


PHL
008777
2006

PALEOGEOGRAFIA DO QUATERNÁRIO SUPE-
RIOR NA PLATAFORMA CONTINENTAL
NORTE BRASILEIRA

e aspectos dos recursos minerais do mar

MARIA EUGENIA C. MARCHESINI SANTOS
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

 CPRM	196 SUREMI SEDOE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	376 - 5
N.º de Volumes:	1 V.: -
.....	

I - INTRODUÇÃO

O presente trabalho executado dentro das metas fixadas pelo Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha, destina-se a apresentar os resultados obtidos na Plataforma Continental Norte Brasileira, pelo denominado Projeto Amazonas, durante a Operação GEOMAR-III.

De acordo com as instruções prévias, foi cumprido o estudo de "biodetrititos", objetivando, principalmente, o reconhecimento das condições ecológicas e paleoecológicas que fornecessem apoio à compreensão da estratigrafia geral dos sedimentos superficiais.

Para a interação com os processos controladores da sequência sedimentar, os organismos são visualizados, estritamente, como parâmetros definidores de fácies. Seguindo este esquema bastante didático de Selley (1970:2) a interpretação é feita numa aproximação interdisciplinar.

Atendendo ainda, a recomendação da II Reunião do Grupo Executivo do Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha, foram confrontados estes resultados com os apresentados por outros pesquisadores, para a GEOMAR-I e GEOMAR-II e com os aspectos obtidos pelo acompanhamento de bordo, dos ecogramas e amostragem de sedimentos da GEOMAR-III.

II - COMPONENTES DA GEOMAR-III

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. (PETROBRÁS)

Henyo Trindade Barreto - geólogo chefe da fase nacional
Sylvio Geraldo Zembruski - geólogo chefe da fase internacional

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL (DNPM)

Carlos Becker do Amaral - geólogo

José Carlos de Carvalho - geólogo

Maria Eugenia Marchesini Santos - paleontóloga (atualmente na COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM)

LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DO MAR=UFPe - (LACIMAR)

Marck Kempf - Oceanógrafo Biólogo

Olimpio Carneiro da Silva - Biólogo

LABORATÓRIO DE GEOLOGIA MARINHA-IGUF RJ - (LAGEMAR)

Luiz Antonio Pierantoni Gamboa - estudante de Geologia

Alberto Garcia de Figueiredo Junior - estudante de Geologia

III - TRABALHOS ANTERIORES

Na região amazônica, as operações de caráter geológico foram iniciados pelo Navio Oceanográfico "Almirante Saldanha" em 1958. As amostras recolhidas foram estudadas por Ottmann (1960) que delineou as fácies sedimentares e Tinoco (1959) que apresentou uma lista prévia dos foraminíferos.

Decorrentes das Operações Norte-Nordeste em 1967 e 1968, também efetuadas pelo Navio Oceanográfico "Almirante Saldanha", Kempf et alii (1970) apresentaram um panorama geral da natureza do fundo; Coutinho & Mourais (1970) deram a distribuição dos sedimentos; Kempf & Matthews (1968) listaram os moluscos ocorrentes na área, Coelho (1970) estudou os crustáceos e Kempf (1970) sumarizou a bionomia bêntica.



Outros trabalhos que envolvem interesse na área são de Tinoco (1970) que procedeu a distribuição de foraminíferos em relação à fácies; Mabsoone (1971) que deu distribuição global de fácies na Plataforma Continental Brasileira. Em Oceanografia, Gibbs (1967, 1970) vem estudando a circulação do Rio Amazonas e do oceano adjacente, assim como a Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha.

Das Comissões de Geologia Marinha (GEOMAR), iniciadas em 1969, resultaram trabalhos de:

Zembruski et alli (1971), Pomerancblum & Costa (1970), Bandeira (1970), Santos (1971) para a GEOMAR-I; Gorini et alii (1971), Martins (1971), Formoso (1971); Pomerancblum (1971), Santos & Carvalho (1971), Lima & Campanha (1971) Martins et alii (1971), para a GEOMAR-II.

Quanto a origem da Plataforma Continental Norte Brasileira, Rezende & Ferradaes (1971) sintetizaram a sua evolução tectônica e Schaller & Vasconcellos (1971) analisaram a sequência estratigráfica.

Russel (1967) discutindo a origem dos estuários discute sobre a geomorfologia do vale do Amazonas e as relações concernentes às flutuações glacio-estáticas.

IV - ÁREA DE TRABALHO

Em junho de 1969, a Comissão GEOMAR-I realizou levantamento entre as latitudes de $02^{\circ} 46' 95''S$ e $03^{\circ} 07' 00''N$ e as longitudes de $41^{\circ} 37' 00''W$ Gr e $50^{\circ} 37' 05''W$ Gr. O estudo de oitenta estações geológicas localizadas na Plataforma Continental, adjacente à costa situada entre a foz do rio Parnaíba no estado do Maranhão e a ilha de Maracá no território do Amapá, permitiu a confecção dos relatórios com resultados gerais de



morfologia e distribuição dos sedimentos.

As duas comissões GEOMAR posteriores, tiveram por finalidade o detalhamento desde a região fronteira à embocadura do Rio Amazonas no estado do Pará, até ao largo do cabo Orange no território do Amapá, delimitada entre as longitudes 47° W Gr e 51° W Gr.

Coube à GEOMAR-II varrer a sub-área compreendida pelas coordenadas: lat. 2° N e 4° $30'$ N e long. 47° $30'$ W Gr e 50° W Gr em setembro/novembro de 1971.

A GEOMAR-III completou a área estabelecida (sub-área entre as lat. 01° $02'$ $00''$ N e 02° $29'$ N e as long. 47° $24'$ $00''$ W Gr e 48° $48'$ $00''$ W Gr - sub-área entre as lat. 03° $10'$ $00''$ N e 05° $17'$ $00''$ N e as long. 49° $21'$ $00''$ W Gr e 51° $07'$ $00''$ W Gr.

V - AMOSTRAGEM E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para as GEOMAR-II e III os trabalhos de bordo foram ordenados em:

- a - estações geológicas com espaçamento médio de dez a quinze milhas náuticas, em cotas batimétricas entre quinze e setecentos metros, recobrimo a plataforma continental e talu de continental superior.
- b - estações oceanográficas, onde as coletas de fundo foram subordinadas à posições estabelecidas para perfis oceanográficos.

Na GEOMAR-III foram efetuadas 80 estações geológicas (E-145 a E.225) e amostragem em 36 estações oceanográficas (# 2465 a # 2533)

V.I - POSICIONAMENTO:

Foi utilizado o sistema de navegação astronômica que

é um método que admite erro provável de duas milhas náuticas.

V.2 - ECOBATIMETRIA:

Ecosondagem batimétrica, contínua foi feita entre as estações e durante todo o cruzeiro de pesquisa. Os instrumentos usados foram ecobatímetros Kelvin Hughes dos tipos MS-26F - MK-4 (hidrográfico) e MS-26K-MK-8 (oceanográfico).

V.3 - AMOSTRADORES DE FUNDO

Sedimentos superficiais - busca fundo Van Veen e Shipek, dragas retangulares e subamostrador "Emery Bottom Sampler".

Sedimentos subsuperficiais - testemunhador a pistão.

VI - PROCESSAMENTO DE BORDO

No mapa I (fig. 1) são apresentadas as localizações das estações plotadas em cartas GEBCO na escala 1:100.000. O mapa II (fig. 2) apresenta a distribuição das facies com integração de outras comissões. Adicionalmente, o controle sedimento - fisiografia foi acompanhado por mapa de isobatimétricas (PETROBRÁS) na escala de 1:100.000 (fig.3).

As amostras de sedimento foram processadas inicialmente como parte da rotina de bordo. Descritas preliminarmente com lupa binocular foram analisadas a composição do sedimento, granulometria, mineralogia e natureza da fração orgânica.

A triagem e tratamento do material obedeceu a instruções especiais segundo a destinação para laboratórios de



terra. Estavam previstos estudos de granulometria, morfocopia, minerais pesados, argila, foraminíferos, biodetritos e ecologia e a conseqüente interpretação com a fisiografia.

VII - ARCABOUÇO GEOLÓGICO

A Margem Continental Norte Brasileira resulta do preenchimento de bacias relativamente antigas (Bacia da Fóz do Amazonas - Bacia de Barreirinhas) que sob controle tectônico sofreram uma longa história de subsidência e deposição (Rezende & Pamplona, 1970; Rezende & Ferradaes, 1971; Shaller & Vasconcellos, 1971). São conhecidos sedimentos do Cretáceo ao Recente que repousam discordantemente sobre o Precambriano ou sobre remanescentes das bacias paleozóicas do Amazonas e Maranhão.

O seu último ciclo histórico (Pleistoceno-Recente) foi acompanhado de regressão e transgressão, motivadas principalmente por flutuações do nível do mar, em fenômenos semelhantes aos ocorridos em outras plataformas mundiais (Emery, 1968).

Algumas feições são indicadoras desta última origem, como a extensa ocorrência de areias relíquias entre a costa do Maranhão e Salinópolis no Pará (Zembruski et alli, 1971; Pomerancblum & Costa, 1970) e os numerosos canais paralelos e transversais à plataforma (na costa do Pará e Amapá) e que seriam superfícies erosionais de rios durante estágios de mar mais baixo.

Outra feição topográfica de bastante interêsse, é um terraço amplo, acompanhando a linha de quebra da plataforma a partir de Salinópolis até o extremo noroeste da

área pesquisada, no qual foram amostrados sedimentos relictos. Sua localização entre a cota batimétrica de 100 a 200 metros está próxima a figuração geral média de nível de mar mais baixo (130 metros) durante a última glaciação pleistocênica.

Os efeitos da transgressão pós-glacial foram melhor preservados nos depósitos da região noroeste ao largo da costa do Amapá. As condições marinhas são marcadas pela sucessão de organismos "indicadores de profundidade" que são correlacionados à elevação do nível do mar, em cronologia relativa paralela aos intervalos de tempo estabelecidos em padrões mundiais (Milliman & Emery, 1968).

O modelo sedimentar estudado contém uma mistura heterogênea, com diversos constituintes indicativos de superposições temporais. Como critério de reconhecimento foram avaliadas as relações - comunidades vivas - restos esqueléticos - tipo de sedimento - topografia, que permitissem identificação da natureza relíquia, para seleção e ulterior datação de radiocarbono estabelecendo assim os termos de mudanças ambientais versus o tempo absoluto.

VIII - PARÂMETROS AMBIENTAIS

Na diagnose dos processos operantes nesta região, as diferentes linhas de evidência assumem importâncias diversas.

Na Plataforma interna-média, onde os fatores terrígenos predominam, a análise da geometria, litologia, estruturas sedimentares e padrões de circulação são as técnicas de maior definição para o reconhecimento de facies-ambiente de sedimentação.



A distribuição dos organismos é essencialmente condicionada ao substrato derivado dos fatores citados.

Na plataforma externa, o domínio é carbonático. A deposição é altamente dependente da atividade orgânica e o sedimento reflete esta herança. O reconhecimento deste parâmetro é fundamental ao estudo dos ambientes. Porém, para estes carbonatos, a avaliação das mudanças mineralógicas e químicas que acompanham a conversão dos minerais carbonáticos metastáveis para formar os carbonatos estáveis é reco - mendada, tendo em vista principalmente a natureza relíquia ou residual dos carbonatos ocorrentes.

VIII.1 - MORFOLOGIA - SEDIMENTO

Como a evolução de um facies sedimentar é função entre outros fatores da morfologia deposicional, uma breve descrição é dada para situar compreensivelmente as descrições propostas.

Zembrusck et alii (1971) dividem a Plataforma Conti - nental Norte Brasileira em duas províncias fisiográficas distintas:

- a- Área situada ao largo da costa Maranhão-Pará, com plataforma de pequeno declive, quebra de plataforma abrupta, em torno da costa batimétrica de 80 metros.
- b- Área situada a partir de Salinópolis (Pará) até o extremo noroeste (Território do Amapá), com alargamento da plataforma, aumentando a cota batimétrica para a quebra da plataforma até 140 e 150 metros. Fo ram assinalados três níveis topográficos marcantes: de 0 a 30 metros, de 70 a 85 metros, de 140 a 150 me tros, relacionados respectivamente a atual sedimenta



ção amazônica, sedimentos remanescentes e, a uma superfície de nivelamento.

Desta primeira província, na região próximo a Salinópolis, foram reconhecidos durante a GEOMAR-III, que ao rápido aumento de gradiente da quebra de plataforma corresponde mudança sedimento-organismos. O sedimento de plataforma é constituído predominantemente por algas calcárias, enquanto que no talude ocorre vasa composta por argila carbonática de cor creme (possivelmente derivada de fácies biogênica) com testas de foraminíferos planctônicos e gastrópodos pelágicos, em compatibilidade ambiental.

Recortando a borda da plataforma externa há vales assoreados de até 1 km de largura e 90 metros de altura (entre as estações 2470 - 2471) e que estão convenientemente localizados no mapa de isobatimétricas da Petrobrás (fig. 3).

Amostragem em um destes vales, em uma parte bastante estreita ("canyon" Saldanha) mostram indicações de sua formação sobre influência continental e fluxo de turbidez com os sedimentos dispostos em camadas semicompactadas, de areia argilosa castanho-oliva, com granulação predominante de areia fina, grãos de quartzo de alta esfericidade, sub-angular a sub-arredondados. A fração acessória apresenta minerais opacos, mica verde e fragmentos de madeira e de acordo com a profundidade atual, foraminíferos planctônicos e bentônicos. Intercalando-se, há argila cinza escura com pequena fração de quartzo e restos carbonosos.

Para a segunda província fisiográfica, foram adicionados detalhes sobre o sistema de canais transversais à costa (segundo nível topográfico) que ocorrem a partir da



região em frente a ilha Mexiana. São mais adensados até a ilha de Maracá, espaçando-se para o extremo noroeste.

Estes canais rasos recortam o sedimento carbonático e/ou areno-quartzoso grosseiro e são preenchidos por sedimentos com granulometria que varia desde a argila até areia grosseira nos flancos e argila mais pura para a superfície interior. Formam quando próximo ao "canyon" Amazonas, um sistema de tributários do mesmo. Em direção noroeste terminam em dois maiores vales (em frente à ilha de Maracá e do Cabo Cassiporé), abrindo-se na plataforma externa-talude superior.

Ao terceiro nível, corresponde um terraço regular que acompanha o contorno da plataforma externa-talude superior e que foi confirmado a partir da posição lat. $2^{\circ} 27,0'N$ long. $47^{\circ} 45,0'W$ Gr a leste do "canyon" Amazonas até o limite noroeste pesquisado.

Sua extensão e a cota batimétrica onde vão se localizar o primeiro aumento de gradiente-limite superior / (100 a 200 metros) e a declividade típica de talude-limite inferior (150 a 280 metros) são variáveis, principalmente devido às influências dos processos formadores dos vales que o alcança. Mostram, contudo, tendência de alargamento em torno do "canyon" Amazonas e do vale situado em frente ao cabo Cassiporé, estreitando-se e desaparecendo em direção à primeira província fisiográfica de quebra de plataforma abrupta.

A abundância de litoclastos, ooides e fósseis nesta região suporta sua interpretação como feição de linha de praia associada à flutuações marinhas quaternárias. A estes "relictos" superpõem-se sedimentos e organismos de plataforma externa - talude superior.



VIII.2 - OCEANOGRAFIA

São destacáveis as características físicas do estuário Amazonas, onde fatores dinâmicos (marés) e físico-químicos (mistura de água doce e salgada) condicionam a deposição das fácies lamosa e de transição (Zembruscki et alii, 1971, fig. 9 e 10; perfis oceanográficos da Operação GEOMAR-III), e a influência da corrente das Guianas que defletindo para noroeste a descarga amazônica, permite a permanência de camadas relíquias.

IX - FÁCIES SEDIMENTARES

Os aspectos básicos sobre as fácies sedimentares / ocorrentes - fácies arenosa, fácies lamosa, fácies arenos-argilosa, fácies biodetrítica, fácies transicional e fácies biogênica já foram tratados em trabalhos anteriores, que mostram haver uma variação geográfica lateral, com integradação de fácies.

Os trabalhos (Ottmann, 1960; Kempf et alii, 1970; Coutinho & Morais, 1970; Mabesoone, 1971; Zembruscki et alii, 1971) apresentam uma certa variação na terminologia, mas, pelas descrições e inferências genéticas contidas são praticamente concordantes. Por uniformização de nomenclatura foram adotadas as denominações estabelecidas por Zembruscki et alii (1971) e de outros pesquisadores participantes do Programa.

Quanto a bionomia bêntica, ^{? (bentônica)} a mesma foi equacionada por Kempf (1970), sendo os seus princípios, básicos para o desenvolvimento do presente trabalho. Durante o acompanhamento de bordo, foram discutidos com este pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco, as condições ecoló



gicas atuais que projetassem esclarecimentos à compreensão dos processos pretéritos, sendo o detalhamento da Ecologia, de sua responsabilidade.

IX.1 - FÁCIES ARENOSA

Esta unidade que ocupa grande extensão da área, é composta por quartzo com granulação média a fina e entre os minerais pesados são predominantes os estáveis da província de estauroлита (Pomerancblum & Costa, 1970).

A fração orgânica é muito pequena, representada por constância de miliolidios castanhos, o que significa longo tempo de exposição em interface água-sedimento (Santos, 1971). As conchas de introdução posterior são sempre pequenas e translúcidas e esta atividade aumenta nas proximidades de outras fácies.

Conchas velhas, grandes e pesadas que ocorrem escassamente seriam de ambientes pretéritos. Na estação 2466, Crassostrea típicas de mangue mostram permanência longa no sedimento.

Na estação 2467 valvas grandes e Tivela fulminata, forma comum de fauna de areia rasa mistura-se com fauna de influência de fácies biogênica adjacente.

Para as mesmas é recomendada datação pois poderiam marcar a presença transgressiva.

Estas fácies corresponde a uma fase não deposicional e seus sedimentos maduros caracterizam uma área favorável de concentração para minerais pesados "leves" (Emery & Noakes, 1968)

IX.2 - FÁCIES ARENO-ARGILOSA

Depositada sob influência atual dos processos continentais, bordeja o litoral do Maranhão e Pará. Nesta região são conhecidos placeres de ouro ligado ao sistema de drenagem continental (Souza, 1937)

IX.3 - FÁCIES BIODETRÍTICA DE PLATAFORMA INTERNA

Pequena mancha carbonática composta de fauna recente e residual marcada pela associação Amphistegina - Archaias - Quinqueloculina (Bandeira, 1970; Santos 1971) e entre os minerais pesados, dominância de zircão (Pomerancblum & Costa, 1970).

IX.4 - FÁCIES LAMOSA

Em simultâneos processos deposicionais e erosionais, o atual regime do rio Amazonas constroi uma plataforma de delta de maré. Os sedimentos dominantes são argilosos. A argila é cinza oliva a cinza claro, com fração siltica acessória. Em - percentagem menor de 1% ocorrem com areia de granulometria fina a média: quartzo, biotita, muscovita, minerais opacos, restos vegetais, biodetritos, pelotas fecaes e glauconita.

Nas áreas de noroeste ocorrem fragmentos de concreções limoníticas e siltito ferruginoso e arenito argilo- calcifero e pirita.

A consistência do sedimento é variável podendo apre-sentar-se fluido, mas comumente há uma semcompactação, com - fluidez apenas superficial. Foram observados intercalações de camadas irregulares cinza escuro e claro.

Coloração marrom por oxidação na camada superficial é na região leste marcada até a cota batimétrica de 43 metros , enquanto que na região noroeste esta alteração vai até a cota batimétrica de 35 metros.

Fauna marinha rara e especializada como já foi degtacada em trabalhos anteriores (Kempf, 1970; Santos 1971) é constituída na infauna por bivalvos nutridores em depósito e na epifauna por animais vágeis. Formam uma assembléia ecologicamen-te coerente com o sedimento em acumulação, com espécimes vivos , e as conchas dos mortos correspondem aos viventes. As espécies - mais comuns são:



Yoldia perproctata Dall, Phacoides muricatus (Splender) ,
Trigonocardia antillarum (Orbigny) Nuculana acuta Conrad ,
Macoma tenta Say, Tellina punicea Born, Caliptrea centra-
lis Conrad e Bursa Spadicea Montfort.

A densidade populacional é baixa quando é maior o conteúdo de argila (maior acumulação de produtos tóxicos) e cresce em direção aos limites com o fácies transicional.

Na Estação 2496, na lâmina d'água de 47 metros foram coletados em sedimentos argilosos, bivalvos que pertencentes ao gênero Ostrea.

São de forma oval alongada, tamanho mediano, concha pouco espessa com costelas radiais, margem interna lisa e superfície exterior rosa violáceo.

Compõem uma população morta, com a maioria das valvas desarticuladas e, com predominância de valvas dorsaes , mas, algumas delas estão unidas.

Pela ação de pouco desgaste e moderada proporção de fragmentos mostram que sofreram mais efeito de exposição do que transporte. Como nestes epibentos as adaptações morfológicas não permitem sobrevivência em condições argilosas, pois as valvas achatadas não previnem eficientemente a entrada de sedimento na cavidade do manto, sua ocorrência significa uma mudança ecológica relacionada a deposição de argila. São indicados para datação por C-14.

IX.5 - FACIES TRANSICIONAL

Localizada em torno da facies lamosa é representada por misturas de areia síltica e silte arenoso e recobre em adelgaçamento lateral os facies sedimentares pré-existentes.

A fauna bentônica é composta de indivíduos pequenos: bivalvos, gastrópodos, escafópodos, briozoários lunulitiformes. São abundantes os espécimes de Nucula e Nuculana relacionados ao conteúdo de silte/argila.



Alguns elementos maiores são encontrados como o gastrópodo Polystira Albida Perry e o coral Astrangia braziliensis que segundo Laborel (1969/1970) é característico de águas turvas.

Populações vivas de ofiuróides seguem o contorno desta litofacies. São adaptados a áreas de sedimentação ativa, com mobilidade suficiente para migrar a medida que o sedimento é depositado.

Nestas facies que coincidem com a denominada " água de mistura" consequente das marés de salinidade, há intensa precipitação de organismos pelágicos, principalmente Globigerinoides e Creseis.

Esta transição de litofacies é sentida por aumento de atividade biológica de megafauna como de microfauna, e nesta última são os foraminíferos os elementos de melhor resolução.

IX.6 - FACIES BIODETRITICA DE PLATAFORMA EXTERNA

A plataforma externa é caracterizada por uma cobertura de areia e cascalho carbonáticos biodetríticos, de cor variando de amarelo acizentado a marrom moderadamente amarelo. A fração areia grossa a cascalho é constituída por grãos esqueléticos inteiros ou quebrados pertencentes a algas (incrustantes e artículos de Halimeda) e a componentes da megafauna (moluscos e briozoários principalmente). Na fração areia média são importantes os foraminíferos, ocorrendo também fragmentos não identificáveis. Fragmentos de calcarenito podem ser de origem diversa.

A maior percentagem de carbonato é secundada por quartzo. Traços de biotita, muscovita e mineral opacos são comuns.



Os componentes carbonáticos são derivados de três categorias genéticas:

- a - elementos esqueléticos de organismos bentônicos que são formados no piso submarino: os grupos que contribuem são as algas coralinas e codiáceas, briozoários, moluscos, foraminíferos e em menor participação antozoários, equinodermas e crustáceos.
- b - elementos esqueléticos de organismos pelágicos que são formados na coluna sobrejacente: são os foraminíferos plantônicos e moluscos pelágicos.
- c - elementos de origem não esquelética: os ocorrentes são ooides e litoclastos.

a - Organismos Bentônicos

Algas coralinas

Fragmento e blocos modulares produzidos por algas coralinas do grupo das Melobesiae, são importantes construtoras do sedimento. Estas plantas secretoras de $Co_3 Ca$ apresentam requisitos ecológicos bem controlados, para seu desenvolvimento. Seu limite inferior na área está entre a isobata de 80 - 90m - embora seu crescimento se dê até 100 metros, mas já com pequena potencialidade secretora.

Sua distribuição na Plataforma tem sido descrita por diversos autores enquanto que Kempf (1970) detalha sua ecologia e associação biológica.

Na área, forma em Plataforma externa, bancos que são feições topográficas baixas e planas definindo a facies biogênica de Zembruskietalli (1971) e que se adelgaça em Salinópolis.



Algas Codiáceias

Estas plantas são de hábito arbustivo, crescendo erectas, isoladamente ou em tufos. São fortemente calcificadas, com talos constituídos por segmentos de forma variada separados por constrictões e que são facilmente desarticuláveis, sendo incorporados ao sedimento. Sendo fotosintéticas, seu florescimento é limitado a zona de penetração da luz.

Segmentos discóides de Halimeda cf tuna (Ellis & Solander) substituem as algas coralinas (formando segundo Mabsoone (1971) uma subfacies) transicionalmente em Salinópolis. Na GEOMAR-III foram coletados alguns espécimes apresentando o talo verde comprovam seu hábito atual em borda de plataforma externa. Porém já em terraço, fragmentos desgastados são indicados de ambiente diverso ao atual com argila (restritiva para fotosíntese).

Na área leste a facies biogênica típica, isto é, um substrato compacto de blocos e seixos de algas coralinas dominantes é substituído. Há misturas de algas coralinas do tipo incrustantes, com pequena potencialidade de acreção, do tipo lamelar, algas codiáceas, e ainda briozoários calcários; Esponjas numerosas e variadas, instalam-se no sedimento solto. Algumas são ativos agentes de agregação dos grãos iniciando assim um processo de cimentação dos carbonatos, ao mesmo tempo que também atuam as melobesias reunindo e recobrando os restos soltos.

Moluscos

Restos esqueléticos de moluscos são importantes componentes do sedimento. Estudos da composição da fauna foram feitos por Kempf & Matthews (1968) e a da sua distribuição por Kempf (1970).



Sendo, principalmente, dependentes das condições ecológicas criadas e controladas pelas algas calcárias têm ampla distribuição geográfica e batimétrica.

Ocorrem tanto na fácies biogênica como na biodetrítica, em acordo com sua origem, em função de um substrato carbonático. Das espécies coletadas na área leste são mais comuns Arca Zebra (Swainson) e Chama macerophilla Gmelin, ocorrendo regularmente Antigona rigida (Dillwyn), Spondylus americanus Hermann, Pseudochama radians (Lamarck), Americardia média Linnaeus, Turritella isoleta Linnaeus, Siliquaria squamata Bruguière, Conus sp. e Trivia sp.

O gastrópodo, Siliquaria squamata que apresenta as voltas em espiral irregular e não soldadas é associado ao fundo de esponja pois estes animais servem de suporte para sua concha com morfologia de difícil equilíbrio.

Esta observação no sentido paleoecológico regional significa quando em presença de um sedimento carbonático algal contendo restos de Siliquaria squamata (as esponjas normalmente não são preservadas) mudanças ambientais, com substituição competitiva dos elementos no biótopo. Em condições de baixa sedimentação estas gerações sucessivas preservam-se reunidas no mesmo litótopo.

Este aspecto é destacado também para os trabalhos de Geologia Marinha, quando são utilizados amostradores de pequena capacidade em contraste com o equipamento biológico usual (dragas).

Foraminíferos

Estudos taxonômicos e ecológicos dos foraminíferos / trouxeram algumas informações referentes a composição e distri



buição destas faunas (Tinoco, 1959; Santos & Carvalho, 1971). Maior detalhe é requerido, pois, são sem dúvida excelentes indicadores batimétricos e paleobatimétricos.

Os bentônicos calcáreos são mais numerosos nas associações, e entre os mesmos há dominância do gênero Amphistegina. Foi observado que na subfácies de Halimeda decorrente da evolução dinâmica de simultâneo florescimento e acumulação, portanto diante de processos vivos, Amphistegina é presente em proporção acima de 90%. Suas testas brancas e translúcidas / (por vezes verde por zooxanthellae) relatam sua vivência no habitat atual.

Em direção noroeste, quando há a substituição de algas por esponjas e briozoários, restam as testas castanhas e foscas de Amphistegina. Mantém ainda a dominância mas em presença de bentônicos diversificados (indicativos de biofácies de plataforma externa). Esta condição é ressaltada por Walton (1964) para identificar espécies residuais. São de acumulações prévias e poderiam ser explicadas em termos de uma fácies anterior de alga, ou em senso mais geral, longevidade para a fácies carbonática. Testas velhas, castanhas e quebradas de Peneroplis em ocorrência ocasional, correlacionariam-na a ambientes mais rasos do que o atual. O empobrecimento carbonático de sudeste para noroeste é acompanhado pela gradual diminuição de espécimes de Amphistegina que terminam na fácies arenosa - biodetrítica por ocorrências esparsas de testas muito velhas.

Outros grupos.

Os briozoários são principalmente do tipo de zoários erectos, rígidos, bilamerares, lobados, ligados ao substrato (adeoniforme) e do tipo de zoários erectos rígidos de ra -

mos dicotômicos subcilíndricos (vinculariforme).

O tipo lunutiforme de zoários cônicos de vida livre ocorrem, e tem distribuição ampla principalmente nos fundos arenosos.

Corais e equinodermas são menos numerosos e dos últimos é característico o equinóide Eucidaris tribuloides (Lamarck) presente por restos de placas e espinhos.

b. Organismos Plantônicos

Como é normal, gastrópodos pelágicos e foraminíferos plantônicos, tendem a aumentar o número de espécies e de indivíduos em direção a plataforma externa.

c. Ooides e Litoclastos

Os litoclastos são normalmente derivados de ação de algas e esponjas, que agregam o sedimento solto.

São diferenciados por apresentarem as algas coralinas, uma estrutura laminar concêntrica, identificável mesmo quando a mesma engloba núcleo de natureza diferente.

As esponjas inicialmente retém os grãos com sua substância gelatinosa e aos pouco vai havendo um endurecimento do agregado. Alguns fragmentos de biomicrito, com forma e superfície irregular cujos intraclastos são da mesma composição do sedimento circundante parecem ter esta origem com o material fino (matriz) infiltrando-se e preenchendo os espaços deixados pelo muco.

A leste foi coletado um fragmento de rocha distinto destes sedimentos semilitificados. É um calcário creme bem consolidado, com relictificação que reflete mudanças diagenéticas mais avançadas e são possivelmente mais antigos. Fo-

ram selecionados para datação.

Ooides superficiais (1 ou 2 lâminas), brilhantes e castanhos ocorrem no adelgaçamento de fácies, próximo a borda da plataforma externa em Salinópolis.

IX.7 - FACIES DE AREIA QUARTZOSA E BIODETRÍTICA

Areia quartzosa de granulação em geral média a grossa. Cor básica marron amarelado escuro, variando em tonalidades oliva e cinza. Contém pequena percentagem de silte/argila e a fração carbonática está situada entre 20% e 40%, e de minerais opacos em 10%.

Entre os moluscos, a associação mais comum é de Arca Zebra (Swainson), Chama macerophylla Gmellin e Plicatula gibbosa Lamarck. Formam camadas extensivas de conchas mortas. As velhas são mais abundantes do que as novas, havendo vários estágios de desgaste. São revestidos por arenito, perfuradas e incrustadas por outros organismos.

Relatam gradativas introdução de material, e tempo longo de exposição na interface água-sedimento.

As duas primeiras espécies citadas, embora venham de fauna mais antigas continuam a viver até o presente, pois muitas tem aparência nova. Foi observado que em Plicatula gibbosa domina a aparência velha. São componentes na assembléia de fácies biodetrítica de plataforma interna (Santos, 1971) e no fundo areno-quartzoso adjacente a praia na plataforma da região de Recife (Kempf, 1970). Na fauna caraílica é citada por Warmke & Abbott (1961) como espécie intertidal que se fixa em substratos duros.

Outros indícios de mar mais raso são de distribuição descontínua como fragmentos do Donax e conchas adultas de Anadara notabilis Roding.



Uma outra população distinta é encontrada com pequenos e novos bivalvos - Corbula, Limopsis, Crenella, Amussium, Crassinella, Tellina, Nucula e ainda Nassarius nanus Usticke, Nuculana acuta Conrad, Lima lima (Linnaeus), Pecten zigzag (Linnaeus), Microcardium tinctum (Dall).

Briozoários lumitiformes são abundantes e o coral Astrangia braziliensis Vallenciennes é encontrado.

Entre os foraminíferos é de fácil reconhecimento Homotrema rubrum Lamarck que forma massas incrustantes e perfuradas, de coloração vermelha que é retida muito tempo após sua morte. Vivem atualmente fixados em blocos calcáreos de fácies biogênica e na transição da fácies biodetrítica de plataforma externa. Nesta fácies tem aspecto muito desgastado e perderam sua coloração original, são rosáceos, restando alguns pouco de cor viva.

Miliolídios castanhos e pesados e robustos arenaceos são abundantes, diferindo da fauna mais nova diversificada.

Fragmentos de arenito quartzoso com opacos, de cimento calcífero são constantes na faixa de cota batimétrica de 80 metros e se estendem para a fácies transicional determinada pela GEOMAR-III. Sua superfície irregular "carstificada" e composição semelhante do sedimento circundante (identificação macroscópica) sugerem ação de esponjas. Poderiam ser também produtos erosivos residuais, derivados de restos transportados de zona de praia.

De ambientes atuantes nun sistema dinâmico, ainda em processo é resultante um recobrimento de tempo e espaço. A areia quartzosa mais antiga vão se misturar plicatulas velhas de sucessão posterior, na formação das camadas basais dos flân

cos dos vales. Estes recebem uma delgada cobertura atual de silte/argila que propicia vida ativa de epifauna. O preenchimento dos leitos dos vales por argila mais puras conduz a instalação de uma fauna idêntica à da facies lamosa.

IX.9 - FACIES DE TALUDE

Os depósitos argilosos normais para água profunda começam a precipitar a partir da cota batimétrica de 100 metros e vão ser uma constante em direção à bacia oceânica. Os minerais de argila determinados por Formoso (1971) mostra que na sedimentação detritica pelágica há influência de fontes continentais. A presença de calcita no sedimento pode ser relacionada à outras superfícies organicamente produtiva (facies biogênicas) como também provir de conchas de foraminíferos pulverizada ou coccolitos (menores de 30 μ).

Esta vasa de argila carbonática apresenta cor amarelo-oliva no topo, com 70% a 80% de argila e cerca de 20% de fração biogênica e pequena fração de quartzo de granulação silte/areia muito fina e, argilito semifriável ferruginoso. A argila subjacente é de cor cinza-oliva, com a fração biogênica em cerca de 10% com traços de quartzo de granulação areia muito fina/silte e pelotas fecais.

A fração biogênica é composta de esqueletos inteiros e fragmentos de foraminíferos plantônicos e gastrópodos pelágicos. Os foraminíferos são espécies de Globigerina, Globigerinoides, Globorotalia, Orbulina, Pulleniatina e os pterópodos pertencem a Cavolina, Creseis, Spirathella.

As estações da GEOMAR-II e da fase internacional da GEOMAR-III amostraram parte desta região.



Tendendo as populações plantônicas a aumentar em direção amaranante as estações que contém densidade populacional alta representam deposição ininterrupta, enquanto as de menor concentração são mais novas e sofreram diluição de se dimento detríticos. Este aspecto notado na área da GEOMAR-II (Santos & Carvalho, 1971) deverá ser melhor estudado para o trabalho de foraminíferos, em elaboração, pois poderão trazer informações sobre o desenvolvimento do talude.

IX.10 - FACIES DE TERRAÇO

(Fácies Mista de Zemruski et alii, 1971)

Na borda da Plataforma externa - Talude Superior as camadas de topo da superfície do extenso terraço são com postas por sedimentos heterogêneos, que são produto de complexas misturas pós-deposicionais.

São areias carbonáticas grossas a média (ooides, testas e conchas pelágicas, testas e conchas bentônicas) de fração acessória areia fina, seixos de calcarenitos, siltitos e arenitos quartzosos e areias quartzosas médias a gros sa com cascalho e biodetritos. Quando se estendem para o ta lude superior passam a conter argila.

No extremo noroeste (E-205, E-206) em profundidade de 170 - 190 metros há seixos grandes (20mm) a muito pequenos (3mm) de arenito quartzoso-micáceo e siltito ferruginoso, facetados e de superfície brilhante, calcilutito com Spiratella em processos de litificação e oxidação; moldes / fósseis de Spiratella. São de um ciclo anterior do atual re presentante pela fauna Limopsis - Microcardium - terebratulídeos normal ao ambiente.

Os foraminíferos plantônicos de aspecto recente do minam na fauna. Amphistegina e miliolídios velhos, castanhos



e pretos são relíquias.

Sedimentos compostos por organismos pelágicos (foraminíferos e gastrópodos) são comuns a partir plataforma externa, onde o influxo de outros detritos é menor. Nos ambientes modernos, suas conchas e testas são delicadas e translúcidas. Os moldes fossilizados de Spiratella seriam produtos de um ciclo anterior de deposição que restou não soterrado em períodos de mar mais baixo. Pela sua localização na feição topográfica de terraço são supostas de idade viscosiniana, e representam um diástema.

Para estimativa destas relações de base as informações são ainda muito pequenas, mas, os litoclastos terrígenos apontam ainda para uma inconformidade erosional.

A elevação do nível de mar pós-viscosiana, que movimentou a deposição clástica para a presente linha de praia, permitiu a instalação gradativa da população pelágica que vai naturalmente caindo no fundo. E o progressivo alcance das condições oceânicas é documentado pela ocorrência das "ooze" de globigerina, e ainda pela megafauna de plataforma externa. - talude superior.

Outros elementos que são seguros indicadores batimétricos são os oolitos. Têm distribuição lateral ampla embora descontinua, são raros e esparsos entre os isobatas de 80 - 100 metros, mascarados por sedimentação posterior.

Na estação 211 a uma profundidade de 180 metros compõem a fração quase pura de granulometria areia grossa/média que domina no sedimento sendo acessória a argila de talude com pequena contribuição orgânica (pelágica) atual. Nesta amostra são presentes fragmentos de calcáreo oolítico.



Estes oolitos são semimaturados, castanhos e de superfície fosca e muitos apresentam dois estágios de acresção oolítica.

Pelo menos para esta localização, as evidências são de ambiente de águas rasas seguido por uma fase não deposicional e sedimentação atual de talude.

No lado leste (E-168, E-169) os oolitos são granulometria areia média com menor número de camadas concêntricas, castanhos e de superfície brilhante, e estão misturados a fração biodetrítica residual de um tempo não muito distante (Halimeda-Amphitegina de facies vivente em área contínua) e argila e fauna de talude.

Ainda, determinados pela GEOMAR - I (Santos, 1971) em canal triburário do canyon Amazonas, oolitos, fauna relíquia, e fauna plantônica mostram as tendências de progressiva diminuição lateral da facies carbonática atual deixando expostos os elemento mais antigos e de idades relativas diferentes.

Os oolitos que se formaram em condições de menor influxo de sedimentos terrígenos podem ser integrados tanto ao intervalo final da regressão viscosiniana como ao início da fase transgressiva e esta questão deverá ser esclarecida através de datação por C-14.

No lado noroeste a faixa das isóbatas 100 - 110 metros (E-209 a E-217) são encontrados testemunhados de uma facies de praia com areias quartzosas grossas, por vezes com seixos quartzosos angulosos e pigmentados por ferro. Há restos de fauna intertidal como Anomalocardia brasiliana Gmelin, Thais hemastoma floridana (Conrad) e outros indicadores de mar raso - Anadara notabilis (Roding), Petalocochus, Donax, grandes Balanus, e fragmentos de madeira fossilizada e turfa.



CPRM

-27-

Fragmentos de conchas pesadas e seixos esféricos de arenito quartzoso de até 15 mm de diâmetro sugerem o ambiente de alta energia. Oolitos aí são misturados.

As misturas geradas pelas mudanças ambientais se alternam e recombina^m irregularmente, em função da topografia irregular. Há faunas novas misturadas às de fácies de praia; faunas novas, faunas de Plicatula, Chama, Arca do pulso transgressivo sobre elementos mais antigos; areias quartzosas relíquias com rara fauna moderna.

No lado leste, ao domínio carbonático (E-169) sucede-se lateralmente uma areia quartzosa relíquia com abundantes pelágicos.

X - CONCLUSÕES

XI - EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA PLATAFORMA

A análise da composição dos sedimentos e morfologia da Plataforma Continental Norte Brasileira, fornece elementos de interpretação de ambientes e história deposicional que são os fatos científicos necessários a procedimentos objetivos, visando os recursos potenciais do mar.

É também um exercício de paleosedimentação para entendimento dos seus análogos antigos. A importância econômica da análise ambiental vem aumentando o interesse para estes métodos de identificação dos depósitos.

Esta interpretação seguiu, em parte, o modelo padrão de uma sequência estratigráfica de transgressão marinha que consiste de uma inconformidade basal sobreposta por sedimentos de águas rasas que são sucedidos por camadas mais novas, com, conteúdo de mar mais profundo.

Camadas de Base

A superfície mais antiga e que, corresponde em plataforma a uma inconformidade erosional, é a facies arenosa que é produto de uma regressão pré-holocênica, e que no instante geológico presente é um ambiente de não deposição, semelhante a outras plataformas (Emery, 1968).

Para noroeste, a zona de ravinamento é relíquia de um antigo sistema de drenagem continental que, permanece exposto porque, os processos atuais de sedimentação estuarina não são suficientemente capazes para competir com as correntes marinhas que redistribuem lateralmente a carga sedimentar.



Esta superfície é correlacionável com os fortes horizontes refletores de ravinas erosionais, determinados no delta do Orinoco (Van Andel, 1968) e, que, estão recobertos por sedimentação posterior. Também no delta Mississipi estas feições são reconhecidas em subsuperfície.

Fase estacionária

A seção estratigráfica ideal é mascarada por haver uma mistura após cada deposição, principalmente, por sedimentação lenta da fração carbonática em plataforma média-externa.

Os sedimentos agora observados foram formados em vários ambientes diferentes que se sucederam no mesmo litótipo. Em termos de profundidade são do mais raso para mais fundo e em termos de energia de alta para baixa.

Esta sucessão pode ser ligada a uma fase estacionária de nível de mar mais baixo e uma posterior elevação.

A feição topográfica correspondente e que, foi recoberta pelas Comissões GEOMAR é o terraço situado no contorno da plataforma externa - talude superior. Superpõe sua morfologia a estas regiões da margem continental. Segundo nomenclatura de Shepard (1963) constitui um "wave cut terrace". Sua profundidade média (140 - 150 metros) está próxima a média mundial (130 metros) de nível de mar mais baixo, na última glaciação pleistocênica. Suas fases erosionais são sugeridas pelos abundantes litoclastos remanescentes.

Durante este estágio a atual plataforma média externa deveria ser uma planície costeira plana, de fraca drenagem em um clima árido. O influxo dos sedimentos terrígenos



não foi suficiente para soterrar os pré-existentes - moldes fósseis de Spirathella, permitindo também o desenvolvimento de uma facies carbonática rasa, documentada pelos oolitos.

Esta linha de costa antiga estava recortada por "canions" incipientes e vales na costa abrupta de leste na noroeste produzindo uma zona costeira irregular. A feição mais importante "canyon" Amazonas estavam reunidos seus distributários (Fig. 4).

Fase Transgressiva Inicial

O início de transgressão foi seguida por uma facies de praia com abundantes litoclastos derivados de atividades erosional.

Os cursos d'água que corriam na superfície pleistocênica foram forçados vale acima pelo avanço do oceano. Esta camada basal foi retrabalhada pelo mar transgressivo, iniciando-se o preenchimento dos canais.

Ambientes de plataforma rasa com comunidades de moluscos e foraminíferos colonizando camadas pouco potentes de carbonato, estão registradas na sucessão, na região noroeste. A passagem da linha de praia é documentada por raros restantes.

Aparentemente, a tendência a enriquecimento carbonático de leste já estava instalada, neste tempo, com formação de bancos baixos e assim como a direção geral das correntes, prevenindo eficientemente a deposição dos finos na facies arenosa (Pomerancblum & Costa, 1970).



Os arenitos quartzosos de cimento calcífero, que são encontrados entre as isobatas de 70 a 80 metros são indicadores de uma particular linha de tempo, ou de um homogêneo ecossistema propício a esponjas ou como "beach-rocks" em superfície erosiva.

Fase transgressiva final com superposição flúvio-marinha

É reconhecido que os últimos estágios de elevação do nível do mar foram lentos (Emery, 1968) produzindo preenchimento de estuário em muitas costas.

Nesta fase até o nível de mar estável atual em áreas com maior suprimento terrígeno foi possível progradação do tipo da facies lamosa.

Os principais fatores de controle de facies lamosa são de estuário gerando um discreto delta de maré.

Os padrões encontrados nesta facies flúvio-marinha são:

Há maior deposição de sedimentos finos na superfície de topo e areias fluviais grossas puras são restritas aos canais de deságue (Zembruscki et alii, 1971).

Em relação a fauna as tendências de um novo ciclo regressivo são: a partir da facies de transição o sucessivo e rápido desaparecimento dos grupos de organismos e, de crescimento geral do número de espécies, pelo aumento da razão de sedimentação que produz condições árduas de sobrevivência. [Passando para as camadas das facies transicional ("bottom set beds") há um pequeno talude de pró-delta, mais evidente em frente ao rio Amazonas, onde há maior descarga sedimentar (Corini et alii, 1971). Para noroeste são melhor referidas



como "ambiente de plataforma aberta sob influência estuarina recente".

As feições morfológicas mostram estágios evolutivos de abrandamento dos contornos, por preenchimento dos canais de desague na facies lamosa e dos canais do esqueleto pleistoholocênico por argila; e mudanças do relevo por sedimentação rítmica nas fases periódicas da descarga amazônica.

Para as facies carbonática produzidas por algas construtoras os processos de adição contínua na facies biogênica estão em estágio de equilíbrio com o ambiente moderno. Na facies biodetrítica de Plataforma externa, em direção noroeste, permanecem os produtos da fase transgressiva inicial. Misturam-se com uma fauna moderna.

X.2 - CORRELAÇÕES DE IDADES

No estudo dos sedimentos marinhos, do Quaternário superior, as flutuações eustáticas têm sido determinadas em tempo absoluto (radiocarbono).

Na literatura especializada há acordo entre os limites de tempo e os processos eustáticos (Emery, 1968).

Em resumo, é conhecido que de 30 a 35.000 anos atrás o nível do mar era próximo ao atual. Regrediu até cerca de menos 130m a 16.000 passados. A transgressão holocênica começou a 14.000 anos e continuou rapidamente até 7000 anos, e a partir deste a elevação foi lenta e gradual (Milliman & Emery, 1968).

Na ausência das datações de radiocarbono, as unidades de tempo estabelecida para o Quaternário, em in-



teração com o contexto paleogeográfico anterior, são os dados estimativos de referência nível do mar/tempo.

O procedimento é semelhante ao estabelecido por Logan et alii (1969) na Plataforma do Yucatán, México.

As ocorrências da tabela abaixo (segundo Shepard 1960) in Logan et alii, 1969) proporciona visualização do processo em tempo finito.

Unidade de tempo	Limite de tempo (anos)
Recente	5000 \pm 1000 ao presente
Holoceno Superior	10000 \pm 1000 a 4000 \pm 1000
Holoceno Médio	13000 \pm 1000 a 10000 \pm 1000
Holoceno Inferior	16000 \pm 1000 a 13000 \pm 1000
Viscósiniense Superior	antes de 16.000 \pm 2.000

A relação dos paleoambientes e ambientes modernos com a superfície de transgressão é representada em esquema (Fig. 5). As posições aproximadas do nível do mar tem um limite relativo de tempo finito.

As plataformas estáveis, a posição das isóbatas representa um tempo definido. A transgressão e a escala de unidade/tempo absoluto têm uma aproximação conveniente. Porém, esta diminui em plataformas subsidentes com a incerteza que este componente introduz.

Como Rezende & Ferradaes (1971) consideram que nos últimos ciclos históricos da bacia da foz do Amazonas os efeitos subsidentes foram mínimos, o erro introduzido é pequeno.



O esquema figurado poderá sofrer correção, quando testado por radiocarbono, e inclusive confrontar os efeitos de submergência por controles tectônico e eustático.

XI - RECURSOS MINERAIS

O interesse pelo caráter geológico das margens continentais e fundo oceânico tem crescido rapidamente nos últimos anos, com as nações procurando identificar os aspectos favoráveis à ocorrência de minerais.

A filosofia destes recursos é sumarizada por McKelvey & Wong (1969) que destacam o petróleo como o principal bem do fundo do mar, em produção crescente. Os outros recursos existentes são colocados como reserva futura em função do avanço tecnológico exploratório.

Observam que várias exceções são presentes como: 1) grandes depósitos, 2) jazidas de alto teor e fácil acesso, 3) minerais de baixo suprimento (como ouro e platina), 4) importância para um país reduzir seu balanço de pagamentos, ou interesse estratégico, 5) demanda local. [Estes fatos estimulam investimentos em trabalhos de reconhecimento do fundo do mar, sendo possível que em algumas áreas da Margem Continental Brasileira haja aproveitamento em curto prazo.

A avaliação das diversas categorias de minerais que são esperados no piso submarino é realizada pela associação dos dados de geologia regional costeira e geologia submarina regional.

Zembruski et alii (1971) classificando os tipos de costa dando esboço da geologia costeira e, descrevendo a geologia submarina, iniciam a orientação necessária a estas pesquisas.



As informações sobre as ocorrências [Souza, 1937; Abreu, 1960; DNPM, 1967, 1969, Suszcznski (em elaboração)] são:

Território do Amapá: Na planície costeira, ouro aluvionar e para o interior pedras preciosas.

Estado do Pará e Maranhão: ouro de placeres ligado ao da drenagem dos rios Gurupi e Maracassumé, e bauxita fosforosa na ilha Trauíra (Ma).

Estado do Maranhão: costa construcional eólica e sedimentos aluvionais da baía de São Marcos, com minerais pesados - ilmenita.

Pela intemperização do superfície aflorante do diabásio do alto de Rosário com cobre, possível transporte em direção ao mar de elementos metálicos Cu, Zn, Ni (Suszczynski, com. verbal).

XI.1 - DEPÓSITOS DE PLACER

Emery & Noakes (1968) tratando de depósitos econômicos de placeres classificam os minerais pesados econômicos em três grupos: pesados "pesados" (ouro, cassiterita, platina) pesados "leves" (ilmenita, rutilo, zircão, monazita e gemas (diamante)).

As duas províncias fisiográficas da Plataforma contem feições de linha de-praia, canais afogados, "canyons" que são considerados os mais favoráveis a concentração deste mineral. Sob este aspecto, as projeções serão conduzidas segundo a sistemática daqueles autores.



Minerais Pesados "Pesados"

São preferencialmente encontrados em cursos de rios e próximo da fonte primária. A distância média de transporte de ouro grosseiro é de menos de 15 km.. Para alcançar a praia, fontes de origem devem ser drenadas por cursos de gradiente abrupto.

Na costa do Amapá e do Maranhão as áreas mais favoráveis para depósitos detríticos de ouro são: na contiguidade da presente linha de praia.

Na costa do Amapá a sedimentação lamosa restringe bastante a validade desta suposição.

E para a plataforma média - externa a superfície erosional (ravinas) com delgadas camadas sobrepostas são locais favoráveis para depósitos de placer embora estejam a uma considerável distância das fontes de suprimento e a planície costeira pleistocênica ter sido de pequeno gradiente.

No Pará - Maranhão, há gradiente abrupto dos cursos as áreas fontes são próximas à costa e a cobertura da facies areno-argilosa deve ser pouco espessa.

As feições topográficas - "tidal current ridges" resultantes da drenagem continental e correntes de maré podem trazer ao mar e redistribuir posteriormente o ouro dos places de praia aí marcados. É a mais provável.

Minerais Pesados "Leves"

Trabalhos de Pomerancblum & Costa (1970) e Pomerancblum (1971) delimitam duas associações principais de minerais pesados: uma associação dominada por estaurolita corres



pondo aos sedimentos maduros da facies arenosa e da cobertura biotritica situadas na primeira provincia fisiografica e, uma associacao de minerais de menor estabilidade como hornblenda, hiperstênio, biotita etc, que se situa na segunda provincia fisiografica onde as atividades sedimentares estão num processo em curso.

Este minerais mesmo sofrendo transporte a longa distancia formam depósitos aproveitáveis.

Sua localizacao favorável é em praias exigindo ambiente de alta energia e, uma certa extensao do tempo para a sua concentracao.

Nas areias da costa do Maranhão as concentracoes economicas de ilmenita são de um estágio final de remocao dos minerais indesejados. |Em Plataforma na facies arenosa já se efetuaram os processos de remocao química e mecânica; é favorável à concentracao de pesados "leves". Para a mesma é necessária uma cronologia mais precisa, desde que irregularidades topograficas de praias submersas não são evidentes. A delimitacao dos intervalos de tempo (stillstand) onde a energia da onda foi durável para concentracao, é importante.

Na provincia fisiografica de noroeste, com atuacao de processos sedimentares muito recentes (facies lamosa), embora haja feicoes topograficas favoráveis estas tem uma cobertura com alta percentagem de minerais pesados instáveis, que tornam a separacao industrial anti-econômica.

Gemas

Diamantes são encontrados distantes de sua fonte primária, e ocorrendo principalmente aluvioes são encontra



dos também em praias.

Nas regiões costeiras em apreço não é conhecida sua ocorrência.

XI.2 - MINERAIS AUTIGÊNICOS

Na província fisiográfica noroeste glauconita é formada a partir de biotita e há escassas ocorrências de piritita nos sedimentos lamosos. Pomerancblum (1971) discorreu sobre sua origem.

Na fácies transicional há grande número de organismos pelágicos caindo no fundo do mar pelo encontro das águas doce e salgada.

Poder-se-ia esperar do material fosfático nestas camadas a formação de nódulos de fosforita.

Porém, os nódulos de fosforita encontrados atualmente em plataforma provêm essencialmente de ambientes de não deposição, onde as precipitações têm lugar pela não interferência da sedimentação clástica (Mero, 1965).

XI.3 - CALCÁREO

É um outro recurso citado em plataforma, e que nesta área é abundante e quase puro.

São localizados em cota batimétrica, que torna seu aproveitamento anti-econômico, e não competitivo com as ocorrências de terra, como as das Formações Itaituba e Pirabas no Estado do Pará.

XIII - AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS e do DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO



MINERAL, na confecção desse trabalho.

Agradecemos pela cooperação e excelente tratamento, durante os dois meses de operação de mar ao Sr. Capitão de Mar e Guerra Fernando Mendonça da Costa Freitas, Comandante do NAVIO OCEANOGRÁFICO "ALMIRANTE SALDANHA".

Sumarizando as feições diagnósticas utilizadas nesta análise ambiental e suas possibilidades de aplicação econômica apresentamos em anexo a tabela I.

O controle da paleogeografia por datação de radiocarbono dará um elemento mais preciso para o limite batimétrico inferior da regressão.

Sabendo-se que o último abaixamento do nível do mar foi, certamente, precedido por outros, e que entre as feições subaéreas há canais detetados por ecosondagem clássica / (mais novos) e canais soterrados apenas determinados por perfis sísmicos contínuos (mais antigos), a reconstituição pré-viscosiniana é ainda um problema aberto, pois estas feições sugerem mais de um ciclo regressivo.

Na escolha de material para datação estão previstas novas opções na interpretação da história da plataforma, com ampliações de tempo para os fenômenos determinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABREU, S.F., 1960. Recursos Minerais do Brasil
Vol.1 - Materiais não Metálicos: Inst. Nac. Tecno-
logia. 471 p.
- (2) BANDEIRA Jr., A.N., 1970. Estudo Sedimentológico da Foz do
Rio Pará: Relatório para a Diretoria de Hidrogra-
fia e Navegação da Marinha do Brasil
- (3) COELHO, P.A., 1970. A Distribuição dos Crustáceos Decápo-
dos Reptantes do Norte do Brasil: Trabs.Oceanogr.
Univ. Fed. Pernam (1967/1969), v. 9 - 11, p. 223-
238
- (4) COUTINHO, P.N. & MORAIS, 1970. Distribucion de los Sedimen-
tos en la Plataforma Continental Norte Y Nordeste
del Brasil: Arq. Ciên. Mar, 10 (1): 79 - 90, figs.
- (5) DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL, 1967. Contribui-
ção do Departamento Nacional da Produção Mineral
no Desenvolvimento Geo-econômico do Nordeste Bra-
sileiro: Pub. Esp. nº 4. 125 p, anexos.
- (6) DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL, 1969. Contribui-
ção do Departamento Nacional da Produção Mineral
no Desenvolvimento Geo-econômico do Nordeste Bra-
sileiro: Publ. Esp. nº 7, 105 p, maps.
- (7) EMERY, K. O., 1968. Relict Sediments on Continental Shelves
of World: Am. Ass. Petr. Geologists, Bull. 52, nº
3, p. 445 - 464, 16 figs.
- (8) EMERY, K. O & NOAKES, L. C., 1968. Economic Placer Depo-
sits of the Continental Shelf: United Nations
ECAFE, CCOP tech. Bull.1, p. 95 - 110, figs.
- (9) FORMOSO, M. , 1971. Plataforma Continental Norte do Bra-
sil. Mineralogia de Argilas: Relatório da II
Reunião do Grupo Executivo do Programa Plurianual
de Geofísica e Geologia Marinha. Porto Alegre.

- (10) GIBBS, R. S., 1967. The Geochemistry of the Amazon River System: Geol. Soc. Am., Bull. v.7, p. 1203-1232.
- (11) GIBBS, R.S., 1970. Circulation in the Amazon River Estuary and Adjacent Atlantic Ocean: J. Mar. Research, v. 28, nº 2.
- (12) GORINI et ALII, 1971. Resultados Preliminares do Parcial Processamento de Ecogramas e testemunhos obtidos durante a Operação GEOMAR-II do Navio Oceanografico "Almirante Saldanha": Relatório da II Reuniao do Grupo Executivo do Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha. Porto Alegre.
- (13) KEMPF, M., 1970. Note on the Benthic Bionomy of the N-NE Brazilian Shelf: Marine Biology, v. 5, nº 3, p. 213-224
- (14) KEMPF, M. & MATHEWS, H. R., 1968. Marine Mollusks from North and Northeast Brazil. I - Preliminary List: Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, 8 (1), p. 87-94.
- (15) KEMPF, M. ET ALII, 1970a. Plataforma Continental do Norte e Nordeste do Brasil. Nota Preliminar sobre a Natureza do Fundo: Trabs. Oceanogr. Univ.Fed. Pernambuco (1967/1969), v. 9/11, p. 9 - 26, 4 figs.
- (16) LABOREL, J. 1969/1970 - Madrepórcios et Hydro-Coralliaires Récifaux des Cotes Bresiliennes: R. Sc. C. Calypso. fax IX: Ann. L'Institut Oceanographique: (NS) f. XLVIII. p. 171-229.
- (17) LIMA, M.C. & CAMPANHA, W.A, 1971. Resultado Preliminar do Exame da Fração Orgânica Associada aos Sedimentos da Plataforma Amazônica: Relatório da II Reuniao do Grupo Executivo do Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha. Porto Alegre.

- (18) LOGAN et ALII, 1969. Carbonates Sediments and Reefs, Yucatan Shelf, México: Am. Ass. Petr. Geologists, Mem. 11, 198 p.
- (19) MABESOONE, J. M., 1971. Facies Sedimentares da Plataforma Continental Brasileira: Estudos Sedimentológicos, 1 (1), p.55-71
- (20) MARTINS, L. R., 1971. Resultados do Processamento das Amostras da GEOMAR-II Efetuado nos Laboratórios do Centro de Estudos Costeiros e Oceanográficos do Instituto de Geociências da U.F.R.G.S. Relatório da II Reunião do Grupo Executivo do Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha. Porto Alegre.
- (21) MARTINS, L. R. et ALII, 1971. Observações Geológicas na Margem Continental Norte do Brasil: XXV Congresso Brasileiro de Geologia. Soc. Bras. Geol., Núcleo de São Paulo. Bol. Esp. nº 1, p. 29-30.
- (22) MCKELVEY, V. E & WANG, F.H., 1969/1970. World Subsea Mineral Resources: U.S. Geol. Survey, Misc. Geol. Investigation Map 1-632, (discussion 17 p.).
- (23) MERO, J.L., 1965. The Mineral Resources of the Sea: New York, Elsevier Pub. Co., 312p.
- (24) MILLIMAN, J.D. & EMERY, K.O., 1968. Sea Levels during the Past 35000 years: Science, 162, p. 1121-1123
- (25) OTTMANN, F., 1960. Sobre a Distribuição dos Sedimentos na Embocadura do Rio Amazonas: Soc. Bras. Geologia, Bol. 9, nº 1. p. 57-61
- (26) POMERANCBLUM, M.; 1971. Estudo dos Minerais Pesados da Plataforma Continental Norte do Brasil Referentes a Operação GEOMAR-II: Relatório da II Reunião do Grupo Executivo do Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha. Porto Alegre

- (27) POMERANCBUM, M. & COSTA, M.P.A., 1970. Estudo Sedimentológico da Plataforma Continental Norte do Brasil. Relatório para a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.
- (28) REZENDE, W. M. & PAMPLONA, H.R.P., 1970. Estudo do Desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos: Bol. Tec. PETROBRÁS, v. 13 n 1/2 p. 5-14, maps.
- (29) REZENDE, W.M. & FERRADAES, 1971. Integração Geológica Regional da Foz do Amazonas. XXV Congresso Brasileiro de Geologia: Soc. Bras. Geol., Núcleo de São Paulo. Bol. Esp. nº 1, p. 220-221.
- (30) RUSSEL, R.J., 1967. Origin of Estuaries. in: LAUFF, G.H. Estuaries. Am. Ass. Adv. Science, Publ. 83, 757p.
- (31) SANTOS, M.E.C.M., 1971. Fração Carbonática Associada aos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental Norte Brasileira: Estudos Sedimentológicos, 1. (2), no prelo.
- (32) SANTOS, M.E.C.M. & CARVALHO, J.C. 1971. Comissão GEOMAR — II. Relatório sobre Foraminíferos: Relatório do II Reunião do Grupo Executivo do Programa Plurianual de Geofísica e Geologia Marinha. Porto Alegre.
- (33) SCHALLER, H. & VASCONCELLOS, 1971. Estratigrafia Preliminar da Bacia Sedimentar da Foz do Rio Amazonas. XXV Congresso Brasileiro de Geologia: Soc. Bras. Geol., Núcleo de São Paulo. Bol. Esp. nº 1
- (34) SELLEY, R. C., 1970. Ancient Sedimentary Environments: Chapman & Hall Ltd, London. 237 p.
- (35) SHEPARD, F.P., 1963. Submarine Geology: Harper & Row, New York. 557 p, map.
- (36) SOUZA, H.C.A., 1937. Importância e Futuro da Região Mineira Gurupy-Maracassumé: Min. Metalurgia, v.1, nº 6, p. 269-275

- (37) SUSZCZVNSKI, E. F. Mapa Metalogenético do Brasil (Escala 1:5000 000): Departamento Nacional da Produção Mineral, (em elaboração).
- (38) TINOCO, I.M., 1959. Classificação Sistemática dos Foraminíferos dos Testemunhos de Sondagens Submarinas Efetuadas pelo Navio Escola "Almirante Saldanha" na Embocadura do Rio Amazonas: Trabs. Bio. Marit. Oceanogr. Univ. Recife, v. 1, nº 1, p. 107-112.
- (39) TINOCO, I.M., 1970. Distribuição dos Foraminíferos da Plataforma Continental do Norte-Nordeste do Brasil: I Simpósio Brasileiro de Paleontologia. Ac. Bras. Ciências
- (40) VAN ANDEL, T., 1967. The Orinoco Delta: J. Sed. Petr., v. 31, nº 2, p. 297-310
- (41) WALTON, W.R. Recent Foraminiferal Ecology and Paleoecology In IMBRIE, J. & NEWELL, J., 1964. Approaches to Paleocology, p. 151-237. John Wiley & Sons Inc.
- (42) WARMKE, G.L. & ABBOTT, R. T., 1961. Caribbean Seashells. Livingston Publ. Company.
- (43) ZEMBRUSCKI et ALII, 1971. Fisiografia e Distribuição dos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental Norte Brasileira: Bol. Tec. PETROBRÁS, v. 14, n.3/4, p. 127-155

TABELA 1

PROCESSOS	MECANICO	MECANICO ↓ BIOLOGICO	BIOLOGICO	DINAMICO + FISICO-QUI- MICO	MECANICO ↓ DINAMICO + FISICO-QUIMICO	MECANICO ↓ DINAMICO	DINAMICO	DINAMICO	
AMBIENTE ↓ ANTIGO ↓ FASES ↓ ATUAL	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER		
	NDP	NDP	DP-LENTO C.	NDP	NDP	DP M.	DP V		
		DP-LENTO C.			DP-LENTO C.	NDP			
		DP-LENTO ARG.		DP ARG.	DP-LENTO ARG.	DP V.		DP	
FACIES ↓ LITOLOGIA ↓ MINERAIS PESADOS ↓ FISIOGRAFIA ↓ ARENOSA ↓ ARENOSA BIODETRITICA ↓ BIODETRITICA ↓ LAMOSA ↓ TRANSI- CIONAL ↓ TERRAÇO ↓ TALUDE ↓ ARENO- ARGILOSA	AQZ	AQZ - C	C	ARG	AQZ - C - ARG	ARG - M	ARG	AQZ - ARG	
	EST	INST	INST	INST	INST	INST	INST	INST	
	SAND WAVES SAND RIDGES	RAVINA LINHA PRAIA	BANCOS BAIXOS	CANAIS DE MARÉ	TALUDE DE PRODELTA	WAVE CUT TER. LINHA PRAIA	GRADIENTE ACENTUADO		
RECURSOS POTENCIAIS	P "PES" P "LEV"	P "PES" GEM	C			P "PES" GEM		P "PES"	

A B R E V I A Ç Õ E S D A * T A B E L A 1

ER - Erosional
NDP - Não deposicional
DP - Depositional
ARG - Argila
AQZ - Areia quartzosa
C - Carbonato
M - Misto
V - Vaza
* - Tipo de sedimento depositado na fase
EST - Estáveis
INST - Instáveis
P"PES" - Minerais pesados "pesados"
P"LEV" - Minerais pesados leves
GEM - Gemas



Fig.1 MAPA I — LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES

(redução do Mapa em Projeção Mercator na escala de 1:1000 000)

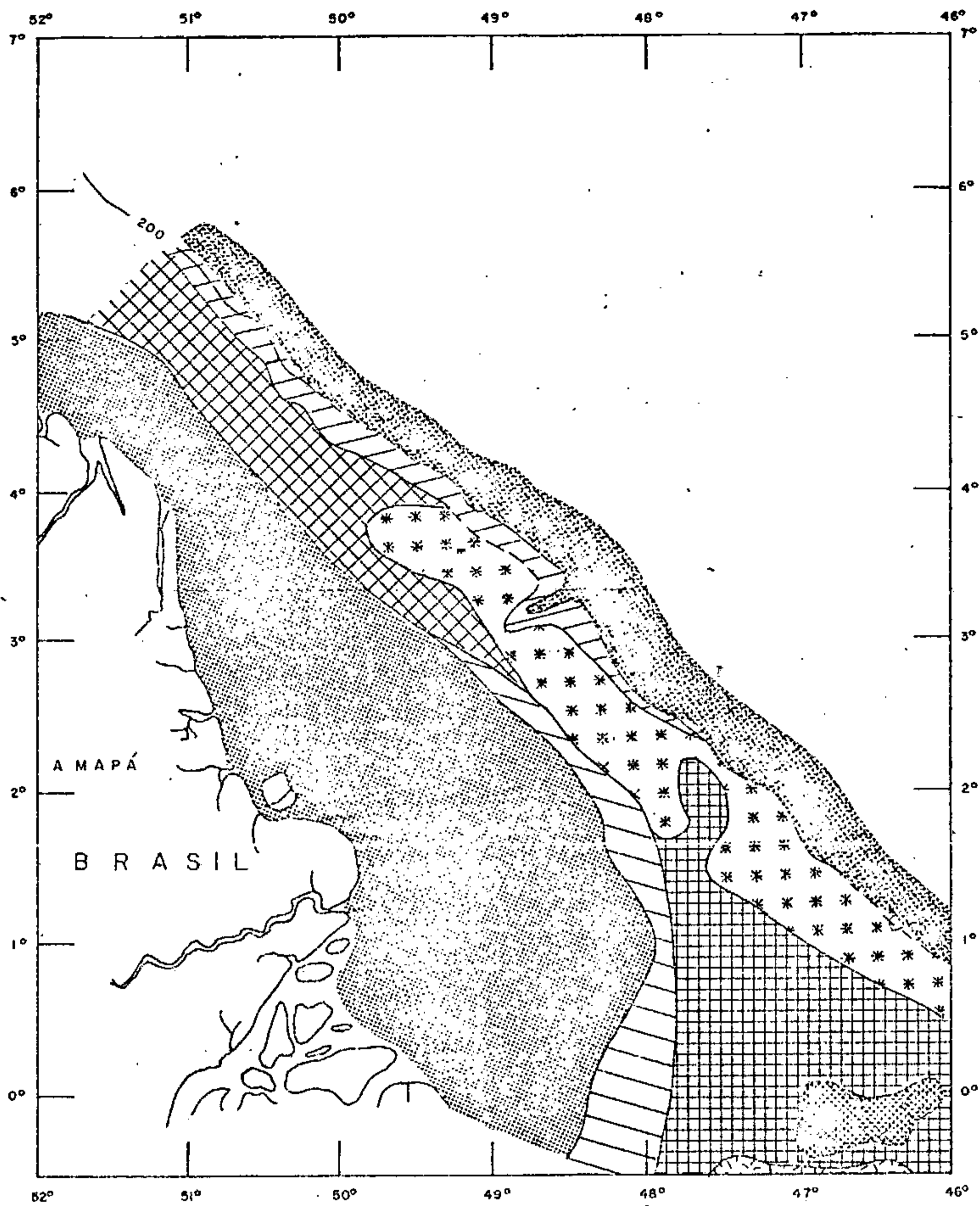


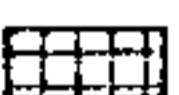

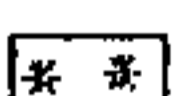






Fig.2 MAPA II — FACIES SEDIMENTARES

-  LAMOSA
-  TRANSICIONAL
-  ARENOSA
-  BIOETRITICA DE PLATAFORMA INTERNA
-  BIODETRITICA DE PLATAFORMA EXTERNA
-  ARENOSA — BIODETRITICA
-  DE TERRAÇO
-  DE TALUDE
-  ARENO — ARGILOSA

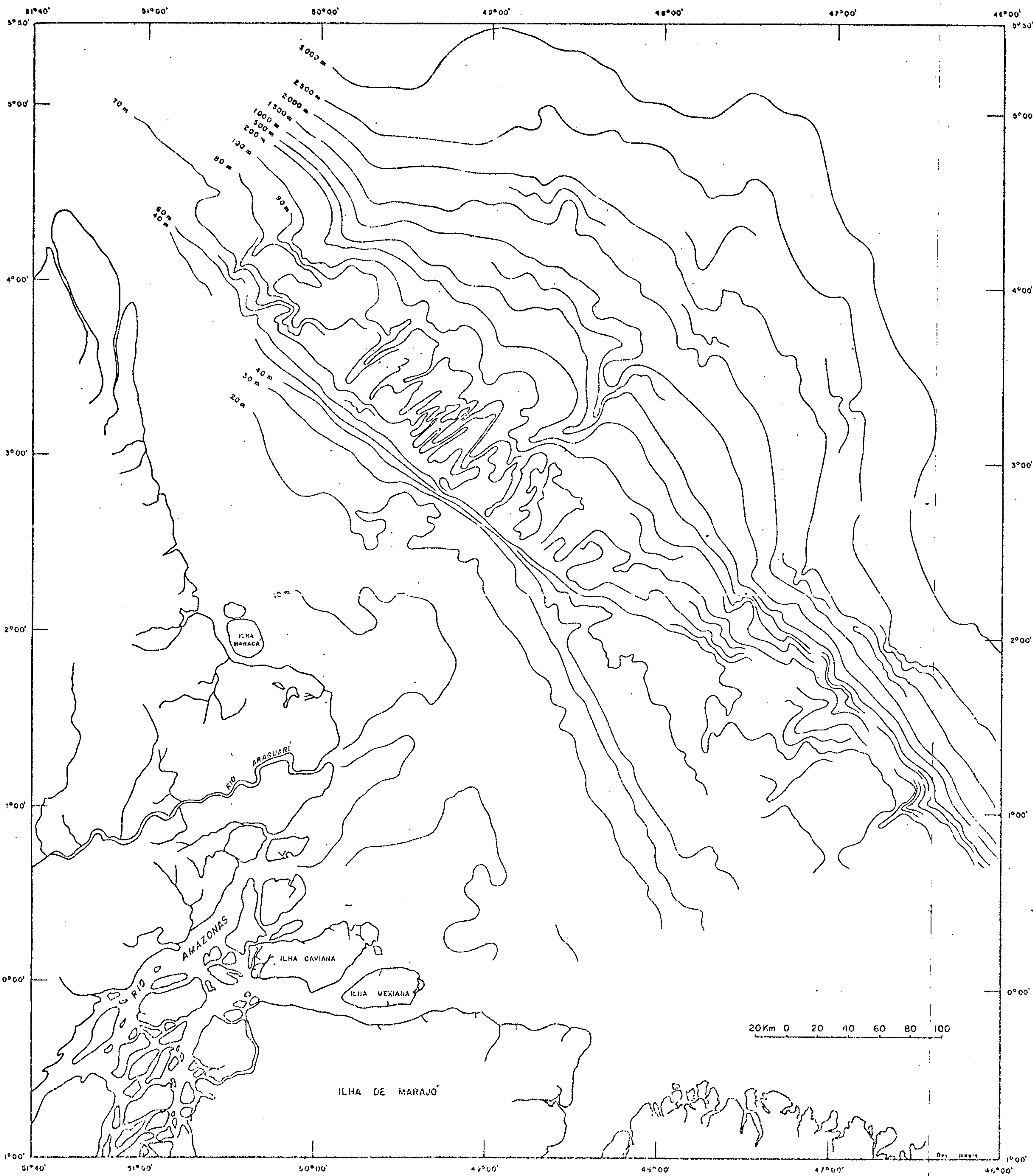


FIG. 3 - CARTA BATIMÉTRICA DA PLATAFORMA DA FÓZ DO AMAZONAS
 COMPILADO DE MAPA DA PETROBRÁS NA ESCALA 1:1.000.000

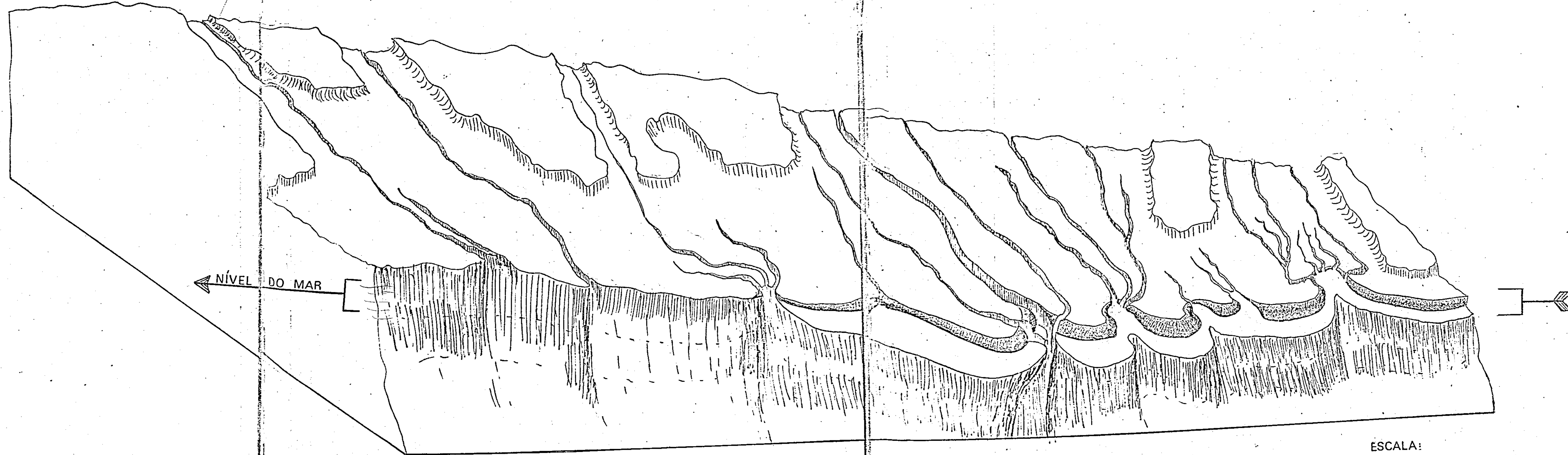
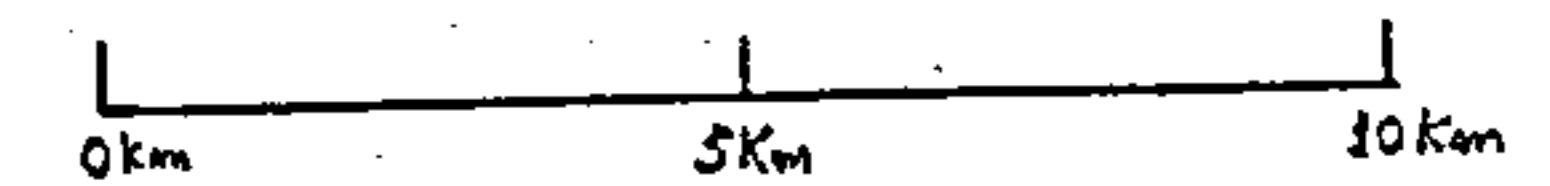


Fig. 4 - PALEOGEOGRAFIA NO LIMITE PLEISTO-Holocênico

0,5

ESCALA:



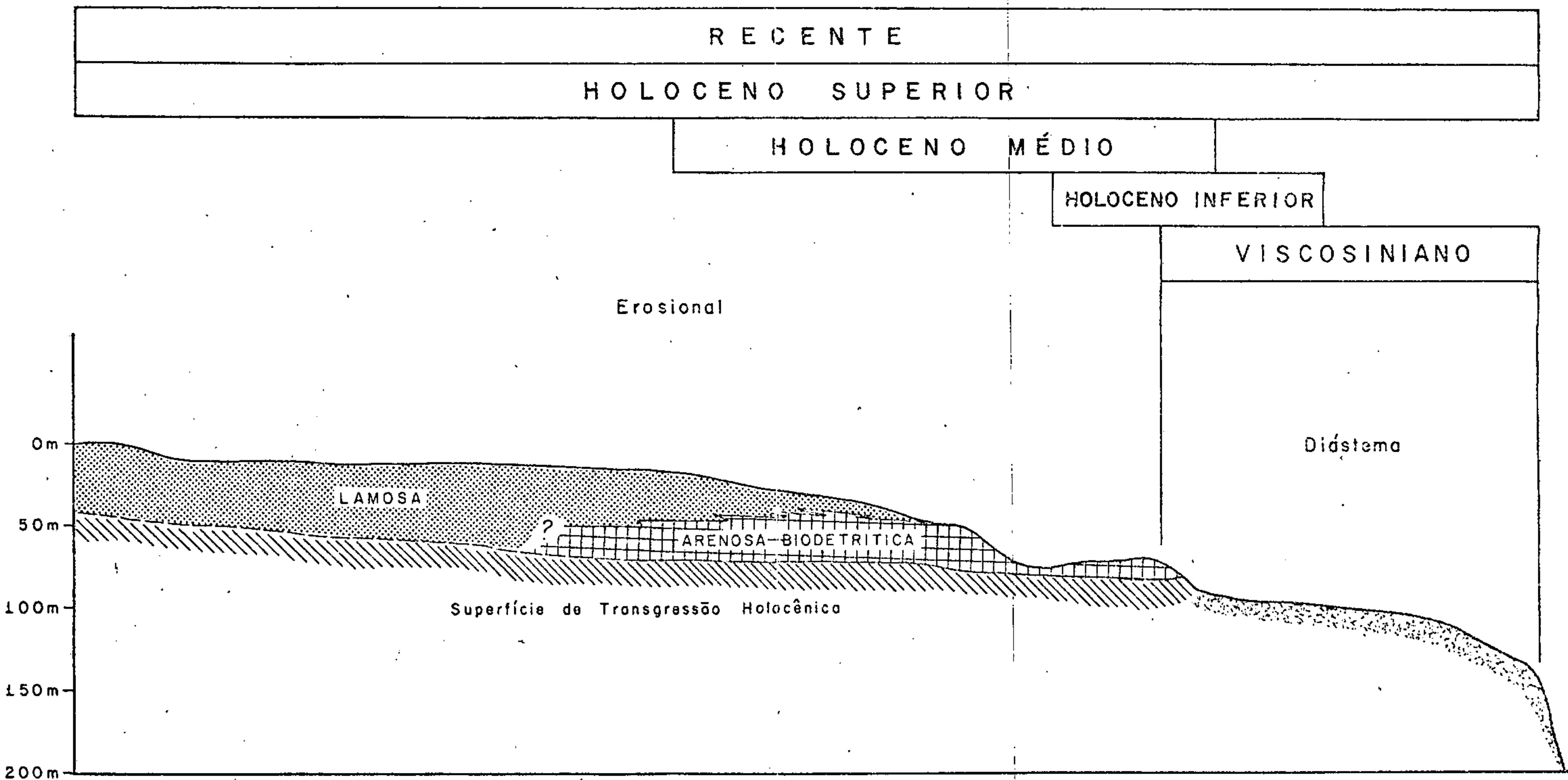


Fig. 5 - Relações de Transgressão / Unidade de Tempo