

DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS NA BAÍA DE SÃO JOSÉ, ESTADO DO MARANHÃO (BRASIL)

Paulo da Nóbrega Coutinho ⁽¹⁾

Departamento de Oceanografia
Universidade Federal de Pernambuco
Recife — Pernambuco — Brasil

Jáder Onofre de Moraes ⁽¹⁾

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

A Baía de São José está situada no litoral do Estado do Maranhão e, juntamente com as baías de São Marcos e Cumã, formam o Golfão Maranhense, onde as amplitudes de marés estão entre as maiores do litoral brasileiro. É limitada a oeste pela Ilha de São Luís, que a separa da Baía de São Marcos, e a leste pelas ilhas que formam a Baía de Tubarão. A Baía de São José é uma continuação do estuário do Rio Itapecuru, que atravessa regiões geológicas cujas diferenças se refletem tanto na morfologia como na distribuição das fácies sedimentares (figura 1).

Este trabalho procura definir as zonas fluvial e marinha de sedimentação, as quais podem decorrer de interferência direta do Rio Itapecuru ou de transporte de sedimentos marinhos retrabalhados pelas marés.

ASPECTOS FISIOGRAFICOS

A costa maranhense é classificada por Silveira (1968) como Amazônica Oriental, caracterizada por grande número de pequenos estuários encravados numa planície baixa.

A Baía de São José está circundada por três unidades morfológicas principais, classificadas segundo o Projeto Radam, em 1973.

A maior parte da secção do Rio Itapecuru neste trabalho acha-se encaixada numa superfície dissecada em forma de colinas suaves, modeladas nos sedimentos da Formação Itapecuru e Grupo Barreiras. Esta área é denominada Superfície Sublitorânea de Bacabal, onde a influência de marés é mínima.

A região rebaixada e alagadiça dos estuários dos rios Itapecuru, Mearim, Pindaré e Munim forma a Planície Flúvio-marinha, a qual está completamente envolvida pela superfície anteriormente citada.

A faixa de sedimentação recente, associada a uma série de ilhas, baías e canais, forma a atual linha de costa de direção geral NW-SE. É, portanto, a mais baixa das superfícies no litoral maranhense, interrompida pelo Golfão Maranhense que a separa em duas feições morfológicas bem distintas: os Lençóis Maranhenses, a sudeste, formados por extensos campos de dunas, condicionando o aparecimento de lagoas e pântanos; e as Reentrâncias Maranhenses, a nordeste, características de litoral afogado.

MORFOLOGIA DO ESTUÁRIO DO RIO ITAPECURU

A ocorrência de marés nos estuários é de fundamental importância para os processos sedimentológicos. O sistema de marés encerra dois aspectos fundamentais: as variações do nível das águas (maré dinâmica) e a penetração das águas salgadas que dá origem à maré de salinidade (Ottman, 1968).

Levando-se em conta a penetração da maré, que está associada a fatores batimétricos, sedimentológicos e hidrodinâmicos, foi possível definir as seguintes zonas:

a) *Zona fluvial* — está situada a montante da área de influência das marés, estando o Rio Itapecuru encaixado numa superfície de colinas suaves e apresentando vários meandros ao longo do seu curso. O leito do rio é coberto por sedimentos arenosos finos e argilosos que se originam da Formação Itapecuru e cuja coloração varia de rósea a vermelha. O transporte máximo se verifica durante o inverno e o escoamento se dá apenas por correntes fluviais, devido à inexistência de marés àquela altura.

b) *Zona estuarina superior* — está situada a jusante da zona fluvial até a cidade de Rosário. Parte do material em suspensão transportado pelo rio se deposita nesta zona e parte alcança a Baía de São José. O estuário apresenta ainda vários meandros com desen-

(1) — Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

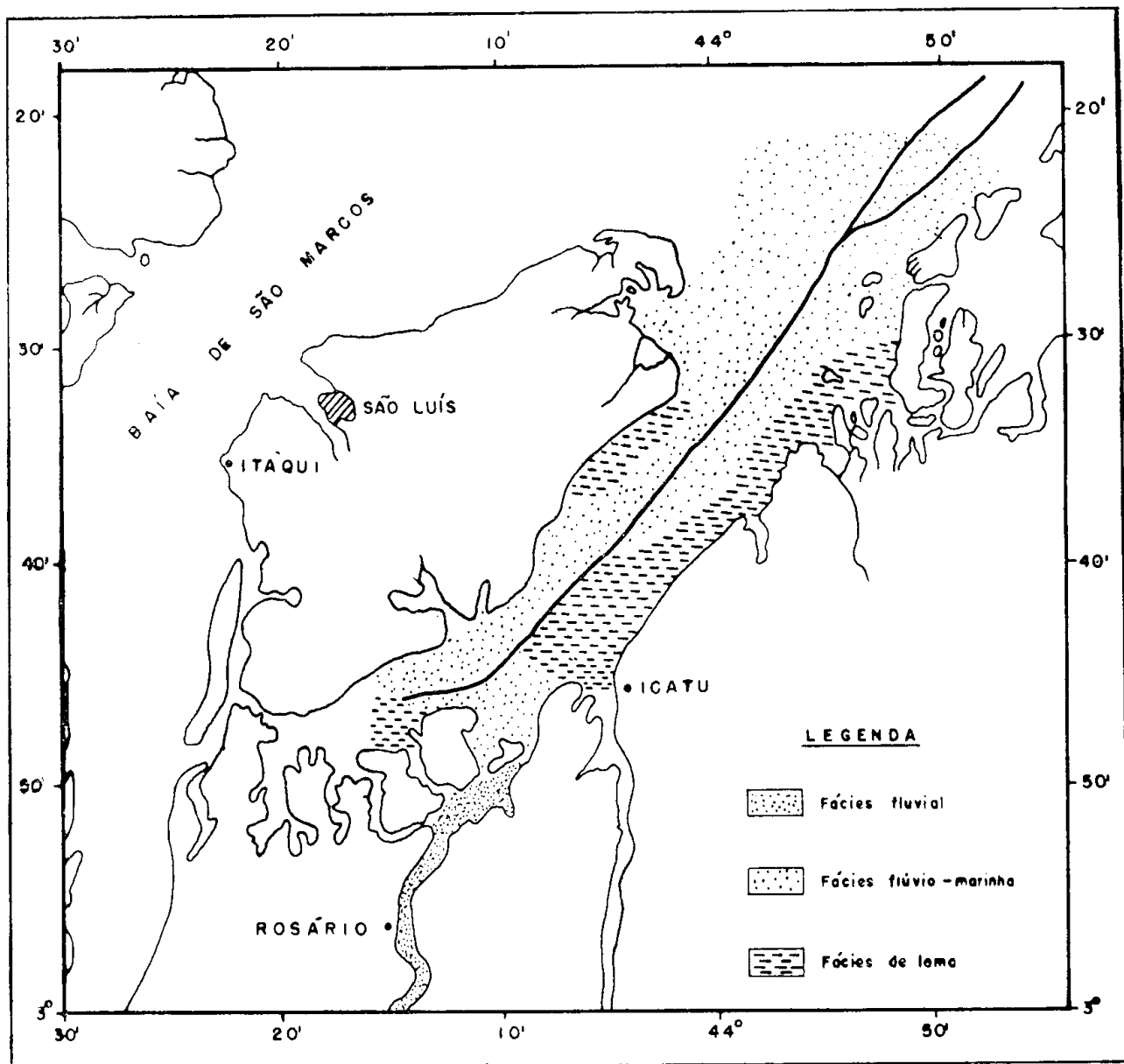


Figura 1 — Localização da Baía de São José, mostrando seus principais tipos de fácies sedimentares.

volvimento de “schorres” e “slikkes” típicos. A morfologia de fundo é dominada por um único canal assimétrico. Neste trecho do rio a influência de marés se faz sentir com maior intensidade.

c) *Zona estuarina inferior* — é o trecho que se estende da cidade de Rosário até a Baía de São José. Nesta região o rio é largo, com bancos arenosos e a morfologia de fundo um pouco mais complexa, com tendência à formação de canais secundários, separados por ondulações de areia e lama. Aparecem nesta região os sedimentos marinhos retrabalhados que se misturam com os da Formação Itapeturu. Caracteriza-se pela existência de correntes de maré importantes e um escoamento fluvial mais intenso nas cheias.

d) *Zona da embocadura* — localiza-se na própria Baía de São José, e nela a ação marinha é predominante.

BATIMETRIA

Para referência da determinação dos pontos batimétricos, foi escolhido o nível de baixa-mar no Porto de São Luís.

O canal principal (figura 2) está orientado no sentido NE-SW, desde a desembocadura do rio até próximo à extremidade da Ilha de São Luís. Sua maior profundidade está no centro da baía, chegando a atingir 18 metros. Em seu avanço a partir da extremidade norte da Ilha de São Luís em direção ao mar, este canal principal se subdivide em dois canais em virtude da migração dos sedimentos.

Observações mais recentes têm mostrado que esses canais mudam de posição estacionalmente, em virtude do movimento de sedimentos de fundo na entrada da baía. Este comportamento difere fundamentalmente da-

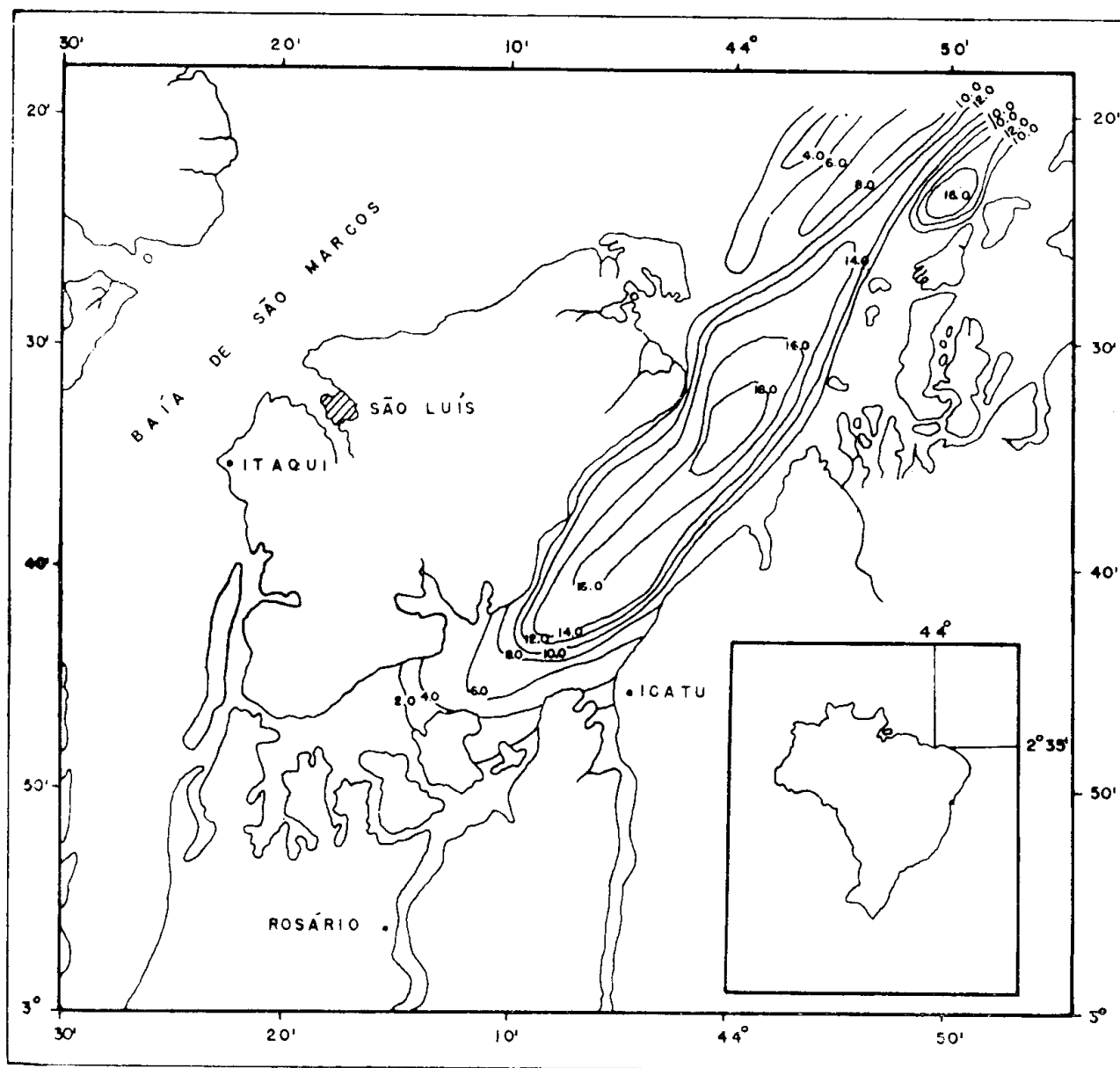


Figura 2 — Batimetria da Baía de São José, delineando as principais isóbatas e canais.

quele na Baía de São Marcos onde, embora haja também um movimento muito grande de sedimentos de fundo, prevalece o sistema de canal principal com grande profundidade (Morais, MS).

Mais para o interior da Baía de São José a topografia de fundo é plana, cortada apenas pelo canal principal. Há evidente assoreamento nesta região (Coutinho, 1977).

FACIES SEDIMENTARES

A natureza e distribuição das fácies sedimentares são controladas pelas interações entre os processos hidrodinâmicos, a morfologia de fundo, natureza e quantidade do material em suspensão (Schubel & Pritchard, 1971).

Levando-se em conta os resultados dos estudos granulométricos, associados a dados

morfológicos e hidrodinâmicos, foram identificadas as seguintes fácies: areia fluvial, areia flúvio-marinha e lama (figura 1).

Fácies de Areia Fluvial

Corresponde aos sedimentos que cobrem as zonas fluvial, estuarina superior e parte da estuarina inferior, e é constituída de areia com as seguintes características: granulação de média a fina; cor rósea-clara; isenta de carbonato de cálcio; grãos de quartzo manchados de óxido de ferro; e grau de seleção variando de regular a bom. Esse material resulta de retrabalhamento dos sedimentos da Formação Itapecuru que foram transportados pelo rio.

Localmente, nas partes côncavas dos meandros da zona estuarina ocorre deposição de lama nas margens, pela ação das marés, formando os aluviões do rio.

Fácies de Areia Flúvio-marinha

Esta fácies é representada pelas areias quartzosas fina e muito fina, bem selecionadas, de cor cinza-clara, com alguns fragmentos de conchas e grãos de arenito ferruginoso. É encontrada atapetando a maior parte do fundo da Baía de São José e da sua região estuarina inferior. É um sedimento de origem complexa, resultante do retrabalhamento de antigas planícies costeiras, com uma certa contribuição dos arenitos finos da Formação Itapecuru. A complexidade da morfologia e do sistema de correntes favorece a deposição de lama, que se incorpora às areias flúvio-marinhas da Baía de São José.

Fácies de Lama

Esta fácies é um sedimento fino, cinza-escuro, localizado especialmente na margem direita da baía e nos bancos. A participação relativa de lama no sedimento varia de 16 a 96%. Ocorre também na zona estuarina inferior, em torno das ilhas do delta, onde as variações de salinidade, associadas às maiores concentrações do material em suspensão, são responsáveis pela sua deposição. Caracteriza-se, desta maneira, uma fácies de decantação, sedimentada durante a turbidez máxima.

VARIAÇÕES GRANULOMÉTRICAS

Os depósitos que se encontram nos canais são formados de areia de média a fina, bem selecionada, enquanto os das margens são constituídos de uma mistura de lama e areia muito fina. Normalmente, o tamanho médio do grão diminui até a zona estuarina inferior, a partir de onde se verifica um aumento granulométrico em direção à zona externa. Este aumento é devido à contribuição dos sedimentos arenosos mais grosseiros do ambiente litoral, que são transportados pelas ondas e correntes para o interior da baía, formando bancos arenosos móveis à entrada da mesma (Coutinho, 1977).

Na zona fluvial dominam as areias do Rio Itapecuru, retrabalhadas pelas correntes fluviais. Devido à ação destas correntes ficam no leito do rio apenas as areias, enquanto o silte e a argila são transportados em suspensão e vão formar a fácies de lama das margens e das zonas interiores. Na região estuarina, as variações de salinidade são maiores, propiciando uma maior diversificação da fauna marinha e uma variedade de sedimentos, devido à grande complexidade das características morfológicas hidrodinâmicas. Neste aspecto tem particular importância a extensão da zona de turbidez máxima, que é responsável pela deposição da quase totalidade da lama nos estuários.

Na zona externa da desembocadura existem barras arenosas, bancos ou coroas à saída dos canais, formados à custa do material transportado pela baixa-mar e pelo complexo sistema de correntes.

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

As flutuações do regime hidráulico, associadas à morfologia e dinâmica estuarinas, dão origem a fundos constituídos de materiais heterogêneos nas várias secções do estuário.

Na maior parte dos estuários existe um sistema de circulação residual ou permanente, que representa o movimento de massa d'água, abstraído-se a influência das correntes de marés. Estas são reduzidas pelo fenômeno de advecção, associado aos gradientes verticais de densidade, dando lugar às correntes residuais, responsáveis pela distribuição de sedimentos.

Durante as cheias, a areia grossa e materiais associados podem ser transportados em suspensão, o que não acontece na época de estiagem, quando somente a areia fina, silte e argila são carregados.

O volume do material em suspensão apresenta as seguintes variações: zona fluvial, de 25 a 57 mg/l; zona estuarina, de 9 a 296 mg/l; e zona externa da Baía de São José, de 17 a 26 mg/l.

A zona de turbidez máxima está localizada a montante da intrusão salina e migra segundo as estações, em função da descarga fluvial e da maré. Por exemplo, no inverno, registrou-se no delta interior uma salinidade de 0,45‰, a mesma que, no período de estiagem, ocorre a montante da cidade de Rosário.

Sendo o período chuvoso o de maior contribuição fluvial e o de menor intrusão salina, as maiores concentrações de suspensões estão a jusante da zona estuarina inferior, onde se depositam, formando as fácies de lama e lama arenosa. Embora a maior penetração da maré ocorra durante a estiagem, a quantidade de material em suspensão transportada pelo rio é pequena. O sedimento fino de fundo, especialmente das margens da zona estuarina superior, será recolocado em suspensão e, posteriormente, depositado na Baía de São José. Portanto, o efeito combinado do aporte de suspensões e da circulação residual, o qual condiciona o acúmulo de material mais fino, provoca a zona de turbidez máxima situada a montante da intrusão salina, responsável pela deposição de lama (Berthois, 1965; Allen, 1971).

O transporte pelo fundo se dá por saltação e rolamento. Dada a grande homogeneidade das fácies sedimentares nas zonas fluvial e estuarina do Rio Itapecuru, é difícil precisar se ocorre, realmente, transporte de areia. Contudo, é provável que durante as enchentes se

verifique um pequeno deslocamento de areia fluvial para jusante, podendo chegar até o estuário inferior. Por outro lado, a velocidade das correntes de fundo na preamar pode ser superior à velocidade das correntes de jusante, impedindo o transporte de areia das zonas superiores para a Baía de São José.

CONCLUSÕES

1 — Foram definidos três tipos de fácies caracterizando os ambientes de predominância fluvial, flúvio-marinha e essencialmente marinha.

2 — A batimetria é delineada pela presença de um canal principal, que se bifurca à altura da margem nordeste da Ilha de São Luís. Há uma mudança periódica no posicionamento destes canais secundários em virtude da migração de bancos de areia.

3 — A batimetria e o tipo de fácies encontrados na Baía de São José indicam a ocorrência de transporte, ora para montante, ora para jusante, ou ainda em deslocamentos laterais em função do sistema de correntes.

4 — Durante a maré enchente as águas cobrem os "slikkes", agitando e pondo em suspensão a película superficial de lama, com elevada turbidez sobre as margens. Na estufa de preamar, as partículas em suspensão depositam-se em locais onde a agitação é mais fraca, isto é, nas margens e zonas abrigadas.

5 — Durante a maré vasante, as águas arrastam os sedimentos finos das margens para o canal.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Biologista Aldemir de Castro Barros a permissão de publicar os resultados obtidos na prospecção de fundos pesqueiros, utilizando o barco PROJEPE II.

SUMMARY

English title: Sediment distribution in São José Bay, State of Maranhão, Brazil.

The tidal range in the littoral of the State of Maranhão is one of the largest in Brazil. This fact brings about the lateral drift of sediments in its estuaries and bays which obstaculizes the navigation at their entrances.

This paper leads to the delimitation of the bathymetry of São José Bay together with the distribution of the sedimentary facies of marine and fluvial influence. The upper, medium and lower zones of Itapecuru River's estuary have been delineated in the light of the textural aspects of their sediments.

BIBLIOGRAFIA

Allen, G. P. — 1971 — Relationships between grain size parameters, distribution and current pattern in the Gironde Estuary (France). *Jour. Sed. Petrol.*, Tulsa, 41 (1) : 74-78.

Berthois, L. — 1965 — *Technique d'étude estuarienne*, Centre Documents Universitaires, 144 pp., illus., Paris.

Coutinho, P. N. — 1977 — Estudo sedimentológico das reentrâncias do litoral maranhense. Relatório interno, PROJEPE, 15 pp., Recife.

Morais, J. O. — MS — Evolução geológica da Baía de São Marcos.

Ottman, F. — 1968 — L'étude de problèmes estuariens. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dynam.*, Paris, 10 (4) : 329-353.

Schubel, J. R. & D. W. Pritchard — 1971 — What is an estuary, 11 pp. In *The estuarine environment — estuaries and estuarine sedimentation*. American Geological Institute, 169 pp., illus., Falls Church.

Silveira, J. D. — 1968 — O litoral e o Atlântico Sul, pp. 253-305, 6 figs. In A. Azevedo, *Brasil a Terra e o Homem*, 2.^a ed., vol. 1, 607 pp., 78 figs., 148 pls., São Paulo.