SEDIMENTOS DA BAIÁ DE TAMANDARÉ PERNAMBUCO (1)

ALDO C. REBOUÇAS (2)

ABSTRACT

The Bay of Tamandaré is a relatively well-rounded harbour, with an average depth of 7 meters. The fact that it possesses a line of organic reefs, which separates it from the open sea, makes it an excellent anchoring place.

The sediments occur according to a quite simple scheme: (1) terrigenous deposits, practically restricted to the coast where they are reworked by tidal movements, coastal currents and wave action; (2) bioclastic constituents which form almost entirely the bottom deposits. The presence of a central nucleus of quiet water, determined by circulatory movements, of clastic origin, at that place. Near the reefs occur coarser deposits. These are constituted dominantly of algal fragments, chiefly of the *Halimeda* type, and furthermore of coral fragments, bryozoans and several other macro and microorganisms.

INTRODUÇÃO

Em fins de 1961, uma equipe da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, realizou o levantamento batimétrico detalhado da área.

Dos entendimentos então havidos entre o Chefe de Serviço de Sinalização Náutica do Nordeste, Diretor da Escola

1) Versão resumida do relatório de graduação da Escola de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco.

2) Atualmente: Divisão de Hidrogeologia da SUDENE, Recife.

de Pesca de Tamandaré e o Diretor do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia da Universidade do Recife, surgiu a possibilidade de realização deste trabalho, cujo objetivo era estudar, pela primeira vez, os sedimentos de fundo da Baía de Tamandaré.

Os estudos foram realizados sobre amostras superficiais de fundo e sobre amostras da praia e do continente.

O presente trabalho tornou-se possível, graças a colaboração prestada por numerosas pessoas e instituições, pela qual o autor cumpre o dever de deixar os seus mais sinceros agradecimentos. O trabalho foi apresentado como relatório de graduação na Escola de Geologia da Universidade do Recife. A presente versão é um resumo adaptado deste relatório.

SITUAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área estudada fica situada 150 km ao sul da cidade do Recife, cobrindo uma superfície de aproximadamente 24 km², entre os paralelos de 8°44'30" e 8°47,30" S e os meridianos de 30°05' e 35°07' W. A Baía de Tamandaré propriamente dita, é uma enseada relativamente bem arredondada e com cerca de 3 km² de superfície, destacando-se pela circunstância particular de possuir uma linha de recifes orgânicos (takis), separando-o do mar aberto e constituindo um "quebra-mar" natural. A principal comunicação com o oceano é feita por uma passagem entre os recifes de cerca de 1 km de largura, sendo que ao norte e ao sul, é feita por dois estreitos e rasos canais vizinhos à costa.

O fundo submarino possui uma forma de bacia rasa, com profundidade média de 7 m, que desce suavemente até atingir a isóbata de —10 m, já na saída da barra. O litoral é arenoso, constituído de dunas vivas e a praia é, em geral, estreita e de declive acentuado, principalmente no trecho que compreende a baía propriamente dita. Entretanto, no trecho que se estende para além do Pontal do Lira (norte), que é ocupado quase que exclusivamente por corais, a praia é mais larga e mergulha suavemente até a primeira linha de recifes, onde a profundidade atinge em média 3 metros.

Do ponto de vista náutico, a Baía de Tamandaré é bem conhecida, tendo sido utilizada com fundeadouro desde os tempos coloniais.

O clima da região é do tipo litorâneo: quente e úmido (As'

no sistema de Köppen), com temperaturas variando entre 25° e 30°C, mas amenizadas pelos alísios. Os ventos dominantes sopram de SE e também de NE, e a precipitação média anual é bastante elevada, superior a 2.000 mm (Andrade 1964).

Geomorfológicamente, a região é caracterizada pela existência de colinas de topos abobados e de 50-60 m de altitude. Além da estreita faixa costeira com apenas 2 km de largura, existem falésias mortas, constituídas de depósitos terciários, e uma planície costeira.

Geológicamente, pode-se reconhecer as seguintes unidades: (1) O embasamento, constituído de biotita-granitos de textura variável, de gnaisses e de xistos, com estruturas numa direção geral E-W. (2) Um calcário dolomítico de cor cinza, fossilífero (principalmente gastrópodes, *Graginia* sp.), datado do Albiano (Cretáceo); estas rochas afloram nos mangues do rio Ariquindá, 4 km N da Escola de Pesca de Tamandaré. Na fazenda Estiva ocorre também calcário, denominado de Calcário Estiva, com fauna bem diferente e descrita; segundo Beurlen (1964) parece pertencer à Formação Riachuelo de Sergipe. (3) Sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras, de cores variadas, de idade cenozóica.

MÉTODOS DE ESTUDO

Os sedimentos de fundo foram recolhidos com uma draga em cone e com o busca-fundo "Clamshell-Snapper", em perfis mais ou menos perpendiculares à costa, com pontos de coleta em intervalos de aproximadamente 100 m. Das 200 amostras analisadas, 25 foram gentilmente coletadas pela equipe de hidrógrafos da Marinha durante os trabalhos de sondagem para a preparação da carta batimétrica. As posições de amostragem foram devidamente determinadas pelo método de "sondagens por segmentos capazes" (ver mapa no trabalho de Rebouças, 1962). Uma jangada cedida pela Escola de Pesca de Tamandaré, foi o único veículo náutico utilizado nestes trabalhos de mar. Na praia e no continente, as amostras de referência em número de 50, das superfícies, foram coletadas segundo os métodos adequados.

No laboratório do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco, as amostras foram analisadas, segundo os métodos clássicos da sedimentologia (Krumbein & Péttijohn 1938, Duplaix 1948), tendo-se pesquisado os seguintes dados: teor de água, análise mecânica do sedimento

gróssô, observações microscópicas, minerais pesados, dosagem de calcário e matéria orgânica.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Na área estudada existem sedimentos de três tipos característicos: areia terrígena, correspondendo à contribuição continental e retrabalhamento pelas ondas; areia biodetrítica, representando a contribuição marinha; vasa, formada por uma mistura de produtos terrígenos e marinhos. As análises sedimentológicas realizadas, demonstraram que esta trilogia sedimentar se apresenta individualizada ou ministrada em proporções diversas, dando origem a diferentes tipos de fácies.

Tipos de fácies

Levando-se em consideração a relação: fração grossa — fração fina, valor da mediana, índice de seleção e teor de calcário destacam-se os tipos de fácies, representadas no mapa.

Areia terrígena (At). — De côr branca, amarelada ou acinzentada e caracterizada pelos valores médios aritméticos seguintes: 99% de fração grossa, dos quais 4% de calcário, muitas vêzes ausente ou atingindo no máximo 8%. A fração grossa atinge freqüentemente os 100% de muitas amostras.

É encontrada formando depósitos costeiros, alguns trechos das praias e, às vêzes, do fundo. Temos aqui: areia no seu “sensu stricto”, isto é, com partículas entre 2 mm e 44 microns.

As praias não correspondem mais a uma erosão litoral, mas, ao contrário, a uma sedimentação ativa. A constante adição de material é representada pelas cristas de areia que se alinham paralelamente ao litoral e se sucedem para o interior constituindo a planície costeira levíssimamente ondulada. Este fato é bem evidente e comprovado, não só pelas características texturais que autorizam a supor regular a constância dos processos litorais que até hoje comandam a evolução desta planície de areias brancas, como também, pela existência de fileiras de coqueiros novos, plantados na linha da costa atual. Embora evidente, o grau de crescimento, isto é, o avanço para o mar, não pôde ser determinado. A forma de crescimento deu margem ao aparecimento dos mangues ou simplesmente brejos, que a semeiam.

A análise das curvas cumulativas granulométricas destas fácies permite agrupá-las segundo a "dispersão" que mostram. Numéricamente, esta se traduz pelos valores do coeficiente de seleção ($Qd\phi$). Porém, na prática, a dispersão é traduzida pelo grau de inclinação da curva, isto é, quanto mais oblíqua, maior a dispersão. Assim chegou-se aos grupos, segundo os tipos seguintes:

(1) Tipo de grande dispersão. São amostras que correspondem aos depósitos da foz do rio Mamucaba, apresentando curvas regulares, típicas de sedimentos transportados, bem inclinados, quase coincidindo com a diagonal e caracterizadas pelos valores médio de $Md\phi$ de 1.00 e $Qd\phi$ de 0.80, e por uma grande dispersão (curva 45 da fig. 1).

(2) Tipo de média dispersão. São representadas por curvas regulares, pouco inclinadas, em geral, e caracterizadas pelos valores médios de $Md\phi$ de 2.20 e $Qd\phi$ de 0.5, possuindo um menor grau de dispersão. Estas curvas representam os depósitos das zonas sempre imergidas e trechos da praia baixa. Os fragmentos orgânicos, algumas vezes maiores que os grãos de quartzo aí presentes, afetam a repartição granulométrica, principalmente nos 20% iniciais da curva (amostra 74).

(3) Tipo de pequena dispersão. São curvas regulares com apresentação reta e quase verticais, caracterizando, na prática, uma pequena dispersão. São representativas dos sedimentos que formam a planície costeira e alta praia. Constituída de grãos de quartzo essencialmente, sendo a parte orgânica muito reduzida. São caracterizados pelos valores médios de $Md\phi$ de 1.07 e $Qd\phi$ de 0.35 (curva 111).

Os grãos minerais são geralmente de quartzo hialino, bem transparentes, quartzo leitoso, róseo, amarelo e alguns esfumaçados; quartzo com inclusões; palhetas de mica (muscovita e biotita, geralmente alternadas); minerais pesados dos tipos comuns, sempre presentes abundantes nas amostras de areia fina. A maioria dos grãos é subanguloso, arredondado e brilhante, sendo que os grãos em torno de 300 microns se apresentam melhor representativos, enquanto que os grãos maiores (600-800 microns), se apresentam picotados, chegando por vezes a fôscos.

Dos organismos podem ser mencionados os fragmentos de algas, corais, conchas, briozoários, foraminíferos, etc., todos muito raros quando não são completamente ausentes.

Areia terrígena rica em biodetrítica (Atrb). — Têm geralmente cor acinzentada e são caracterizadas pelos valores médios de 99% de fração grossa, 8% de teor d'água e 32% de calcário. Ocupam uma estreita faixa mais ou menos paralela à costa, alcançando o fundo na área da baía e cifando restrita ao estrão no trecho que se estende para além do Pontal do Lira. São formadas de uma mistura de produtos terrígenos e biógenos.

As curvas granulométricas mostram-se muito variáveis, desde a regular quase reta e vertical, interpretando a homogeneidade das amostras, até irregulares mostrando diversos estoques de sedimentos. A amostra média possui uma mediana ($Md\phi$) de 2.32, uma seleção ($Qd\phi$) de 0.87 (amostra 119, fig. 1). A variedade de formas de curvas interpreta, em parte, as características genéticas. Parece, contudo, mais precisamente estarem relacionadas com a complexidade dos processos de retrabalhamento e seleção, nos diferentes trechos.

Os grãos minerais são de composição idêntica aos componentes da fácies anteriormente definida. Quanto à morfologia, os grãos são geralmente angulosos, sendo os maiores mais comumente subangulosos e arredondados brilhantes (300 microns) ou ligeiramente picotados ou fôscos (500 microns).

Dos organismos destacam-se os fragmentos de alga do tipo *Halimeda* especialmente, corais, espículas (mono e triaxônicas), espinhos de ouriços, fragmentos de conchas, crustáceos, escamas e espinhas de peixes, foraminíferos e raros ostrácodes, restos vegetais.

Areia biodetrítica rica em terrígena (Abtr). — Possui cor cinza e é caracterizada pelos valores médios seguintes: 97% de fração grossa, 20% de teor d'água e 62% de calcário. É restrita ao fundo, formando duas faixas distintas: uma pertencente a baía propriamente dita e outra que se estende pela porção ao norte do Pontal do Lira. É constituída de fragmentos orgânicos até 70% e produtos terrígenos. Juntamente com a anterior, constitui os depósitos de transição entre a fácies terrígena continental e a biodetrítica marinha.

A areia possui curvas regulares, relativamente paralelas a partir dos 20% iniciais e caracterizadas pelos valores médios de 3.45 ϕ para a mediana e 0.65 para a seleção (amostra 90). As curvas pertencentes à faixa da baía, representam sedimentos mais finos que as pertencentes à faixa que fica no

domínio do trecho ao norte do Pontal do Lira. Algumas amostras deste trecho revelam mistura de vários estoques de sedimentos.

Os grãos minerais têm, em geral, composição idêntica das fácies já descritas. Os elementos são predominantemente angulosos e bem limpos e os maiores (270 microns) se apresentam subangulosos e arredondados brilhantes; raramente ocorrem alguns (500 microns) que são picotados.

A fração orgânica é constituída por fragmentos de corais, algas, briozoários, gastrópodes, moluscos, espículas de esponjas, escamos de peixe, coprólitos, etc. É bem característica a presença de foraminíferos e ostrácodes inteiros e transparentes.

Areia biodetrítica muito fina (Abmf). — Restrita a parte central da baía, de côr cinza escura esverdeada e caracterizada pelos valores médios de 92% de fração grossa, 45% de água, 81% de calcário no sedimento bruto. A fração grossa se apresenta com valor máximo de 99% e mínimo de 88%. É uma areia muito fina, de composição complexa. Seu esqueleto é formado por uma porção mineral, quartzo de modo especial, e outra orgânica calcária constituída de fragmentos de algas, corais e diversos micro-organismos. A porção mineral insolúvel é sensivelmente constante, oscilando em torno de 19%. A sua côr e características texturais e físicas são típicas de depósitos formados, partícula por partícula, em ambiente relativamente calmo, confirmando assim, em parte, as observações sobre a circulação das águas. É interessante mencionar a presença de ervas (*Dyplantera*), dois ou três exemplares em cada amostra.

As curvas cumulativas são regulares, muito retas e quase verticais, apresentando, em geral, uma grande dispersão nos 10% iniciais; elas são caracterizadas pelos valores de mediana de 4.04 ϕ e seleção de 0.29 (amostra 17, fig .1).

Os grãos de quartzo são hialinos, leitosos, citrinos, róseos, esfumados e alguns com inclusões. Palhetas de mica são abundantes e mais ou menos alterados para clorita; minerais pesados são comuns. Quanto à morfologia, os grãos são angulosos e vítreos, sendo muito rara a presença de grãos subangulosos, brilhantes e mesmo picotados.

A parte orgânica caracterizada por uma grande abundância de foraminíferos e ostrácodes, sempre com formas

bém transparentes e muito frágeis. Existem também fragmentos de algas, corais, briozoários, coprólitos, espículas, todos muito finos.

Areia biodetrítica média a grossa (Abm e Abg). — De cor branca, às vezes amarelada, caracterizada pelos valores médios de 98% de fração grossa, 10% de teor d'água e 99% de calcário. É formada de fragmentos de organismos marinhos já mencionados. As algas *Halimeda* constituem quase inteiramente este depósito. Ele tem ainda uma pequena proporção (1 a 5%) de elementos não-calcários: espículas, testas de organismos silicosos e fragmentos terrígenos. Encontram-se estes depósitos nas proximidades dos recifes de corais. Formam geralmente um fundo bem ondulado. Nas cavas das ondas, encontra-se freqüentemente um sedimento muito fino e rígido, com até 100% de calcário, marinho portanto.

A fração maior que 2 mm e a fração grossa, isto é, a fração areia entre 2 mm e 44 microns, são constituídas por fragmentos de organismos diversos, sendo de salientar a grande riqueza em ostrácodes. A fração maior que 2 mm é em muitas amostras superior a 70% do sedimento não permitindo que se fizesse análise mecânica da porção areia.

Os grãos minerais são de quartzo hialino, leitoso, amarelo e esfumado, alguns com inclusões e impregnações de óxido de ferro, e raras palhetas de mica e pouco minerais pesados. Os grãos são comumente angulosos e com tamanho médio de 50 microns.

Os organismos são representados por fragmentos grosseiros de algas, de modo especial do tipo *Halimeda*, de corais, briozoários, coprólitos, espículas e placas de equinóides, ostrácodes sendo mais abundantes que os foraminíferos.

Areia biodetrítica argilosa (Aba). — Localizada em alguns pontos apenas, de cor cinza e caracterizada pelos valores médios de 78% fração grossa, 47% teor de água e 48% de calcário no sedimento bruto.

Na parte granulométrica, as curvas são regulares, mostrando uma certa abundância da parte grossa, com valores médios seguintes: $Md\phi$ 4.27 e $Qd\phi$ 0,15 (amostra 80, fig. 1).

Os grãos minerais são de quartzo hialino e variedades já descritas, micas e minerais pesados comuns. Os organismos são fragmentos de algas e outros já descritos. A fração fina (inferior a 44 microns), é formada por uma mistura de produtos terrígenos e marinhos, com em média 63% de calcário.

Vasa arenosa biotetrítica (Vab). — Tem cor cinza escura e esverdeada, com os seguintes valores médios característicos: 70% de fração grossa, 79% teor d'água e 78% de calcário. São restritas a alguns pontos apenas, preenchendo pequenas depressões mais acentuadas da superfície quase plana do fundo, ou são condicionadas à presença de um pequeno coral vivo. As curvas granulométricas são mais ou menos iguais às da areia biotetrítica vasosa (amostra 80). Os grãos minerais são de quartzo, com todas as variedades já descritas, e mais micas e minerais pesados. Os organismos são pequenos fragmentos de algas, corais e organismos outros já mencionados. A fração fina é constituída por silte e argila ricas em calcário, atingindo em média 71%, sendo o máximo de 90% e o mínimo de 67%.

Observações gerais sobre as fácies

O mapa mostra que a distribuição das fácies é bastante simples e normal. É interessante notar que nos diferentes setores, os valores da mediana sofrem um notável aumento do mar para o continente, isto é, dos sedimentos de baixa praia e alguns trechos do fundo — tipo de média dispersão —, para os depósitos de alta praia e planície costeira — tipo de pequena dispersão. O tipo de média dispersão caracteriza a zona intermediária, onde há ainda uma certa desordem na sedimentação, devido aos movimentos de vai e vem das marés e fenômenos aliatórios das ondas. O tipo de pequena dispersão caracteriza o estágio final do trabalho seletivo das ondas e do vento, a partir do material clástico trazido do continente pelos rios.

A simples observação dos gráficos que mostram as principais características dos sedimentos ao longo dos perfis (figs. 2 e 3) tornam evidente a individualidade das três unidades inicialmente referidas e as condições distintas sob as quais estes depósitos são formados.

Os depósitos do fundo são formados pelo acamamento dos produtos biogênicos, segundo o esquema clássico da sedimentologia, isto é, com as partículas diminuindo de tamanho a medida que se afastam da fonte. Os depósitos clásticos situados nos domínios das águas costeiras extremamente agitadas, são revolvidos e redepositados, construindo assim as praias.

A figura 3 mostra as principais características das amostras ao longo do perfil III, de sul para norte, isto é, da foz do

rio Mamucaba para o Pontal do Lira, através da baía. Evidencia-se uma sensível diminuição para o valor da mediana neste sentido, atestando dêste modo a contribuição daquele rio. As areias trazidas pelo rio são tangidas para norte pelas correntes dominantes e prolongadamente retrabalhadas pelas ondas. Os batentes formados pelas medidas estatísticas, ao se passar dos depósitos costeiros para os depósitos de fundo propriamente ditos, são determinados, de um lado, pelo vai e vem das ondas e marés que dão como consequência esta instabilidade granulométrica e, de outro lado, pela presença de fragmentos orgânicos aí já bastante abundantes.

A calcimetria que permite apreciar quantitativamente a contribuição marinha à formação dos depósitos que constituem os sedimentos da Baía de Tamandaré, leva à conclusão que, atualmente, esta é responsável de modo quase exclusivo pelo entulhamento da baía.

Os minerais pesados presentes são representados por: silimanita, hornblenda verde, zircão, rutilo, ilmenita, hipersênio, magnetita, turmalina, granada, monazita e outros. As respectivas frequências são relacionadas com a granulometria dos depósitos, embora se note também uma certa dependência ambiental. Os minerais pesados são mais abundantes nos depósitos de areia fina e média. Em certas amostras da planície costeira verifica-se uma acentuada pobreza.

O conteúdo em matéria orgânica foi determinado pela dosagem do carbono orgânico, considerando-se, como é geralmente admitido, que nos sedimentos êste é sensivelmente proporcional ao teor em matéria orgânica. Os resultados mostram que os teores são relativamente baixos, encontrando-se os extremos entre 1,72 e 0,07%, com um teor médio de apenas 0,89%. Êstes valores são perfeitamente concordantes com os encontrados nos sedimentos nas três bacias da Baixa Califórnia (Emery & outros 1957), onde a pobreza encontrada foi interpretada como decorrente da granulometria. Também aquí, pelo que se nos foi dado constatar, o baixo teor é decorrente das características granulométricas dos sedimentos. Os depósitos mais finos que ocupam a larga área central da baía, se apresentam mais ricos, com teores mais ou menos constantes ($\pm 1,14\%$), enquanto que os mais grosseiros, tanto terrígenos como bioclásticos, são extremamente pobres.

Considerações sôbre a fauna

Os moluscos são comuns, especialmente as formas jo-

vens. Os fragmentos de algas calcárias, corais, briozoários e outros são extremamente abundantes. O apanhado geral da microfauna, permite constatar uma interrelação sobremaneira sensível entre esta e o tipo de fundo. Há, de uma maneira geral, uma extraordinária variedade quantitativa e qualitativa de espécies. Pelo estudo dos foraminíferos, baseado no trabalho de Tinoco (1958), limitado embora a determinação dos gêneros mais comuns, foi possível distinguir três associações faunísticas bem distintas.

(1) Uma restrita à porção sul e se estendendo ao longo do litoral, no domínio das fácies — areia terrígena e areia terrígena rica em biodetrítica. A fauna é aí muito reduzida, o que advém, certamente, da natureza imprópria de tais sedimentos para preservarem pequenas e frágeis testas de foraminíferos ou conchas de outros indivíduos. Os gêneros representativos são os seguintes: *Quinqueloculina* d'Orbigny, *Textularia* DeFrance, *Pyrgo* DeFrance, *Streblus* Fischer. São formas robustas, capazes de suporta os intensos movimentos costeiros.

(2) A segunda associação é limitada ao domínio das fácies de areia biodetrítica rica em terrígena e areia biodetrítica muito fina. Esta é caracterizada pela acentuada abundância de formas muito pequenas, transparentes e extremamente frágeis. Estes aspectos evidenciam a presença de águas calmas, livres de movimentos de turbulência e de ação de transporte considerável, o que supõe uma microfauna viva nesta área. Os dados referentes às condições ecológicas de bio ou tanatocenose ainda são completamente desconhecidos. Dentre as formas aqui presentes destacam-se os seguintes gêneros: *Discorbis* Lmk., *Nonion* Montford, *Streblus* d'Orbigny, *Elphidium* Montford, *Bolivina* d'Orbigny, *Spirillina* Ehrenberg, *Quinqueloculina* d'Orbigny. Nas amostras 67, 71 e 81 foram encontrados alguns exemplares de *Globigerina* de tamanho muito pequeno que, de certo modo, interpreta a pobreza em zooplankton.

(3) A terceira associação faunística, a mais rica, fica restrita ao domínio dos recifes orgânicos, pertencendo portanto a fácies areia biodetrítica média e grossa. Aqui ocorrem as formas mais desenvolvidas e em maior abundância. O gênero *Amphissorus* que quase falta nas associações anteriores, é aqui sobremaneira abundante, bem como os ostrácodes, gastrópodes, briozoários, mlouscos e espículas. Todas as formas são bem maiores, brancas, opacas e resistentes. Ao se examinar as amostras situadas no domínio da barra, o

fato que chama logo a atenção, é a presença de carapaças coloridas. As colorações variam de um amarelo pálido passando a um vermelho ferrugem e até preto. A origem desta coloração poderia ser explicada pela presença de ferro dissolvido nas águas que circulam na baía e que atravessam a barra para ganharem o oceano aberto. Dentre as formas mais comuns, sobressaem os gêneros seguinte: *Amphysso-rus* Ehrenberg, *Peneroplis* Montford, *Quinqueloculina* d'Orbigny, *Triloculina* d'Orbigny, *Nonion* Montford, *Textularia* De-france, *Streblus* Ficher, *Discorbis* d'Orbigny. Vale ressaltar que, embora estas associações faunísticas tenham muito em comum, as formas e tamanho dos indivíduos integrantes são bastante distintos.

As relações existentes entre as associações faunísticas e os sedimentos são bem evidentes. O tipo de fácies como um produto das condições mesológicas, influe diretamente na distribuição dos foraminíferos.

Recifes Orgânicos

A denominação regional de "tacis" dada aos recifes alongados com fracas sinuosidades e com outros regularmente orientados, caracteriza de maneira conspícua os recifes da região de Tamandaré.

As formas alongadas são alinhadas segundo a direção geral NNE-SSW e elevam-se um metro ou um pouco mais, acima da água na baixa-mar. Quebrados, vê-se que são formados de uma mistura de algas calcárias principalmente, e corais, tudo bem concrecionado. São formas biológicas mortas, possuindo, entretanto, formas vivas que se desenvolvem, de preferência, no lado exposto ao embate das ondas. As formas de *Palythoa* são as mais frequentes. Nas margens geralmente perpendiculares, desenvolvem-se algas calcárias do gênero *Halimeda*, *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, etc. O grupo *Halimeda* é, entretanto, o mais abundante e responsável de modo especial, pela contribuição biogênica à formação dos depósitos de fundo.

Desenvolvem-se também, belos espécimes de corais, entre os quais se detacam: *Hydrocorallia* (*Millepora alcicornis* L., *Millepora brasiliensis* Verril); *Madreporaria* (*Mussa tenuisepta* Verril, *Mussa harttii*, *Siderastrea stellata* Verril, *Porites asteroides* Lmk). As duas espécies de *Millepora* têm papel importante na construção dos recifes, com o processo de edificação seguinte: colônias com bases largas e incrustantes

desenvolvendo-se verticalmente em ramos e com aumento de espessura por meio de superposição, de camadas vivas concêntricas. *Porites* e *Siderastrea* têm formas arredondadas, quase esférica e têm o papel de consolidação e crescimento das estruturas cavernosas. As *Siderastrea* localizam-se de preferência, nas reentrâncias do esqueleto básico de *Hydrocorallia* mortos. As duas espécies de *Mussa* têm função construtora de menor importância, sendo que a *Mussa harttii* tem melhor desenvolvimento nas zonas de águas mais calmas. Outras espécies de corais como: *Faria gravida* Verril e *Agaricia agaricites* Edwards & Haime, desempenham papel pouco importante na edificação dos recifes.

Ao norte da região de Tamandaré, na praia das Campas e praia dos Carneiros — embocadura do rio Formoso — encontram-se linhas de recifes de arenito com cimento calcário, de direção geral NNE-SSW, perfeitamente idênticos, portanto, aos bancos das praias do Recife, (arenito de praia, Mabesoone 1964). Os recifes da região de Tamandaré possuem uma estrutura básica de corais e algas — formações biológicas mortas — não tendo sido possível se observar qualquer vestígio de arenito. Todavia, tendo em vista as características como: forma, organização e orientação, é bem possível que tenham por base uma rocha arenítica.

CONCLUSÃO

Considerações Genéticas

Os constituintes das fácies da Baía de Tamandaré são de duas fontes distintas: continental e marinha, e distribuídas segundo o esquema clássico da sedimentologia.

Os elementos terrígenos são oriundos do continente. Chama a atenção nestes sedimentos a ausência quase total de grãos superiores a 2 mm. A composição granulométrica dominante caracteriza uma areia no seu "sensu strictu", com dominante assimetria para o lado fino, revelando assim uma procedência sujeita a condições climáticas favoráveis a um acentuado intemperismo químico. Por outro lado, a ausência quase completa de feldspatos e a concomitância da composição mineralógica das formações continentais costeiras e sedimentos aqui definidos, confirmam de maneira conspícua a verossimilhança do caráter genético deste material. O significado da contribuição proveniente diretamente das rochas cristalinas ou sedimentares da região, fica indiferenciado, principalmente em se tratando

que, os sedimentos do Grupo Barreiras, tiveram como fonte aquelas mesmas rochas do embasamento. Os principais agentes de erosão, transporte e retrabalhamento, parecem ter sido sempre os intensos movimentos das águas locais. Os movimentos das águas litorâneas retomam e removem, constantemente, ao longo do litoral, os depósitos que eles mesmo efetuam.

A contribuição marinha é formada quase que exclusivamente por fragmentos de organismos litorais ou infralitorais. A abundância de algas calcárias misturadas aos polípeiros, briozoários, micro e macroorganismos diversos, predominantemente bentônicos, caracteriza a vida sobremaneira intensa do ambiente atual. Para se conhecer a rapidez e o valor da sedimentação bioclástica, problema que se apresenta como mais biológico do que geológico, necessário se faz conhecer o grau de produtividade biológica dos recifes, centros principais de produção. Enfim, o conhecimento de todos os diversos fatores físico-químicos, hidrodinâmicos e topográficos, que influenciam sobre o tipo e modo de distribuição dos constituintes bioclásticos.

A construção de uma carta de vagas do litoral, bem como a determinação precisa da direção dos ventos dominantes, poderia contribuir para a visualização precisa da razão de ser da contiguidade dos trechos litorais onde, alternadamente, se verifica uma regularização, por sedimentação ou por transporte.

Ao litoral de construção da praia da baía propriamente dita, sucedem-se os trechos da vila de Tamandaré ao norte e a porção sul onde os processos erosivos andam acelerados. No domínio da baía propriamente dita a sedimentação ativa é documentada pelas cristas de areia que se alinham paralelamente ao litoral. Este fato é bem evidenciado pelas características texturais dos sedimentos e sobretudo, pelas linhas de coqueiros, plantados que são, à medida que a praia cresce. De forma idêntica, nos trechos que são erodidos, o fenômeno é documentado pela presença de coqueiros velhos que são atingidos pelos avanços do mar.

Considerações Paleogeográficas

Circunscrevendo as considerações aqui formuladas aos fatos diretamente observados na região deste estudo e vizinhanças imediatas, é possível dizer que esta faixa litoral, somente perdeu a sua estabilidade pos-algonquiana no Cretáceo, como

aliás aconteceu de modo quase geral em tôda a costa nordestina.

As ocorrências de Calcário Estiva e Ariquindá, referidos ao Turoniano e Albiano respectivamente e, ao que tudo indica, repousando sobre o cristalino são aqui os testemunhos desse fato. Embora faltem informações mais completas, as feições geológicas locais fazem supor serem estas ocorrências relativamente restritas.

Para uma reconstituição dos processos que esculpiram nos depósitos do Grupo Barreiras, esta forma de anfiteatro da qual, similares vários são encontrados na costa Pernambucana, merecendo destaque, dentre elas, aquela que encerra a extensa planície onde se situa a cidade de Recife, é necessário se considerar as variações de nível do mar quaternário.

Os escalonados terraços costeiros talhados na superfície pliocênica (Andrade & Lins 1965), assim como, as sucessivas linhas de recifes de arenitos formados pela litificação de antigas linhas de costa e, em alguns trechos do litoral nordestino atingindo até 13 milhas da linha de costa atual, são registros das oscilações do mar quaternário.

Assim, findo os movimentos regressivos da última fase glacial, verificou-se uma elevação no nível do mar (transgressão Flandriana) determinando o alhanamento do espesso manto dos sedimentos do Grupo Barreiras, que recobria então a maior parte da área ocupada pelo oceano e sedimentos quaternários.

Os movimentos do mar quaternário, decorrente de uma complexa mistura de fenômenos tectônicos e eustáticos, ainda não bem diferenciados, é que comandaram o desenvolvimento da planície costeira e depósitos de fundo da Baía. A despeito da fase cataglacial, ainda em desenvolvimento, registra-se na área um sensível abaixamento do nível marinho, conforme documenta a morfologia da superfície dos recifes de corais e a própria evolução da praia.

Agradecimentos — O autor é grato às pessoas: Prof. F. Ottmann pela escolha do tema; Prof. K. Beurlen como orientador do trabalho; Prof. Ramón Nóbrega, então Diretor do Instituto Oceanográfico; Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha, que por intermédio do Chefe do Serviço de Sinalização Náutica do Nordeste, Capitão de Corveta Raphael A. C. Medeiros, prestou grande ajuda; Escola

de Pesca de Tamandaré na pessoa do Diretor Dr. Francisco A. C. de Oliveira; Dr. J. Laborel, para colocar a disposição as determinações dos corais; pessoal do Instituto Oceanográfico para os trabalhos técnicos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. O., 1964. Os climas. Em: AZEVEDO, A. *Brasil, a terra e o homem. I. As bases físicas*. Comp. Ed. Nac., São Paulo, 397-457.
- ANDRADE, G. O. & LINS, R. C., 1965. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. *Arq. Inst. Ciên. Terra, Univ. Fed. Pernambuco*, 3-4: 17-28.
- BEURLIN, K., 1964. *Introdução à estratigrafia geral e comparada*. Expansão Gráfica, Recife, 440p.
- DUPLAIX, S., 1948. *Détermination microscopique des minéraux des sables*. Béranger Ed., Paris,
- EMERY, K. O. & OUTROS, -1957. Sediments of three bays of California: Sebastian Viscaino, San Cristóbal and Todos los Santos. *Journ. Sedim. Petr.*, 27: 95-115.
- KRUMBEIN, W. C. & PETTIJOHN, F. J.; 1938. *Manual of sedimentary petrography*. Appleton-Century-Croft, New York, 549p.
- MABESOONE, J. M., 1964. Origin and age of the sandstone reefs of Pernambuco (Northeastern Brazil). *Journ. Sedim. Petr.*, 34: 715-726.
- REBOUÇAS, A.C., 1962. *Repartição dos sedimentos na Baía de Tamandaré*. Tese graduação, Escola Geol., Univ. Recife, 59 p. (manuscrito)
- TINOCO, I. M., 1958. Foraminíferos quaternários de Olinda, Estado de Pernambuco. *D.N.P.M., Div. Geol. Min., Monogr.* 14: 61p.

Fig. 1 — Curvas cumulativas médias de cada tipo de fácies.
Average cumulative curves of each facies type.

Fig. 2 — Perfil topográfico I, mostrando variações em conteúdo de calcário, mediana e seleção.
Section I, topography, showing variations of lime content, median and sorting values.

Fig. 3 — Perfil topográfico III, mostrando variações em conteúdo de calcário, mediana e seleção.
 Section III, showing variations of lime content, median and soring values.