26	1.74
PM 4 8 77	0.00	98.51	1.49
PM 4 10 77	3.96	95.79	0.25
PM 4 12 77	0.00	94.80	5.20
PM 4 16 77	0.00	94.39	5.61
PM 4 20 77	0.00	99.62	0.38
PM 5 8 77	0.00	96.74	3.26
PM 5 11 77	0.00	100.00	0.00
PM 5 12 77	4.26	95.74	0.00
PM 5 18 77	0.00	100.00	0.00
PM 5 20 77	0.00	100.00	0.00
PM 5 22 77	0.00	100.00	0.00
PM 5 26 77	0.00	100.00	0.00
PM 5 28 77	0.00	100.00	0.00
PM 5 30 77	0.00	100.00	0.00
PM 6 28 77	0.00	100.00	0.00
PM 6 38 77	2.45	97.46	0.09
PM 7 1 77	0.00	97.01	2.99
PM 7 2 77	0.00	96.52	3.48
PM 7 4 77	0.00	98.06	1.94
PM 7 6 77	0.00	97.64	2.36
PM 7 8 77	0.00	99.30	0.70
PM 7 10 77	0.00	98.97	1.03
PM 8 7 78	0.00	99.44	0.56
PM 8 7 78	0.00	99.82	0.18
PM 9 7 78	0.00	99.82	0.18
PM 9 8 78	0.00	99.90	0.10
PM 9 9 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 11 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 13 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 14 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 15 78	0.00	99.30	0.00
PM 9 16 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 18 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 20 78	0.00	100.00	0.00
PM 9 22 78	0.00	100.00	0.00

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	GRÂNULOS (%)	AREIAS (%)	SILTES+ARGILAS (%)
PM 9 24 78	0.00	100.00	0.00
PM 10 11 78	0.00	99.87	0.13
PM 10 16 78	0.00	100.00	0.00
PM 10 19 78	0.00	100.00	0.00
PM 10 20 78	0.00	99.96	0.04
PM 10 22 78	0.00	100.00	0.00
PM 10 24 78	0.00	100.00	0.00
PM 11 25 78	3.18	96.82	0.00
PM 11 28 78	0.00	98.89	0.00
PM 12 3 78	0.00	99.34	0.66
PM 12 5 78	0.00	99.10	0.90
PM 12 7 78	0.00	99.62	0.38
PM 12 9 78	0.00	99.75	0.25
PM 12 11 78	0.00	99.38	0.62
PM 12 13 78	0.00	99.14	0.86
PM 12 18 78	0.00	99.27	0.73
PM 13 6 78	0.00	97.84	2.16
PM 13 8 78	0.00	99.53	0.47
PM 13 10 78	0.00	99.73	0.27
PM 13 12 78	0.00	99.47	0.53
PM 13 14 78	0.00	99.87	0.13
PM 13 16 78	0.00	99.59	0.41
PM 13 18 78	0.00	99.82	0.18

ANEXO 6

ANEXO 6 - Cálculo dos Parâmetros Estatísticos da Distribuição Total e Areia em amostras dos Paleocanais
da Região do Rio Paracauari

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOSSE	DISTRIBUIÇÃO
PM 1 2 77	3.03	0.12	0.40	0.01	1.16	TOTAL
	3.00	0.12	0.34	0.14	0.99	AREIA
PM 1 6 77	2.96	0.12	0.47	0.08	1.15	TOTAL
	2.91	0.13	0.38	0.07	0.92	AREIA
PM 1 8 77	2.04	0.12	0.49	0.02	1.12	TOTAL
	2.90	0.13	0.42	0.14	0.98	AREIA
PM 1 14 77	3.08	0.11	0.83	0.21	1.93	TOTAL
	2.95	0.12	0.73	0.42	1.89	AREIA
PM 1 18 77	3.08	0.11	0.42	0.08	1.36	TOTAL
	3.02	0.12	0.31	0.14	1.02	AREIA
PM 1 32 77	0.80	0.57	1.05	0.48	1.06	TOTAL
	0.80	0.57	0.05	0.48	1.06	AREIA
PM 1 45 77	3.13	0.11	0.49	0.00	1.47	TOTAL
	3.03	0.12	0.36	0.28	1.16	AREIA
PM 2 30 77	3.26	0.10	0.47	0.02	1.59	TOTAL
	3.16	0.11	0.36	0.25	1.31	AREIA
PM 2 34 77	2.31	0.20	0.97	0.33	0.82	TOTAL
	2.27	0.20	0.03	0.37	0.68	AREIA
PM 2 36 77	2.99	0.12	0.45	0.18	1.42	TOTAL
	2.96	0.12	0.38	0.35	1.25	AREIA

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOS	DISTRIBUIÇÃO
PM 2 42 77	2.37 2.34	0.19 0.19	0.75 0.72	0.06 0.09	0.77 0.74	TOTAL AREIA
PM 2 46 77	2.59 2.54	0.16 0.17	0.64 0.60	0.18 0.25	0.98 0.93	TOTAL AREIA
PM 2 52 77	2.73 2.71	0.15 0.15	0.49 0.47	0.13 0.16	0.96 0.94	TOTAL AREIA
PM 3 4 77	3.03 2.97	0.12 0.12	0.46 0.35	0.02 0.28	1.35 1.01	TOTAL AREIA
PM 3 6 77	3.09 3.05	0.11 0.12	0.43 0.35	0.02 0.19	1.31 1.06	TOTAL AREIA
PM 3 8 77	2.66 2.65	0.15 0.15	0.57 0.56	0.14 0.14	0.99 0.99	TOTAL AREIA
PM 3 10 77	3.07 3.04	0.11 0.12	0.42 0.36	0.14 0.29	1.36 1.15	TOTAL AREIA
PM 3 12 77	3.12 3.10	0.11 0.11	0.35 0.31	0.09 0.20	1.33 1.16	TOTAL AREIA
PM 3 14 77	3.21 3.20	0.10 0.10	0.31 0.27	0.00 0.13	1.41 1.17	TOTAL AREIA
PM 3 16 77	3.18 3.16	0.11 0.11	0.36 0.32	0.09 0.19	1.37 1.20	TOTAL AREIA
PM 3 18 77	3.22 3.16	0.10 0.11	0.40 0.30	0.05 0.17	1.55 1.27	TOTAL AREIA
PM 3 20 77	3.02 2.96	0.12 0.12	0.45 0.33	0.07 0.37	1.43 1.03	TOTAL AREIA

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOSÉ	DISTRIBUIÇÃO
PM 3 22 77	3.03 3.02	0.12 0.12	0.27 0.26	0.29 0.33	1.21 1.23	TOTAL AREIA
PM 3 24 77	3.12 3.08	0.11 0.11	0.46 0.41	0.08 0.21	1.17 0.99	TOTAL AREIA
PM 3 26 77	3.31 3.21	0.10 0.10	0.41 0.30	0.15 0.11	1.27 0.97	TOTAL AREIA
PM 3 28 77	3.32 3.13	0.09 0.11	0.55 0.39	0.06 0.25	1.22 1.07	TOTAL AREIA
PM 3 30 77	3.20 3.18	0.10 0.11	0.34 0.28	0.01 0.13	1.42 1.14	TOTAL AREIA
PM 3 32 77	3.11 3.09	0.11 0.11	0.38 0.34	0.06 0.16	1.20 1.03	TOTAL AREIA
PM 3 34 77	3.11 3.09	0.11 0.11	0.33 0.29	0.04 0.05	1.16 1.00	TOTAL AREIA
PM 3 36 77	3.18 3.15	0.11 0.11	0.35 0.30	0.02 0.10	1.22 1.00	TOTAL AREIA
PM 3 38 77	3.15 3.13	0.11 0.11	0.36 0.30	0.03 0.09	1.23 1.01	TOTAL AREIA
PM 3 40 77	3.22 3.15	0.10 0.11	0.41 0.31	0.11 0.09	1.29 0.98	TOTAL AREIA
PM 3 42 77	3.24 3.19	0.10 0.10	0.39 0.31	0.07 0.12	1.26 0.99	TOTAL AREIA
PM 3 44 77	3.30 3.17	0.10 0.11	0.49 0.35	0.08 0.21	1.32 1.09	TOTAL AREIA

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOSÉ	DISTRIBUIÇÃO
PM 3 46 77	3.13	0.11	0.41	0.04	1.27	TOTAL
	3.09	0.11	0.33	0.11	1.00	AREIA
PM 3 48 77	2.77	0.14	0.65	0.01	0.96	TOTAL
	2.73	0.15	0.59	0.07	0.87	AREIA
PM 3 50 77	2.65	0.15	0.56	0.00	0.89	TOTAL
	2.63	0.16	0.54	0.02	0.86	AREIA
PM 4 8 77	1.97	0.25	0.74	0.06	1.01	TOTAL
	1.95	0.25	0.70	0.11	0.96	AREIA
PM 4 10 77	1.31	0.40	0.79	0.10	1.47	TOTAL
	1.36	0.38	0.65	0.02	1.18	AREIA
PM 4 12 77	2.34	0.19	0.57	0.34	2.31	TOTAL
	2.25	0.20	0.40	0.11	1.59	AREIA
PM 4 16 77	2.17	0.22	0.76	0.22	1.46	TOTAL
	2.07	0.23	0.58	0.04	1.09	AREIA
PM 4 20 77	1.62	0.32	0.57	0.28	0.98	TOTAL
	1.62	0.32	0.56	0.28	0.95	AREIA
PM 5 8 77	2.10	0.23	0.48	0.17	1.85	TOTAL
	2.08	0.23	0.40	0.09	1.55	AREIA
PM 5 11 77	1.34	0.39	0.53	0.07	1.07	TOTAL
	1.34	0.39	0.53	0.07	1.07	AREIA
PM 5 12 77	0.83	0.56	0.78	0.21	1.46	TOTAL
	0.91	0.53	0.65	0.09	1.26	AREIA
PM 5 18 77	1.32	0.39	0.58	0.23	1.03	TOTAL
	1.32	0.39	0.58	0.23	1.03	AREIA
PM 5 20 77	1.41	0.37	0.53	0.18	1.01	TOTAL
	1.41	0.37	0.53	0.18	1.01	AREIA

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOSE	DISTRIBUIÇÃO
PM 5 22 77	1.17 1.17	0.44 0.44	0.44 0.44	0.11 0.11	1.20 1.20	TOTAL AREIA
PM 5 26 77	1.20 1.20	0.43 0.43	0.47 0.47	0.02 0.02	1.20 1.20	TOTAL AREIA
PM 5 28 77	1.40 1.40	0.37 0.37	0.46 0.46	0.34 0.34	1.26 1.26	TOTAL AREIA
PM 5 30 77	1.37 1.37	0.38 0.38	0.33 0.33	0.18 0.18	1.16 1.16	TOTAL AREIA
PM 6 28 77	1.57 1.57	0.33 0.33	0.49 0.49	0.14 0.14	0.93 0.93	TOTAL AREIA
PM 6 38 77	1.46 1.49	0.36 0.35	0.71 0.61	0.05 0.05	1.30 1.08	TOTAL AREIA
PM 7 1 77	2.84 2.81	0.13 0.14	0.40 0.35	0.07 0.00	1.06 0.97	TOTAL AREIA
PM 7 2 77	2.90 2.87	0.13 0.13	0.40 0.35	0.10 0.00	1.12 0.96	TOTAL AREIA
PM 7 4 77	2.64 2.62	0.15 0.16	0.46 0.44	0.09 0.05	0.99 0.96	TOTAL AREIA
PM 7 6 77	2.69 2.67	0.15 0.15	0.44 0.41	0.10 0.06	0.95 0.91	TOTAL AREIA
PM 7 8 77	2.38 2.38	0.19 0.19	0.42 0.41	0.01 0.00	1.41 1.39	TOTAL AREIA
PM 7 10 77	2.47 2.46	0.17 0.18	0.50 0.48	0.06 0.03	1.24 1.23	TOTAL AREIA
PM 8 7 78	1.70 1.70	0.30 0.30	0.45 0.45	0.27 0.27	1.18 1.17	TOTAL AREIA

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS		DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO -FI	ASSIMETRIA	CURTOSE	DISTRIBUIÇÃO
PM 9 7 78		1.99	0.25	0.61	0.31	1.61	TOTAL AREIA
		1.99	0.25	0.61	0.32	1.60	
PM 9 8 78		1.47	0.36	0.50	0.28	1.08	TOTAL AREIA
		1.47	0.36	0.50	0.28	1.07	
PM 9 9 78		1.09	0.46	0.60	0.14	1.44	TOTAL AREIA
		1.09	0.46	0.60	0.14	1.44	
PM 9 11 78		0.87	0.54	0.68	0.08	1.32	TOTAL AREIA
		0.87	0.54	0.68	0.08	1.32	
PM 9 13 78		0.87	0.54	0.46	0.27	1.28	TOTAL AREIA
		0.87	0.54	0.46	0.27	1.28	
PM 9 14 78		1.01	0.49	0.52	0.23	1.36	TOTAL AREIA
		1.01	0.49	0.52	0.23	1.36	
PM 9 15 78		0.01	0.98	0.57	0.43	1.47	TOTAL AREIA
		0.02	0.98	0.56	0.45	1.44	
PM 9 16 78		0.88	0.54	0.49	0.12	1.33	TOTAL AREIA
		0.88	0.54	0.49	0.12	1.33	
PM 9 18 78		1.30	0.40	0.38	0.00	1.56	TOTAL AREIA
		1.30	0.40	0.38	0.00	1.56	
PM 9 20 78		1.15	0.44	0.29	0.03	1.42	TOTAL AREIA
		1.15	0.44	0.29	0.03	1.42	
PM 9 22 78		1.14	0.45	0.47	0.10	1.50	TOTAL AREIA
		1.14	0.45	0.47	0.10	1.50	
PM 9 24 78		1.12	0.45	0.37	0.00	1.28	TOTAL AREIA
		1.12	0.45	0.37	0.00	1.28	
PM 10 11 78		2.07	0.23	0.27	0.16	1.10	TOTAL AREIA
		2.07	0.23	0.27	0.16	1.10	

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOSE	DISTRIBUIÇÃO
PM 10 16 78	1.52 1.53	0.34 0.34	0.33 0.33	0.36 0.36	1.11 1.11	TOTAL AREIA
PM 10 19 78	1.62 1.62	0.32 0.32	0.43 0.43	0.44 0.44	0.82 0.82	TOTAL AREIA
PM 10 20 78	1.49 1.49	0.35 0.35	0.49 0.49	0.19 0.19	0.81 0.81	TOTAL AREIA
PM 10 22 78	1.51 1.51	0.34 0.34	0.63 0.63	0.04 0.04	0.83 0.83	TOTAL AREIA
PM 10 24 78	0.70 0.70	0.61 0.61	0.95 0.95	0.27 0.27	0.75 0.75	TOTAL AREIA
PM 11 25 78	0.81 0.85	0.56 0.55	0.83 0.77	0.29 0.25	1.04 1.05	TOTAL AREIA
PM 11 28 78	0.11 0.11	1.08 1.08	0.44 0.43	0.18 0.19	1.22 1.22	TOTAL AREIA
PM 12 3 78	2.78 2.77	0.14 0.14	0.37 0.36	0.05 0.04	0.87 0.86	TOTAL AREIA
PM 12 5 78	2.74 2.73	0.14 0.14	0.39 0.38	0.05 0.03	0.93 0.91	TOTAL AREIA
PM 12 7 78	2.35 2.35	0.19 0.19	0.45 0.44	0.00 0.00	1.40 1.39	TOTAL AREIA
PM 12 9 78	2.55 2.55	0.17 0.17	0.45 0.45	0.11 0.11	1.20 1.19	TOTAL AREIA
PM 12 11 78	2.48 2.48	0.17 0.17	0.39 0.38	0.14 0.12	1.11 1.08	TOTAL AREIA
PM 12 13 78	2.68 2.67	0.15 0.15	0.37 0.36	0.07 0.04	0.96 0.93	TOTAL AREIA

(CONTINUA)

(CONTINUAÇÃO)

AMOSTRAS	DIÂMETRO MÉDIO-FI	DIÂMETRO MÉDIO-MM	DESVIO PADRÃO-FI	ASSIMETRIA	CURTOSSE	DISTRIBUIÇÃO
PM 12 18 78	2.08	0.23	0.59	0.07	0.89	TOTAL
	2.07	0.23	0.57	0.06	0.87	AREIA
PM 13 6 78	2.79	0.14	0.41	0.05	0.91	TOTAL
	2.77	0.14	0.38	0.07	0.89	AREIA
PM 13 8 78	2.45	0.18	0.57	0.01	1.16	TOTAL
	2.45	0.18	0.56	0.02	1.15	AREIA
PM 13 10 78	2.54	0.17	0.41	0.26	0.95	TOTAL
	2.54	0.17	0.41	0.25	0.94	AREIA
PM 13 12 78	2.66	0.15	0.40	0.14	0.91	TOTAL
	2.65	0.15	0.39	0.13	0.90	AREIA
PM 13 14 78	2.60	0.16	0.38	0.09	0.91	TOTAL
	2.60	0.16	0.38	0.09	0.91	AREIA
PM 13 16 78	2.58	0.16	0.41	0.14	0.93	TOTAL
	2.58	0.16	0.41	0.13	0.92	AREIA
PM 13 18 78	2.37	0.19	0.45	0.06	1.09	TOTAL
	2.37	0.19	0.45	0.06	1.09	AREIA