

PROCESSOS DE ASSOREAMENTO DO PORTO DO MUCURIPE

Jáder Onofre de Morais

Laboratório de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

O Porto do Mucuripe está situado na enseada do mesmo nome, no município de Fortaleza (Estado do Ceará — Brasil) — ver figura 1 —, possuindo um canal de acesso de 1.000 m de extensão, 150 m de largura, com profundidade média de 8 m. O cais acostável tem uma extensão de 356 m em concreto armado, na orientação leste-oeste.

Esta área portuária (figura 2) tem sido alvo de correntes que, associadas aos mecanismos de sedimentação vigentes, levam a evoluir constantemente a bacia principal de acesso a navios, tornando às vezes, inviável o tráfego marítimo de grande tonelagem.

No presente trabalho são considerados o mapeamento e distribuição das fácies sedimentares, os processos de assoreamento na bacia de evolução do porto e as condições de sedimentação do material em suspensão.

HISTÓRICO

Os primeiros estudos para a implantação de um porto em Fortaleza foram feitos em 1875, através do Projeto de Hawkshaw, que resultou negativo, devido ao grande assoreamento resultante. Sucederam-se estudos para a construção de quebra-mar acostável. Finalmente, em 1929, a idéia de um porto na enseada do Mucuripe foi considerada definitiva, sendo as obras iniciadas em 1939, sem terem sido feitos os necessários estudos das condições oceanográficas — sedimentológicas da área adjacente.

A primeira consequência da não realização de tais estudos fez-se sentir logo após a construção do porto: uma corrente de sentido noroeste e aproximadamente paralela à Praia do Futuro, carregada de sedimentos em suspensão, encontrou o molhe do porto como obstáculo ao seu curso normal, em direção à plataforma continental. A difração das ondas no dique (figura 3), gerando um efeito turbi-

lhonar, fez com que o material em suspensão fosse depositado ao longo do dique, formando uma pequena praia e tornando mais rasa a zona imediatamente adjacente. Depois desta sedimentação, a corrente, destituída de material em suspensão e dotada de forte poder erosivo, refletiu-se na direção da Praia de Iracema, resultando a sua destruição.

Aratsuka (1963), em experiências de laboratório, notou que o poder erosivo de uma lâmina d'água é proporcional aos sedimentos acumulados. Portanto, uma vez sedimentado o material que estava em suspensão, maior se torna o poder erosivo da corrente.

Problemas desta natureza evidenciam a importância dos estudos sedimentológicos, na área do Porto do Mucuripe, para determinação da origem e mecanismo dos depósitos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi feita coleta de material em suspensão, em perfis orientados segundo as correntes de marés, já determinadas pelo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (D.N.P.V.N.). Este material foi coletado em superfície, meia profundidade e a cerca de 20 cm do fundo, em cada estação, utilizando-se garrafa tipo Van-Dorn e garrafas comuns adaptadas para coleta integrada de água, desde a parte mais profunda até a superfície.

As dragagens procedidas com draga cônica, foram efetuadas nas estações onde se realizaram estudos de material em suspensão, e, posteriormente, em outras estações convenientemente localizadas. Usou-se o método da triangulação, utilizando-se teodolitos para localização de todas as estações. O material foi coletado em épocas de chuva e estiagem.

Tentou-se a determinação de correntes locais, usando-se bolas de borracha cheias de água doce, em virtude da diferença de densi-

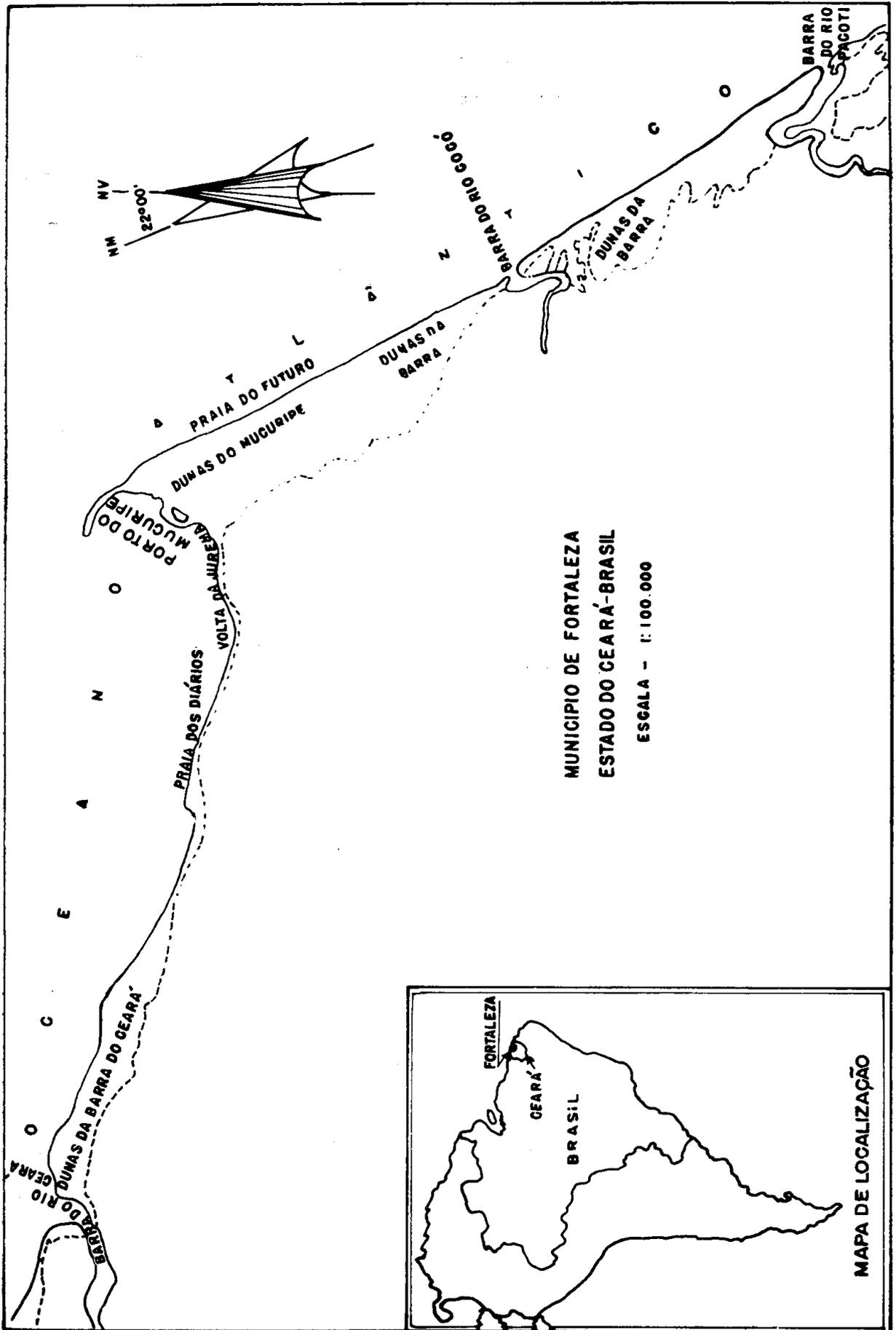


Figura 1 — Localização do Porto do Mucuripe, na enseada do mesmo nome, no município de Fortaleza (Estado do Ceará — Brasil).



Figura 2 — Vista aérea da área portuária e Enseada do Mucuripe, vendo-se ao fundo o molhe de proteção do cais e praia formada por efeito de sedimentação.

dade permitir o deslocamento das mesmas, sem interferência do vento.

Foram feitas análises granulométricas para a fração fina, pelo método da pipeta, baseado na lei de Stokes; determinação de salinidade pelo método de Knudsen; matéria

orgânica total pela calcinação dos sedimentos.

O material em suspensão foi estudado através da filtragem e observação ao microscópio, de acordo com Zeitzchel (1970).

ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA ÁREA

A Enseada do Mucuripe é bordejada pelas dunas sobrejacentes aos sedimentos terciários, que se refletem nos arenitos ferruginosos (Morais, 1969), que afloram dentro da própria pácia do porto. Há alimentação das dunas pelo material da zona do estrão, retrabalhado e lançado nas mesmas, cujo testemunho é o foraminífero *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny — ver Moraes & Souza (1971).

Quando o vento sudeste é predominante, a bacia do porto sofre considerável acúmulo de material proveniente das dunas.

Os Rios Cocó e Pacoti também contribuem, em larga escala, para o assoreamento do porto, nas épocas das chuvas, pela apreciável quantidade de material em suspensão. O Rio Ceará não apresenta contribuição considerável, em virtude do regime de correntes

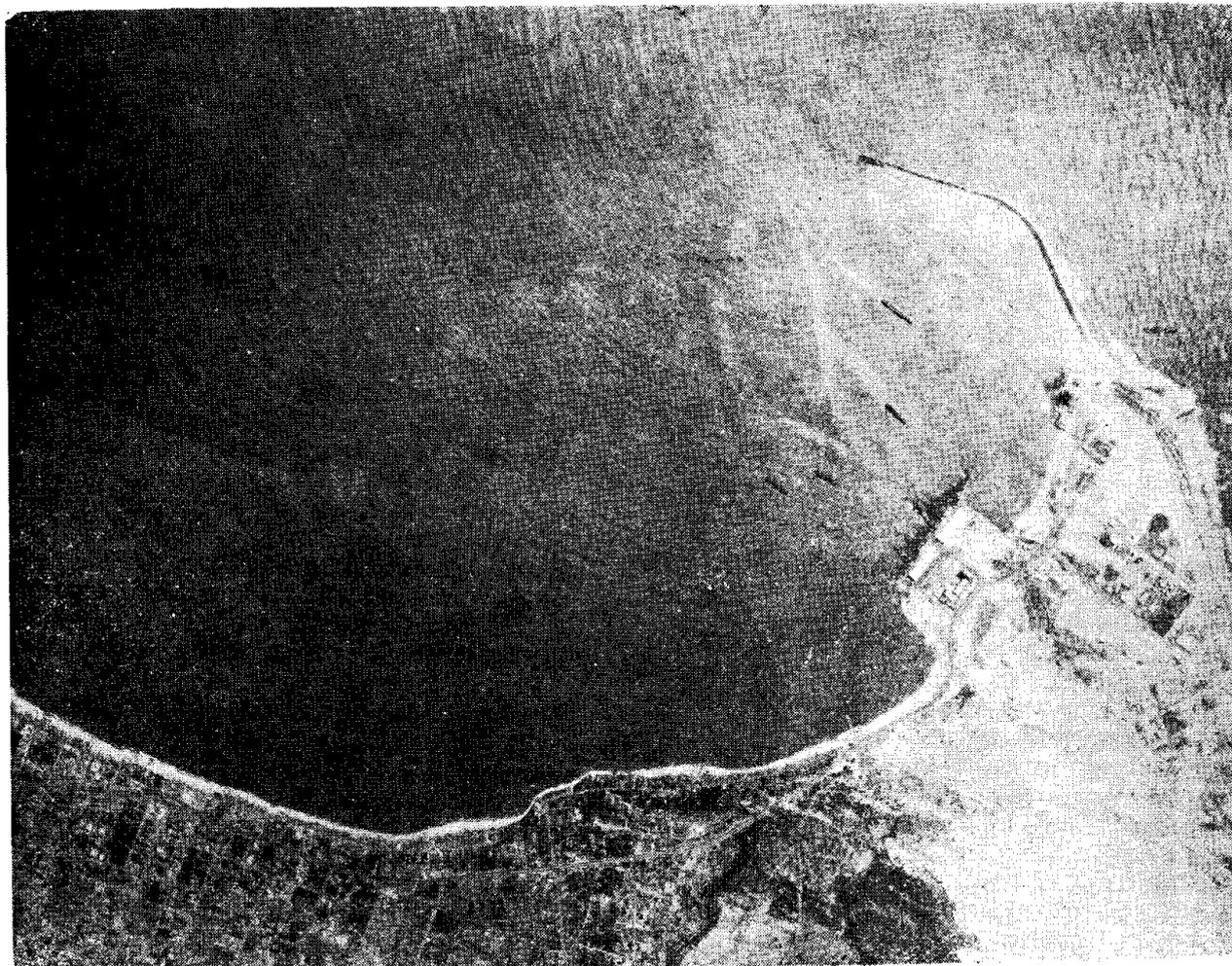


Figura 3 — Difração das ondas no dique, e conseqüente propagação na área portuária do Mucuripe.

da área. As dunas acumulam-se ao sul das bocas destes rios, por causa da predominância dos ventos de sudeste (Pompeu Sobrinho, 1916), e do fenômeno das brisas, com formação de áreas anticlinal e ciclinal.

BATIMETRIA

Pela análise de cartas batimétricas traçadas pelo D.N.P.V.N., corrigidas com as sondagens efetuadas durante este trabalho, pode-se observar que a praia formada, na parte interna do molhe, mergulha suavemente para a bacia do porto; e que os bancos de areia, em profundidade de 4 m, se intercalam na região delimitada pelas isóbatas de 7 m. O canal de acesso ao cais tem uma profundidade de 8 m, encontrando, no seu percurso, bancos de 3 m de desnível. A figura 4 mostra linhas isobatimétricas da bacia de evolução do Porto do Mucuripe, com diferenças de 1 m no mesmo local, para épocas diferentes, dando uma idéia das mudanças de níveis, para um período de 3 anos.

A região adjacente à área do porto não apresenta importantes diferenças de níveis, nos anos comparados, dando a entender que as variações batimétricas mais apreciáveis se dão na área de acesso. Observa-se, no entanto, que à medida que se distanciam da ponta do molhe, em direção à Praia de Iracema, a profundidade diminui gradativamente, em consequência da seleção dos sedimentos de fundo, por correntes locais das marés.

DESCRIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS FÁCIES

Considerando-se a distribuição dos dados texturais no diagrama triangular (figura 5), podemos distinguir seis tipos principais de fácies sedimentológicas, distribuídas na bacia de evolução do Porto e Enseada do Mucuripe. Sob o título de fácies de substrato rochoso, foram incluídos arenitos calcíferos e ferruginosos, submersos na área em estudo. O caráter dos sedimentos indica as condições hidrográficas sobre o fundo e, associado a dados de química e mecânica de sedimentos, é usado como medida das condições ambientes.

Na bacia de evolução (figura 6) domina amplamente a fácies argilo-siltica, associada a um alto teor de matéria orgânica. Seguem-se as diversas fácies de transição, desde a argilosa até a puramente arenosa, predominando sempre a fração areia fina sobre a areia grossa. A distribuição das fácies (figura 7), é comentada a seguir.

Fácies Arenosa — As amostras de sedimentos, correspondentes a este tipo de fácies, são as que constituem 100 a 75% de fração areia; os 25% restantes estão constituídos por silte e argila, em proporções iguais ou dife-

rentes. Esta fácies distribui-se na zona de encontro das águas com o dique; na zona interna da bacia do porto, seguindo o dique até alcançar o extremo leste dos armazéns do cais; perto das praias adjacentes ao porto, havendo, no entanto, diferença quanto à sua granulometria. A areia mais grossa domina na zona de encontro do dique, do lado de fora da bacia, e a fração areia fina nas zonas de praia e de limites com as demais fácies. Isto indica o relacionamento com a corrente de fundo (Pratt, 1963). A análise ao microscópio revelou um domínio de quartzo sobre a fração total da areia com grãos subangulosos até subarredondados, sem muito brilho, bem como a existência de grãos de arenitos calcíferos, com tamanhos variados e cores cinza a amarelada. A faixa de areia mais pura domina no sentido diagonal à bacia de evolução, ou seja, da ponta do molhe até o extremo leste do cais, junto à Praia do Iate. A zona de turbidez maior, junto ao molhe, é marcada pela presença de areia com parâmetros variando de -1ϕ a $+0,75 \phi$, atingindo uma percentagem de 66%. Entre os componentes desta fácies, há ainda fragmentos de conchas e vegetais e uma quantidade apreciável de mica, atestando a presença de rios.

Fácies Mista — Os sedimentos incluídos nesta fácies são aqueles em que os componentes texturais se equivalem porcentualmente. Ocorre nas zonas de transição de fácies, na parte central da área em estudo, constituindo estreita faixa que se alarga à medida que se aproxima da costa, onde se estende até a Volta da Jurema. A importância desta fácies está em que ela revela o movimento de correntes no sentido anti-horário, trazendo sedimentos litorâneos para dentro da Enseada do Mucuripe.

Fácies Argilo-Siltica — Ocupa a parte central da bacia de evolução, sendo a zona de maior assoreamento. Situa-se em frente à área do cais. As amostras coletadas revelam um conteúdo médio de 60% em argila e 28% de silte, sendo a fração areia sempre inferior a 10%, elevando-se deste nível somente nas áreas bem próximas ao dique. Sujeita à ação de correntes de fundo, é de difícil erosão, devido à coesão e microtopografia dos componentes mineralógicos. A sedimentação e o assoreamento decorrem da floculação e consequente precipitação do material em suspensão.

Fácies Argilo-Arenosa — Ocupa a fase de transição dos sedimentos arenosos depositados ao longo do braço do dique, e dos sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica. Argila e areia equivalem-se porcentualmente, sendo esta última de granulação fina; ambas são dominantes sobre o silte, que atinge um valor máximo de 12%. A presença do foraminífero *Quinqueloculina lamarkiana*, nesta fácies, su-

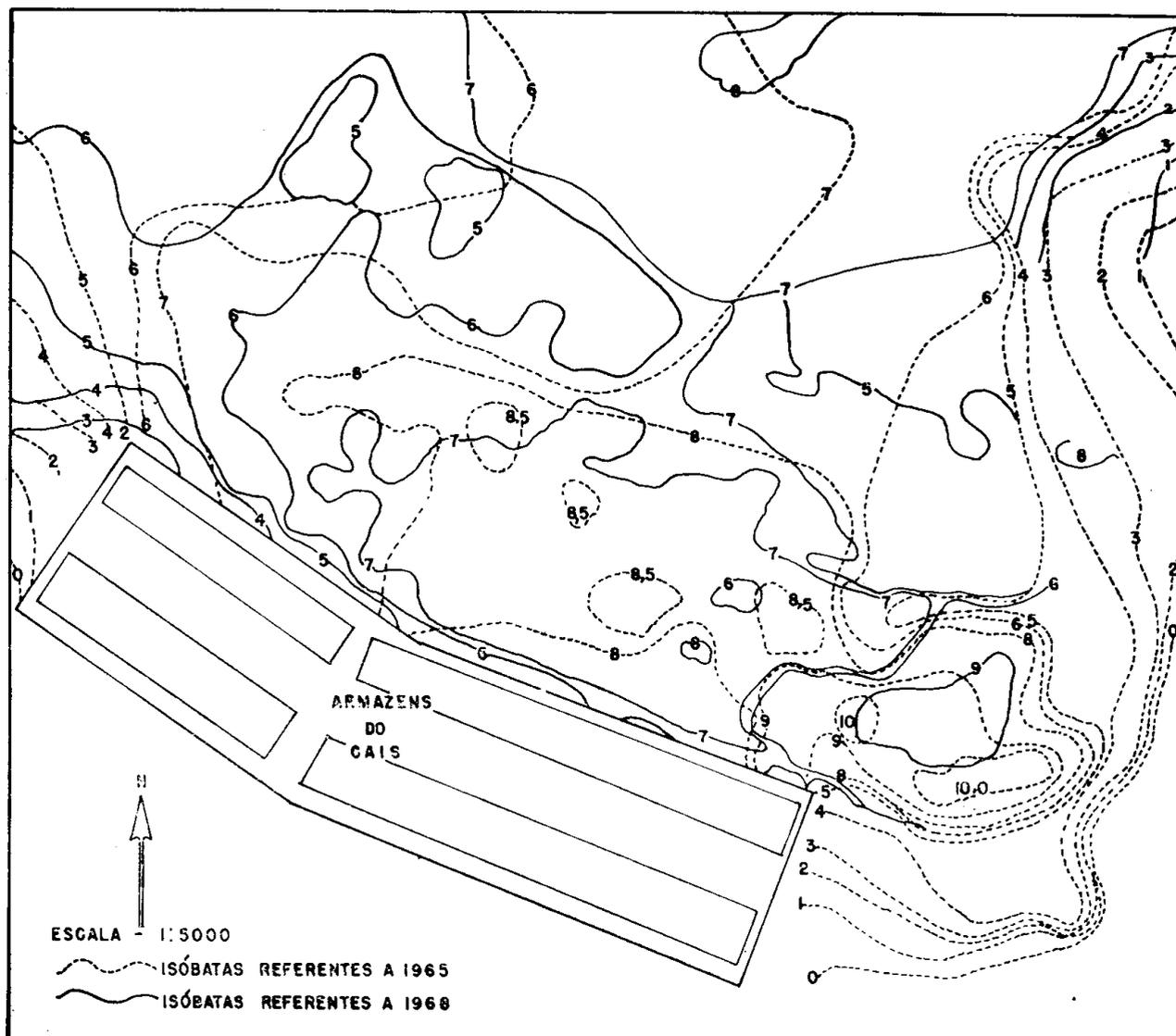


Figura 4 — Batimetria da baía de evolução do Porto do Mucuri, baseada em dados obtidos em 1965, 1968 e observados durante a realização deste trabalho.

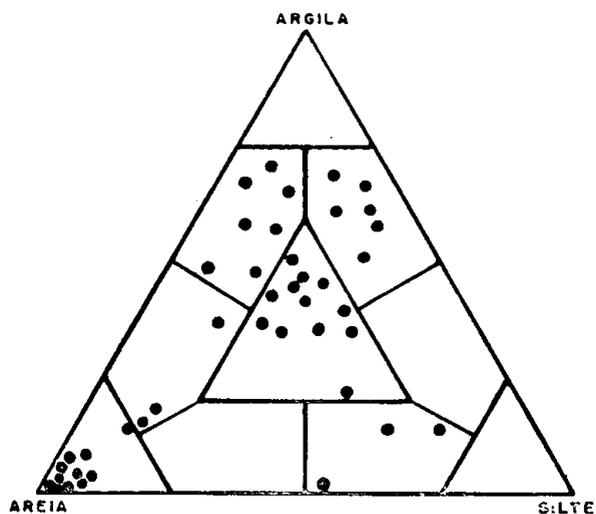


Figura 5 — Diagrama triangular textural, baseado em observações feitas no ano de 1969.

gere as dunas e zona de estrão como fornecedoras dos sedimentos.

Fácies Arenos-Argilosa — Situa-se na área adjacente à zona de *beach-rocks* e também próxima do molhe, onde parece ser uma consequência do movimento turbilhonar, devido ao seu caráter faciológico e início da difração de ondas. O conteúdo mineralógico apresenta também domínio de quartzo fosco, pela ação da argila.

Fácies Síltica-Arenosa — Está formada de areia fina e silte, com marcante presença de foraminíferos. Localiza-se na área adjacente à fácies arenosa, sendo em seguida recoberta pela fácies argilo-síltica, aparecendo novamente próximo ao cais, em profundidades menores, correspondentes aos bancos de areia. Esta fácies é um indicador importante do movimento de sedimentos na Enseada do Mucuri. Em estudos posteriores de dragagens e co-

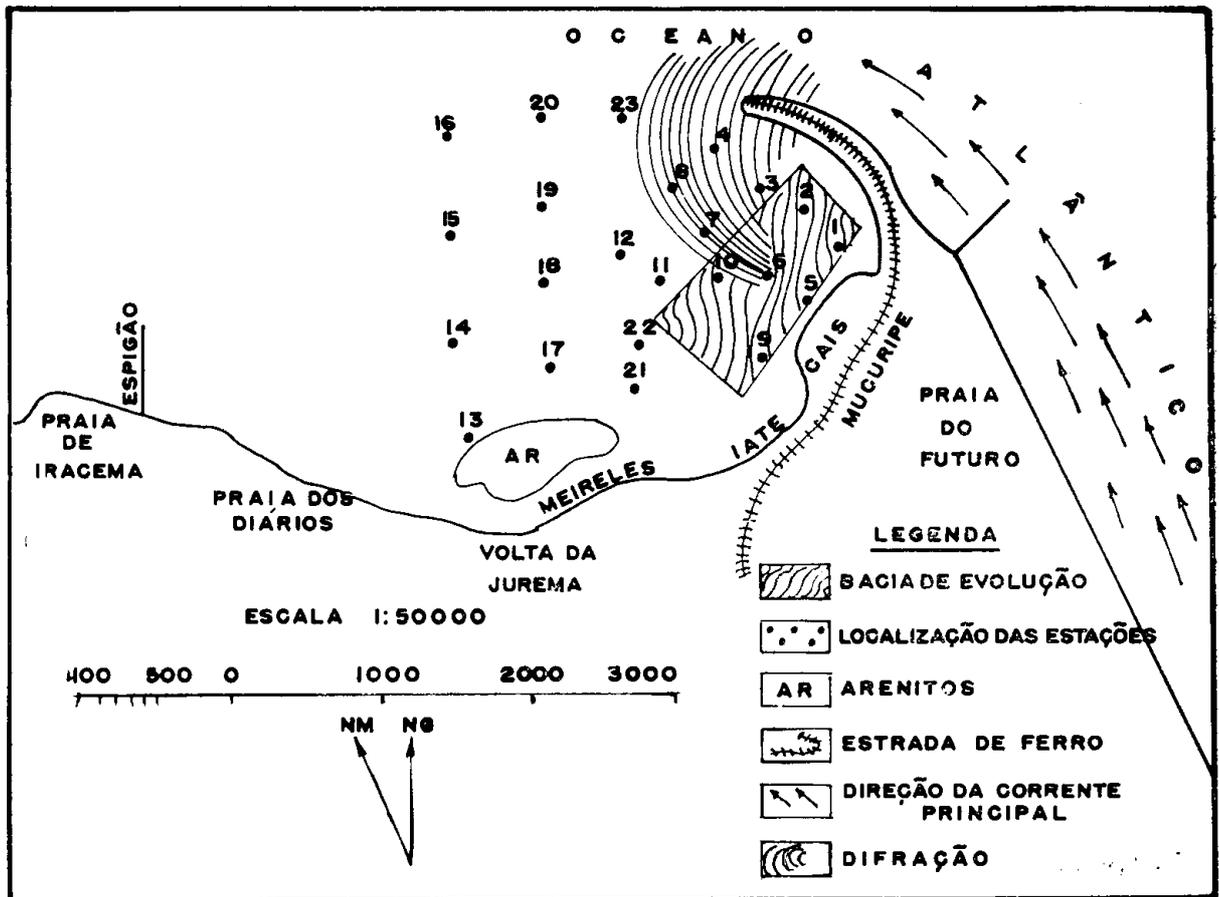


Figura 6 — Localização da bacia de evolução e das estações de coletas de água e sedimentos na Enseada do Mucuripe.

leta de material em suspensão (um ano e meio depois da determinação desta fácies), notou-se a presença de uma distribuição diferente de sedimentos (figura 8), evidenciando o retrabalhamento superficial e recobrimento da fácies por transporte das massas d'água e/ou ação do homem. Poizat (1970) fazendo análises estatísticas de fragmentos calcáreos bioclásticos, afirma que as hipóteses de hidrodinâmica podem explicar o transporte dos fragmentos grosseiros. São os fragmentos bioclásticos desta fácies que dão uma idéia do transporte de material desagregado dos *beach-rocks*.

MATERIAL EM SUSPENSÃO

O material em suspensão é uma mistura complexa de constituintes orgânicos e inorgânicos; o seu comportamento é influenciado pelos compostos dissolvidos e as características dinâmicas do meio ambiente.

Na bacia do Porto do Mucuripe, 2 a 11% do material em suspensão consiste de grãos minerais reconhecíveis. Os valores correspondentes ao material em suspensão, nas épocas de chuva e estiagem, são apresentadas nas ta-

belas I e II, respectivamente. Durante a época de chuvas, há fornecimento de material pelos Rios Cocó e Pacoti, nos meses de julho a setembro, o vento forte contribui no transporte de areia das praias, e a própria areia já sedimentada é posta em suspensão, por movimentos de turbulência.

Algumas amostragens feitas nas proximidades da ponta do molhe, têm uma tendência uniforme de distribuição, tanto no tempo como no espaço.

A tendência geral para a granulometria do material em suspensão aumentar em volume e em diâmetro dos grãos, à medida que se aproxima do fundo, é atribuída à ação da corrente de maré.

Quando há presença de turbidez máxima, no caso da área circunjacente à ponta do molhe, a população do material em suspensão é composta de duas partes distintas para efeitos sedimentológicos: na primeira estão as partículas mais ou menos em suspensão contínua na coluna d'água; na segunda, as partículas alternadamente suspensas e depositadas. A existência destas duas partes distintas é claramente manifestada pela variação da concentração do material em suspensão, num

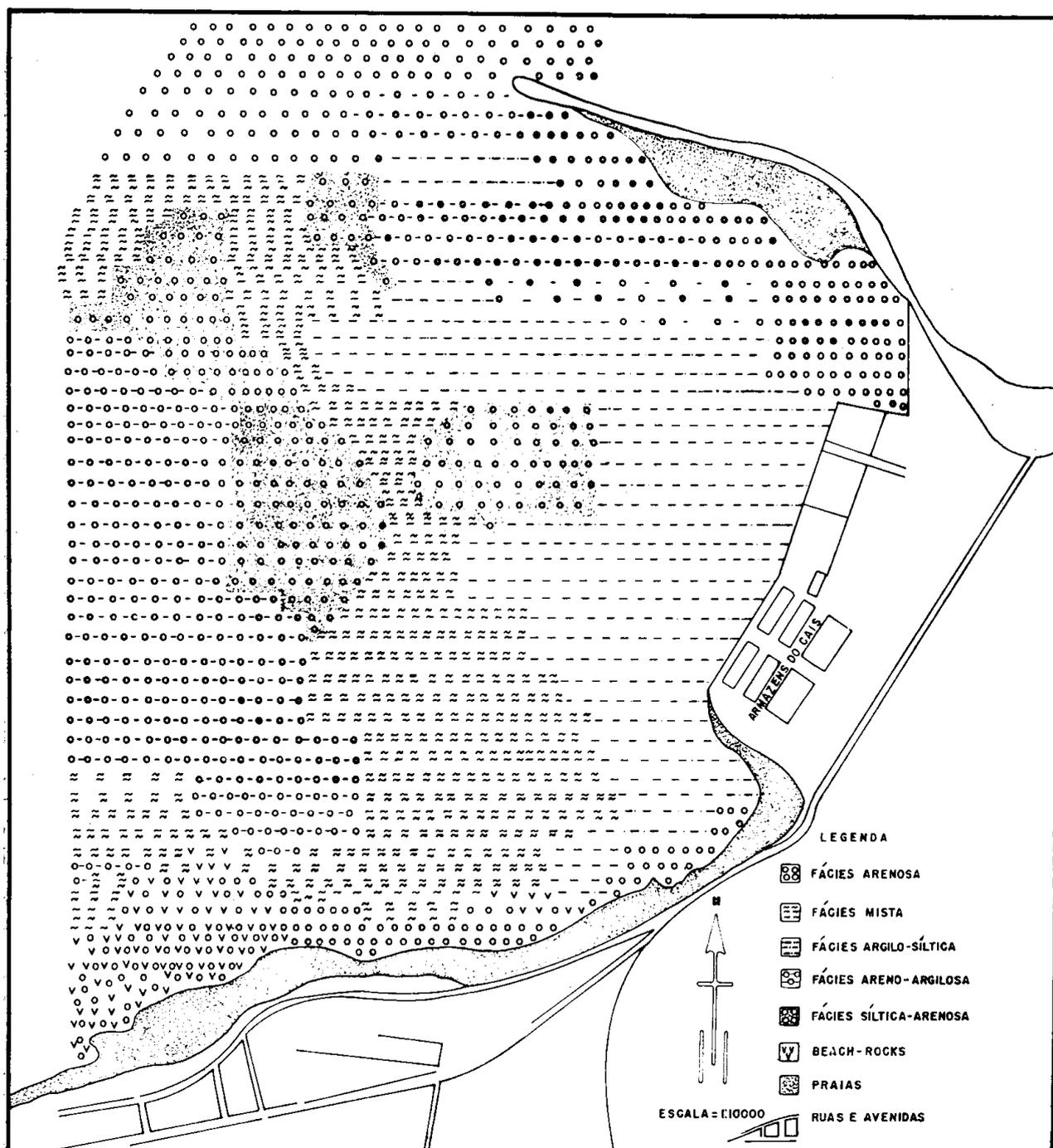


Figura 7 — Distribuição das fácies sedimentares na área do Porto do Mucuripe, baseada em dados de 1969 e 1970.

ciclo de maré. Segundo Schubel (1971), as partículas alternadamente suspensas e depositadas são derivadas de uma fonte local, pelas correntes de maré que geram variações periódicas na granulometria, uma vez que partículas maiores são postas em suspensão com o aumento da velocidade da corrente e depositadas com a respectiva diminuição de sua intensidade. Os grãos são suspensos pela água que exerce uma força para cima igual ao seu peso imerso, e se adaptam sem resistência a qualquer movimento das águas. No entanto,

onde existem movimentos diferentes do laminar, os processos de sedimentação são bastante complexos, como veremos a seguir.

PROCESSOS DE SEDIMENTAÇÃO

Considerando-se áreas de movimento laminar, a sedimentação das partículas clásticas, que compõem as fácies sedimentológicas, se faz mecanicamente, desde que se relacione a velocidade de deposição das partículas com seu peso específico, o meio de transporte

TABELA II

Valores de salinidade e material em suspensão, correspondentes à época de chuvas.

Estações	Época de chuvas			
	material de suspensão (g/l)		salinidade (‰)	
	superfície	profundidade	superfície	profundidade
1	0,3582	0,2581	33,58	33,76
2	0,4425	0,3600	33,46	33,86
3	0,2425	0,2031	33,52	33,91
4	0,2308	0,2104	33,61	33,72
5	0,2660	0,2270	33,04	33,05
6	0,2711	0,2308	33,25	33,28
7	0,3015	0,2935	33,97	33,96
8	0,2243	0,2960	34,14	34,15
9	0,1030	0,1609	34,06	34,83
10	0,1615	0,1814	34,64	34,91
11	0,1370	0,1675	34,30	34,40
12	0,1499	0,1642	34,39	34,99
13	0,0953	0,1235	34,43	34,58
14	0,0854	0,1138	34,63	34,83
15	0,0883	0,1041	34,97	35,01
16	0,1145	0,2105	34,68	34,70
17	0,0845	0,0801	34,27	34,83
18	0,0856	0,0808	34,18	34,76
19	0,0917	0,0996	34,19	34,21
20	0,1021	0,1114	34,28	34,29
21	0,1206	0,1325	34,67	34,86
22	0,1851	0,1615	34,14	34,30
23	0,2116	0,2617	34,13	34,15

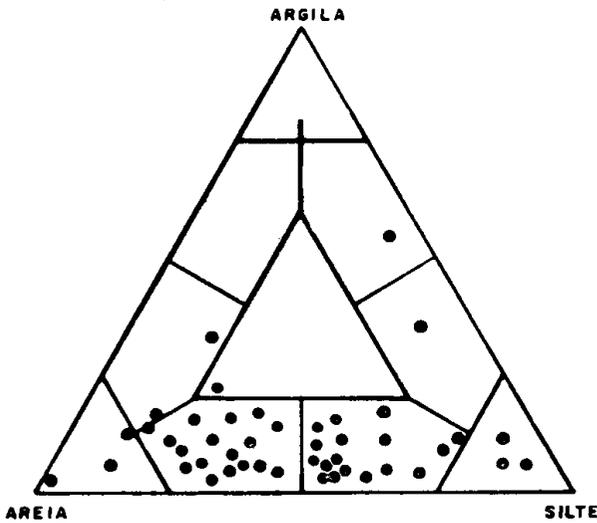


Figura 8 — Diagrama triangular textural, baseado em observações feitas em 1970.

TABELA I

Valores de salinidade e material em suspensão correspondentes à época de estiagem, escolhidos entre as estações que apresentaram resultados mais significativos.

Estações	Época de estiagem			
	material em suspensão (g/l)		salinidade (‰)	
	superfície	profundidade	superfície	profundidade
1	0,1283	0,1201	34,92	34,96
2	0,1234	0,1253	34,83	34,85
3	0,0895	0,0851	34,63	34,62
4	0,1905	0,2104	34,53	34,56
5	0,1865	0,1784	34,89	34,80
6	0,1931	0,1941	34,75	34,79
7	0,1983	0,1950	34,51	34,58
8	0,1724	0,1953	34,52	34,55
9	0,0930	0,0900	34,85	34,86
10	0,1342	0,1250	34,83	34,82
11	0,1143	0,1148	34,35	34,63
12	0,1121	0,1642	34,61	34,66
13	0,0342	0,1025	35,01	35,00
14	0,0851	0,1143	35,46	35,42
15	0,0555	0,1246	34,61	34,63
16	0,0683	0,1225	34,61	34,60
17	0,0343	0,1521	35,12	35,19
18	0,0735	0,0840	35,08	35,10
19	0,0915	0,0950	34,26	34,14
20	0,1521	0,1732	34,03	34,12
21	0,1206	0,1325	35,00	35,00
22	0,1751	0,1615	35,58	35,51
23	0,1425	0,2247	34,20	34,20

e sua viscosidade (Postman, 1965). Deve-se levar ainda em consideração o diâmetro esférico das partículas. Portanto, para cada material, a velocidade de sedimentação é diferente, devido à sua morfoscopia, granulometria e peso específico.

As fácies sedimentares delimitadas na bacia do Porto do Mucuripe são constituídas

de quartzo, em sua maioria; a temperatura das águas está em torno de 25°C. Segundo Bascon (1965), a viscosidade das águas depende da temperatura estando em torno de 0,009 a 25°C.

O estudo morfoscópio dos minerais de quartzo, baseado nestes dados de viscosidade, mostra que a fácies arenosa é a primeira a sedimentar, embora haja retrabalhamento e deposição temporária simultânea de outras fácies, em virtude das condições oceanográficas locais. Por outro lado, considerando-se as contribuições dos Rios Cocó e Pacoti, na época das chuvas, há um complexo problema de sedimentação, já considerado por Coutinho (1961, 1969), com respeito ao Rio Potengi (Estado do Rio Grande do Norte), e Porto do Recife (Estado de Pernambuco), ambos no nordeste brasileiro; a maré alta acarreta uma descida do material em suspensão. Entretanto, a lâmina d'água de profundidade intermediária, que se encontra animada de movimento bastante rápido, retém as partículas a seu nível. Estas só se precipitam após passadas duas horas da preamar, quando as águas do fundo se imobilizam. O equilíbrio que se estabelece entre águas fluviais e oceânicas, faz com que durante o período seguinte, até a baixa-mar, as águas superficiais se escoem sobre as águas do fundo, acarretando o aumento de material em suspensão vindo dos rios.

O transporte litoral na Praia do Futuro, segundo relatório Neyrpic (*in* Guerreiro Júnior, 1970) é de 100.000 m³/ano d'água carregada de sedimento, devido a natureza arenosa da costa, sujeita a ventos constantes. O efeito dos ventos de sudeste condiciona um deslocamento linear da corrente (Veronis, 1963), até encontrar o molhe edificado para a construção do porto, onde começa o efeito de difração de ondas (figura 3), formando vagas nas direções N—76—E, N—65—E e N—25—E, sendo que, na primeira direção, as vagas são mais frequentes, conforme já mencionado por Guerreiro Júnior (1970).

As correntes que se chocam com o espigão na Praia de Iracema podem provocar um desvio destas até a praia, onde se produz uma contra corrente, que passa na parte inferior do espigão. No centro das águas forma-se uma espécie de redemoinho, onde a água experimenta um movimento retilíneo, ao longo das praias, em direção ao porto. Produz, então, uma sedimentação manifestada por pequenas elevações dos fundos.

O molhe construído fora da bacia do porto, na Praia do Futuro, provoca no movimento linear das águas, uma reflexão e refração, segundo estudos similares elaborados por Romanovsky (1968). O primeiro fenômeno origina variações na amplitude da onda, o segundo se manifesta por uma mudança de sua propagação, contornando o obstáculo (Goda, 1969).

As ondas em movimento de reflexão ocorrem na Praia do Futuro, em maré alta, quase na área de estrão; em movimento de refração, incidem normalmente na Praia de Iracema, provenientes do molhe construído para recuperação da praia. As ondas são defletidas de tal modo que a linha de quebraimento tende a ser paralela à bacia do porto.

A fricção que as ondas de refração exercem sobre o fundo (Zenkovich, 1967) é bem apreciável, afetando o comprimento e a velocidade, em relação à profundidade. Em marés de sizígia, as ondas de refração atingem movimento de reflexão, quando alcançam a Praia dos Diários, provocando danos (figura 6).

A relação salinidade-sedimentação é bastante discutível, em virtude da floculação das argilas e diferença de saturação das águas doce e salgada. Apesar das sugestões obtidas por experiências de laboratório, de que a matéria em suspensão é posta em floculação e depositada quando aumenta a salinidade das águas, a concentração do material em suspensão, em época de chuvas, não mostra decréscimo neste material. Portanto, tudo indica que a salinidade não influi sobre modo na sedimentação e assoreamento do Porto do Mucuribe (tabelas I e II), apesar da contribuição de água doce, nos períodos de chuvas. Isto pode

ser atribuído ao fato da vigência de correntes que anulam o efeito da salinidade.

No entanto, nas zonas de contato entre as águas doce e salgada, a de maior salinidade funciona como eletrólito, havendo floculação das argilas na água menos salgada, e consequente sedimentação, durante a estufa da maré.

Os sedimentos da bacia de evolução do porto não são transportados facilmente, embora hajam correntes de fundo e retrabalhamento deste pela ação das correntes de marés. Hjulstrom (*in* Ottman, 1967) mostrou que um sedimento de tamanho uniforme e fino, uma vez depositado, precisa de uma velocidade relativamente alta para ser erodido novamente. As partículas com 0,5 mm de diâmetro são as que estão sujeitas à velocidade mínima de erosão. Para um diâmetro maior ou menor que o acima referido, a velocidade terá que ser maior. Esta anomalia aparente é explicada por ter o sedimento superfície uniforme, quase sem relevo, ficando suas partículas expostas na corrente laminar.

Por outro lado, a força de coesão, dentro dos próprios minerais de argila, dificultando o movimento das partículas mais finas, explica o fato de que o silte e a argila são facilmente transportados em suspensão, mas uma vez depositados são dificilmente removidos. É o que acontece na bacia de evolução do Porto do Mucuribe, onde os sedimentos argilo-silticos, uma vez que assumem a função de fácies sedimentar, não se erodem com as condições hidrodinâmicas presentes, facilitando desta maneira o assoreamento da bacia.

Os *beach-rocks* submersos à altura da Praia do Meireles causam reflexão de ondas, embora as principais pareçam passar por cima, sem muita mudança. O movimento de ondas, provocado pelas *beach-rocks* tem uma influência determinante na distribuição da fácies mista (figura 7). Com águas claras pode-se ver o efeito de difração, também nos *beach-rocks*, em vôo razeante de 150 m.

Da mesma maneira, é visto o efeito da difração, quando as ondas contornam a ponta do molhe seguindo sem mudança de amplitude sobre a zona envolvente extrema da fácies arenosa. Depois, apresenta metade de sua altura original no braço difratado (águas sobre a fácies areno-argilosa) e somente um décimo de altura original na área próxima à fácies argilo-siltica (dados estimativos), quando há sedimentação das argilas.

CONCLUSÕES

1 — A concentração do material em suspensão, na época de chuva, não mostra decréscimo apreciável. Portanto a salinidade não influi na sedimentação local. As únicas causas

do aumento de volume do material em suspensão são o aporte dos rios e a ação dos ventos, que revolvendo os fundos pela agitação das ondas, causa a floculação do material já depositado.

2 — As zonas de sedimentação se distribuem em escala regressiva, à medida que se afastam da Ponta do Titã. A frente de onda proveniente da difração faz flocular o material de argila, para posterior deposição na zona em frente ao cais de atracação. Este material, por ter uma composição granulométrica muito fina e aderência das partículas, torna a fácies argilo-siltica invulnerável ao poder erosivo, com as condições hidrodinâmicas reinantes. Somente uma corrente de velocidade 15 cm/s poderia erodir sedimento apresentando esta textura.

3 — A área adjacente ao porto (molhe da Praia de Iracema) sofre os efeitos de reflexão e refração das ondas, causando agradação à altura da Praia do Meireles, danos na Praia dos Diários e contribuindo com movimento parecido a *rip-currents*, para o assoreamento da bacia principal do porto.

4 — O estudo das diversas fácies sedimentares, além de revelar direções tomadas pelos sedimentos, para formação dos bancos advindos do assoreamento, mostra que não há presença de correntes oceânicas, em virtude da ausência de foraminíferos planctônicos na bacia do porto. A distribuição dos sedimentos e consequente mapeamento do fundo, indicam que existem correntes tipo *rip-currents* e de deriva litoral, que são as principais causas do assoreamento.

5 — Todas as fácies sedimentares estão sujeitas à ação de arraste, com exceção da fácies argilo-siltica.

RECOMENDAÇÕES

1 — Os estudos de redistribuição de fácies sedimentares devem ser efetuados periodicamente, na Enseada do Mucuripe, devido a instabilidade dinâmica dos sedimentos.

2 — O controle do movimento direcional das correntes de fundo, na Enseada do Mucuripe, poderá ser feito através da medição da concentração de minerais pesados nos sedimentos e/ou presença de tório na fração areia.

3 — O atual sistema de dragagem, baseado na batimetria determinada por eco-sonda, não permite um bom estudo do processo de assoreamento do Porto do Mucuripe, devendo ser substituído pelo processo de varredura acústica.

4 — É necessário que o material de dragagens efetuadas na bacia do porto seja lançada em áreas mais afastadas, em direção norte, dos locais atualmente escolhidos para

este fim, por haver movimento de retorno dos sedimentos dragados, à bacia de evolução.

AGRADECIMENTOS

Nesta oportunidade, externamos os nossos agradecimentos ao Governo do Estado do Ceará, Capitania dos Portos do Estado do Ceará e Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis, que puseram à nossa disposição os necessários meios de transporte marítimo e aéreo, bem como pessoal auxiliar para trabalhos de campo e de cartografia, tornando possível a realização do presente estudo.

Também agradecemos à Escola de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, pela análise textural dos sedimentos, realizada no seu laboratório de Física dos Solos.

ABSTRACTS

The Mucuripe Harbour lies at Mucuripe Point, the most protuding geographical feature of Fortaleza — State of Ceará — Brazil. It has constantly been a target for sea currents, which reach the area intermitantly.

A large amount of sedimentation occurs in the evolution basin, especially with silt-clay facies, where there is floculation of the material, and sedimentation where it is very unlikely for erosion to happen. There are six main facies distributed at the embayment, which have been classified according to the triangular diagram.

Together with the individual action, the facies are the source of silting up throughout the embayment.

Waves are directly active in removing sediment due to hydrodynamic force exerted on bottom sediments by the oscillations near the bottom, and indirectly through the currents that the wave motion may create.

The suspended matter is a mixture of organic and inorganic particles, distributed throughout the water column, and those particles are alternatly being suspended and deposited. Its sources are the rivers inflows, the dunes reworking and local source as tidal scour, where the fluctuating tidal currents generate the periodic variation of size distribution.

Refraction, reflection and difraction have been observed at the embayment, in the barriers, and even in the submerged beach rocks that will cause reflections, even though the main waves seem to pass over them without visible change.

The processes of sedimentation at the embayment lead to suggest that there is a cycling period of silting up, in the evolution basin of the port.

The dredge sediment now being discharged near the area must be put farther to northwest from where it can not be carried back again towards the channels and basin, by creep moviments.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aratsuka, Y. & Seki, H. — 1968 — Investigations on use of High Strength Deformed Bars for Harbour Construction York Port. *Report of P.H.R.I.*, Yokosuka, 7 (1) : 79-80.

Bascon, W. — 1964 — *Waves and Beachs — the dynamics of the ocean surface*. Anchor Books, 267 pp., ilus., New York.

Coutinho, P. N. — 1961 — Estudo das Condições de Sedimentação do Porto de Recife. Tese de Graduação da Escola de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco, 29 pp., ilus.

Coutinho, P. N. — 1969 — Sedimentation dans L'Estuaire de Potengi — Natal (Nordest du Brésil). *Trabs. Oceanogr. Univ. Fed. Pe.*, Recife, 9 (11) : 41-49, 3 figs.

Goda, Y. — 1969 — Re-analyses of Laboratory Data on Wave transmission over Breakwaters. *Report of P.H.R.I.*, Yokosuka, 8 (3) : 3-18, 9 figs.

Guerreiro Júnior, J. — 1966 — Memória justificativa para implantação de um porto pesqueiro em Mucuripe — Fortaleza — Ceará. MECOR — SUDENE — Divisão de Documentação, 18 pp., Recife.

Morais, J. O. — 1968 — Contribuição ao Estudo dos Beach-Rocks do Nordeste do Brasil. *Trabs. Oceanogr. Univ. Fed. Pe.*, 9 (11) : 79-94, 2 figs.

Morais, J. O. & Souza, J. V. — 1971 — Transporte e Sedimentação de Dunas no Município de Fortaleza (Ceará — Brasil). *Estudos Sedimentológicos*, Natal 1 (1) : 73-81, 6 figs.

Ottman, F. C. — 1967 — *Introducción a la geología marina y litoral*. EUDEBA, 287 pp., 124 figs., Buenos Aires.

Poizat, C. — 1970 — Hydrodinamisme et Sedimentation dans le Golfe de Gabes (Tunisie) *Théthys*, Marseille, 2 (1) : 267-296.

Pompeu Sobrinho, J. — (1916) — 1962 — *Esbôço Fisiográfico do Ceará*. Imprensa Universitária, do Ceará, 2.^a ed., 219 pp., Fortaleza.

Postman, H. — 1965 — Water circulation and suspended matter in Baja California Lagoons. *Neth. J. Sea Res.*, Texel, 2 (1) : 566-604.

Pratt, R. M. — 1963 — Bottom currents on the Blake Plateau. *Deep Sea Res.*, 10 : 245-249.

Romanovsky, V. et al. — 1968 — *El Mar*. Editorial Labor. S. A., 693 pp. ilus., Barcelona.

Schubel, J. R. — 1971 — Tidal variation of the size distribution of suspended sediment at the station in Cheaseapeak Bay turbidity maximum. *Neth. J. Sea Res.*, Texel, 5 (2) : 252-266, 8 figs.

Veronis, G. — 1963 — Wind Driven and thermal Ocean Circulation *Trans. Am. Geophys.*, 44 (2) : 501-503.

Zeichtel, B. — 1970 — The quantity composition and distribution of suspended particulate matter in the Gulf of California. *Mar. Biol.*, Hamburg, 7 (4) : 305-318, 15 figs.

Zenkovich, V. P. — 1967 — *Processes of Coastal Development.*, Oliver and Boyd, 738 pp., 328 figs., Edinburg and London.