

MATERIAL EM SUSPENSÃO, TEMPERATURA E SALINIDADE  
NO ESTUÁRIO DO RIO MAMUCABA-PE

LUIZ LIRA  
Prof. Assistente do Dep.de  
Pesca da UFRPE. Bolsista  
do CNPq.

MARIA CONSUELO ZAPATA  
Acad.do Curso de Eng.de Pes-  
ca da UFRPE. Bolsista do  
CNPq.

IZA MARIA DE MELO FALCÃO  
Bióloga Estagiária do Dep.  
de Pesca da UFRPE.

ARISTIDES VITORINO DE OLIVEIRA  
JUNIOR  
Acad.do Curso de Eng. de  
Pesca da UFRPE.

*O estuário do rio Mamucaba não apresenta estratificação de temperatura e salinidade nas suas águas. Os sedimentos lamosos nas suas margens fornecem importante quantidade de calor para o estuário juntamente com a descarga líquida do rio Mamucaba, principalmente na baixa mar. O material em suspensão mostra valores médios altos entre 60,20 mg/l e 25,80 mg/l para o inverno e verão respectivamente. O material em suspensão, salinidade e velocidade das águas variam de forma direta sendo exceção apenas alguns momentos da baixa-mar onde parece existir importante processo de floculação. A influência marinha proveniente da Baía de Tamandaré para o estuário atualmente é pequena, o que acarreta a grande diluição de suas águas pelas águas oriundas a montante do estuário.*

### INTRODUÇÃO

Foram estudadas as variações de salinidade, da temperatura, da velocidade da corrente e do material em suspensão no estuário do Rio Mamucaba, como também a natureza e distribuição dos sedimentos, visando conhecer o comportamento da massa d'água, a cobertura sedimentar nesse ambiente e fornecer

subsídios ecológicos, no que concerne às características físicas, químicas e geológicas para outros estudos que visem a implantação de cultivo de formas aquáticas de valor comercial na área.

O rio Mamucaba é de pequeno porte e nasce no Município de Rio Formoso no Estado de Pernambuco. Sua nascente situa-se a 15,5 quilômetros da Baía de Tamandaré, onde deságua. No seu alto curso possui várias corredeiras, onde aflora o embasamento cristalino que fornece grande parte dos sedimentos, de natureza fundamentalmente quartzosa que atapetam sua calha.

O estuário do Mamucaba estende-se cerca de 3.100 metros para o continente (fig. 1). Pode ser classificado, segundo o modo de formação de sua bacia, como estuário de restinga e, no sentido de STOMMEL (1961), como bem misturado (verticalmente homogêneo).

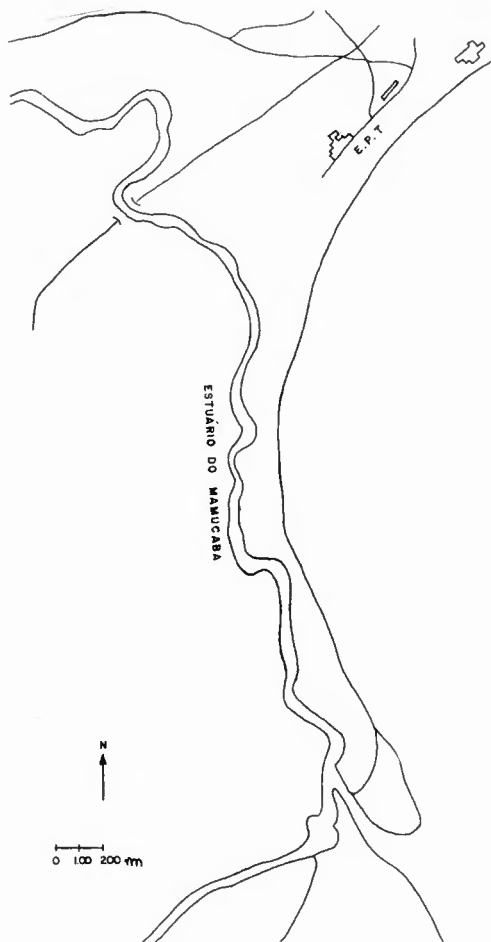
Os resultados relativos à massa d'água devem ser considerados ainda como preliminares, porque as amostras foram somente tomadas na superfície e durante dois ciclos completos de maré em um dia de inverno e outro de verão. Entretanto, os resultados do material em suspensão mostram-se compatíveis com os estudos que estão sendo realizados pelos autores em outro estuário nas proximidades da área.

#### METODOLOGIA

As amostras foram colhidas em 5 estações, marcadas com auxílio da Carta Náutica nº 905 da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. Coletaram-se 5 amostras de sedimentos nas estações, as quais serviram também para coleta de amostras d'água (fig. 1).

Os sedimentos superficiais foram apanhados com um amostrador semelhante ao de GIBBES, com as seguintes características: forma cilíndrica com 12 centímetros de diâmetro e 25 centímetros de altura, fechado em uma das bases, possuindo uma argola numa das extremidades amarrada a um fio de nylon. Em virtude da pequena profundidade, baixa energia das águas e o tipo de material existente no estuário do Mamucaba, o amostrador ofereceu rendimento satisfatório, da ordem de 250-300 cm<sup>3</sup> de material por coleta.

Fig. 1 - Mapa de Localização



O material geológico coletado foi trabalhado em laboratório, onde se separaram por processo de análise mecânica as frações cascalho, areia e silte mais argila.

Dados de temperatura, salinidade, velocidade da corrente e material em suspensão foram registrados em todas as estações simultaneamente com intervalos de 1 hora durante 1 ciclo completo de maré. As amostras foram colhidas em um dia de inverno (com intensa pluviosidade e baixa insolação) e um de verão (ausência de chuva e intensa insolação).

A primeira coleta foi realizada no dia 1977.06.07 e, a segunda, que corresponde ao dia de verão, foi efetuada no dia 1977.11.04.

Para determinação da salinidade utilizou-se o salinômetro Marca YSI Modelo 33.

A medição da temperatura foi realizada no campo, no instante da coleta.

Para determinação da velocidade da corrente, utilizou-se o método do flutuador.

A coleta para o material em suspensão foi feita retirando-se com um balde amostras d'água de superfície. Recolheu-se um litro de água para cada amostra. O tratamento para a quantificação do material sólido transportado foi realizado em laboratório. Filtraram-se as amostras em papel de filtro previamente pesados sem umidade e levaram-se estes filtros à estufa, onde permaneceram 8 horas à temperatura de 80<sup>o</sup>C para retirar a umidade. Posteriormente foram pesados os filtros mais amostras e calculou-se por diferença a quantidade total de material em suspensão.

Os trabalhos de laboratório foram efetuados no laboratório de Oceanografia Abiótica do Departamento de Pesca da UFRPE.

#### TEMPERATURA E SALINIDADE

O calor absorvido pelas águas provém da radiação solar. As águas estuarinas são aquecidas "in situ", mas as trocas de calor são processadas através do fluxo de água salgada que penetra no ambiente estuarino na preamar e pela descarga de água doce do rio. As variações de temperatura nos estuários são função

da temperatura de água do rio, do fluxo de água salgada, da profundidade do estuário, da precipitação pluviométrica na bacia e da latitude do local.

Sendo o estuário do Mamucaba de pouca profundidade (média de 2 metros), registrou-se uma amplitude considerável de temperatura. Essa variação chegou a 5.50°C no período de verão e 3.30°C no inverno. Um outro fator que contribui para as trocas de calor no estuário do Mamucaba e conseqüentemente para as variações de temperatura de suas águas, é a existência de mangues nas suas margens. A exposição dos sedimentos lamosos de coloração escura do mangal aos raios solares, na baixa-mar, faz com que a lama absorva grande quantidade de calor. Essa quantidade de calor contida na lama é cedida às águas por ocasião da maré dinâmica. O menor volume de água presente no estuário na baixa-mar contribui também para a variação da temperatura, porque o calor oriundo da insolação é dissipado numa menor lâmina d'água.

A variação sazonal de temperatura no entanto, foi pequena, em torno de 1.650°C e menor do que a variação diurna. Não poderia se ter uma variação sazonal maior do que a diurna, devido a latitude da área (8043'35"S), onde a altura do sol em relação ao horizonte não apresenta muita diferença ao longo do ano.

No estuário do Mamucaba a média de temperatura da água no inverno foi de 27,350°C e 29,000°C no verão, sendo a média de 29,000°C para todo período estudado.

O teor de sais dissolvidos nas águas do estuário do Mamucaba, registrada aqui em termos de salinidade, não apresentou valores médios altos. Isto é, uma conseqüência da pequena penetração da intrusão salina na preamar e da diluição das suas águas pelo rio. A direção paralela à costa do estuário associada à existência de bancos arenosos na sua desembocadura e a pequena amplitude das marés (1.24 metros) na região, impedem uma maior influência marinha para o continente. Por isso, o estuário do rio Mamucaba é de pequena extensão, onde a incursão máxima da maré salina, no período estudado, foi de apenas 3.100 metros.

Embora no Mamucaba não se tenham verificado valores médios altos de salinidade verificou-se uma variabilidade muito grande nos dados obtidos. Este aspecto está relacionado à grande diluição das águas exercida pelo rio na baixa-mar. A variação da

salinidade foi de  $31.5^{\circ}/\text{oo}$  na preamar, contra  $0.5^{\circ}/\text{oo}$  na baixa mar, para a estação mais próxima da foz. No verão, para a mesma estação, o máximo de salinidade atingiu  $21^{\circ}/\text{oo}$  na preamar e  $1.9^{\circ}/\text{oo}$  como valor mínimo.

Merece destaque a brusca diminuição da salinidade ao longo do estuário no começo da descida da maré. Na estação 1, por exemplo, a salinidade caiu de  $27.5^{\circ}/\text{oo}$  para  $9^{\circ}/\text{oo}$ . É provável que as águas fluviais tenham caminhado sobre as de maior densidade, nesse intervalo de tempo, antes mesmo do retorno da água salgada para a Baía de Tamandaré. Esse fenômeno está ligado ao sistema de circulação do estuário, mas não implica na presença de estratificação vertical de salinidade, uma vez que a mistura das águas se dá logo em seguida, como ficou evidenciado quando da execução de perfis verticais. Estes perfis permitiram classificar o estuário do Mamucaba como bem misturado, verticalmente homogêneo.

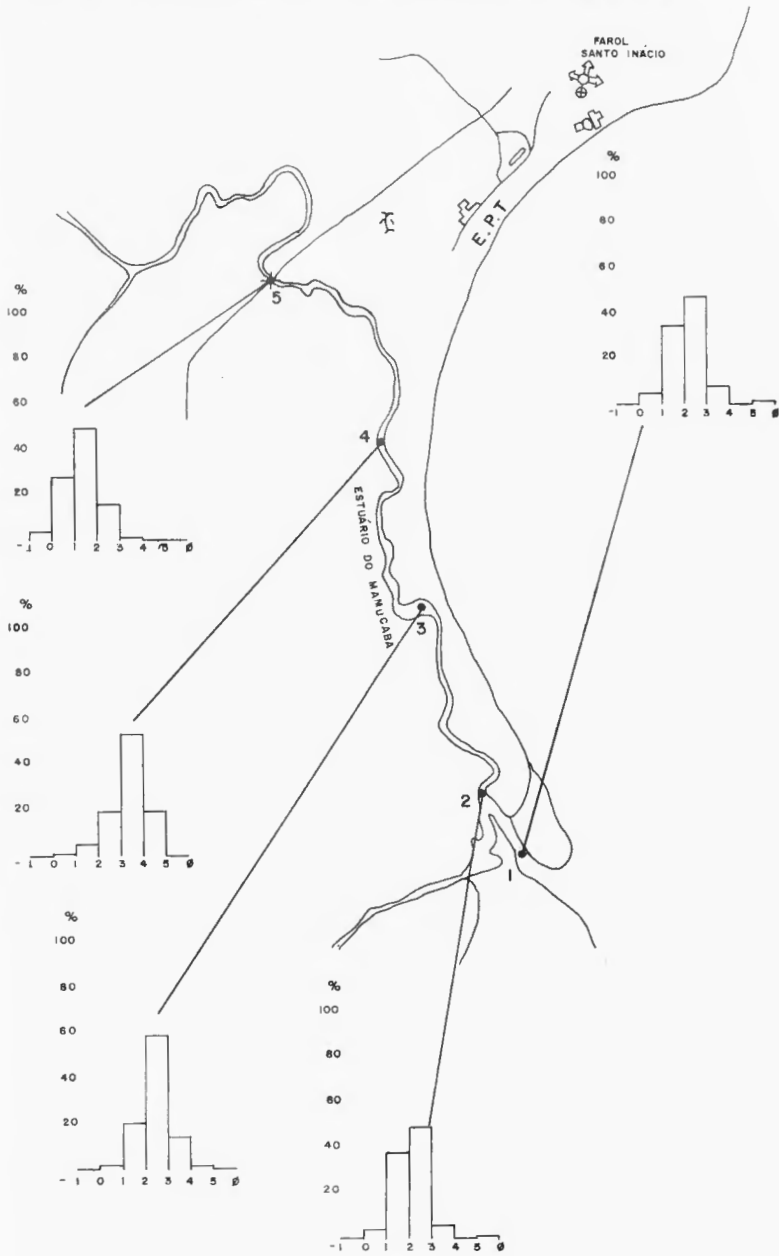
#### COBERTURA SEDIMENTAR, MATERIAL EM SUSPENSÃO E DINÂMICA DAS ÁGUAS.

Os sedimentos que recobrem a calha do estuário do Mamucaba são na sua maioria formados por grãos quartzosos tamanho areia, angulosos e brilhantes. Os resultados obtidos da análise mecânica evidenciaram o domínio de areia média ao longo do estuário sobre outros constituintes da escala de Wentworth (fig. 2). Tal predomínio acontece nas estações mais próximas da Baía de Tamandaré. Na estação 4, domina a areia fina, estando esse fato relacionado à menor dinâmica das águas no local e ao menor conteúdo de sais dissolvidos na água.

A figura 2, informa sobre a resposta dos sedimentos à energia do ambiente. A existência de sedimentos mais grosseiros no fundo do estuário, contra materiais mais finos na sua foz reflete menor energia no local e moderada contribuição marinha proveniente da Baía de Tamandaré no presente.

Pequena quantidade de constituintes orgânicos de origem marinha no entanto foram constatados nos sedimentos do estuário. Fragmentos de Halimeda, Lamelibranquios, Briozoários e Gastrópodos indicam transporte de fundo da Baía de Tamandaré para o estuário do Mamucaba, em épocas passadas. Deve-se salientar que os

Fig. 2 - Histogramas da Composição Granulométrica



biocomponentes identificados mostram-se muito desgastados, perfurados e com coloração escura, o que não corresponde aos encontrados na Baía de Tamandaré.

O material em suspensão no estuário do Mamucaba é a soma das partículas fornecidas pelo rio, do aporte do material trazido pela Baía de Tamandaré e dos sólidos que ficam em suspensão dentro do próprio estuário devido à dinâmica das águas.

Dessas fontes, a de menor importância é a Baía de Tamandaré, que fornece material de natureza orgânica representado pelo plancton e sólidos minerais provenientes de manchas lamosas que recobrem o fundo da Baía. O pequeno fornecimento de material em suspensão da Baía para o estuário deve-se à baixa concentração de material nesse ambiente. Por outro lado os materiais em suspensão presentes na Baía e no estuário são diferentes, na Baía predominam grãos minerais granulometricamente maiores do que os do estuário. As partículas suspensas no estuário são predominantemente de natureza inorgânica na forma de agregados.

Os valores médios do material em suspensão no estuário do Mamucaba estão entre 60,20 mg/l e 25,80 mg/l, para o inverno e verão respectivamente. Estes valores podem ser considerados elevados quando comparados com outros cursos d'água da região a exemplo dos rios Igarassu, Botafogo e Arataca estudados por LIRA<sup>1</sup> (1975). Parece que essa quantidade alta de material em suspensão é uma característica da área relacionada à ocorrência de solos produtos de alteração de rochas cristalinas ao Sul de Recife.

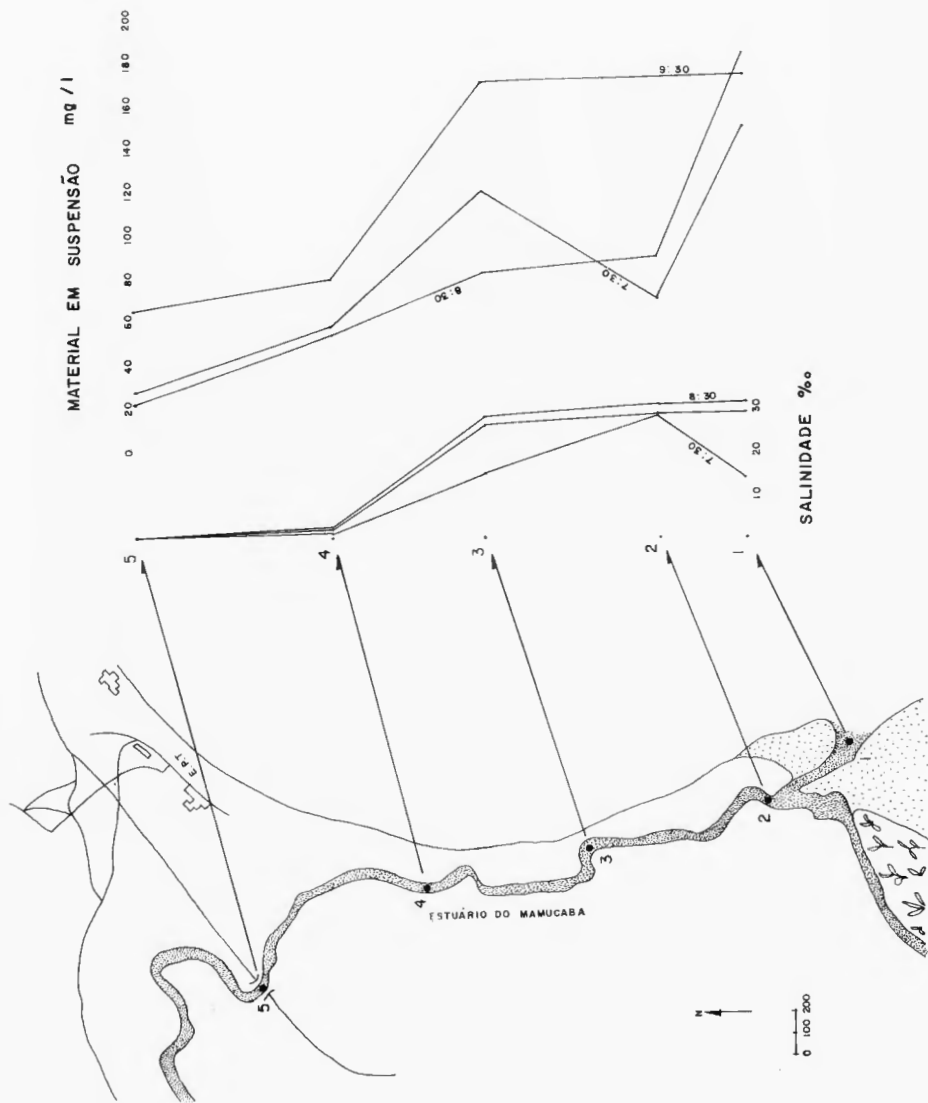
ZAPATA & LIRA<sup>4</sup> (no prelo), encontraram para o estuário do Rio Formoso, curso d'água de maior porte nas proximidades do Mamucaba, valor médio de 111,33 mg/l de sólidos em suspensão.

As maiores concentrações no Mamucaba, foram verificadas nas estações próximas à foz, onde o máximo foi de 180 mg/l. Essa quantidade maior de material em suspensão é devido, em grande parte, ao suprimento de material fornecido pelo rio do Brejo e não da Baía de Tamandaré como poder-se-ia supor à primeira vista.

A quantidade dos sedimentos em suspensão no Mamucaba varia de forma direta com a salinidade, como pode ser visto na figura 3. Essa relação direta é devida entre outros fatores, à resuspensão de partículas depositadas no leito do estuário, devi-



Fig. 3 - Salinidade. Material em Suspensão



do a dinâmica das águas e ao retorno de material em suspensão ao mesmo na preamar.

As menores concentrações na quantidade de material em suspensão no Mamucaba foram verificadas entre 0,5 e 2<sup>o</sup>/oo de salinidade, sugerindo importante processo de floculação no estuário.

Essa hipótese fica reforçada pela concentração de 70 mg/l de material em suspensão a montante do estuário (estação 5), contra valores de 44 mg/l e 8 mg/l nas estações 4 e 3 respectivamente, no mesmo instante de maré (baixa-mar). É provável que grande parte desse suprimento fluvial de sólidos em suspensão se depositem na zona de mistura água doce-salgada pelo processo de floculação.

Experimentos de laboratório realizados por ROCHFORD, (1951); McCoy *et alii* (1963); NEDECO (1965) apud MEADE<sup>5</sup> e POSTMA<sup>5</sup> (1967), verificaram que o fenômeno da floculação se dá com maior intensidade para concentrações de 0,030 a 5,44<sup>o</sup>/oo de salinidade, e que conseqüentes aumentos no teor de sais dissolvidos acima de 5,44<sup>o</sup>/oo de salinidade usualmente não causam, um aumento significativo no grau de floculação. É conhecido que o processo de floculação depende também da composição e concentração do material em suspensão, assim como da agitação das águas. É importante salientar que no Mamucaba, as menores concentrações de material em suspensão e os mais baixos valores de salinidade coincidiram com a velocidade máxima de refluxo (tabelas 1 e 2).

De um modo geral, a quantidade de material em suspensão varia diretamente com a velocidade das águas. Este fato foi mais evidente no inverno (início da preamar), como mostra a figura 4. Somente a quantidade de material em suspensão mostrou relação inversa com a velocidade, no período onde observou-se indícios de processo de floculação no estuário.

Fig. 4 - Velocidade. Material em Suspensão

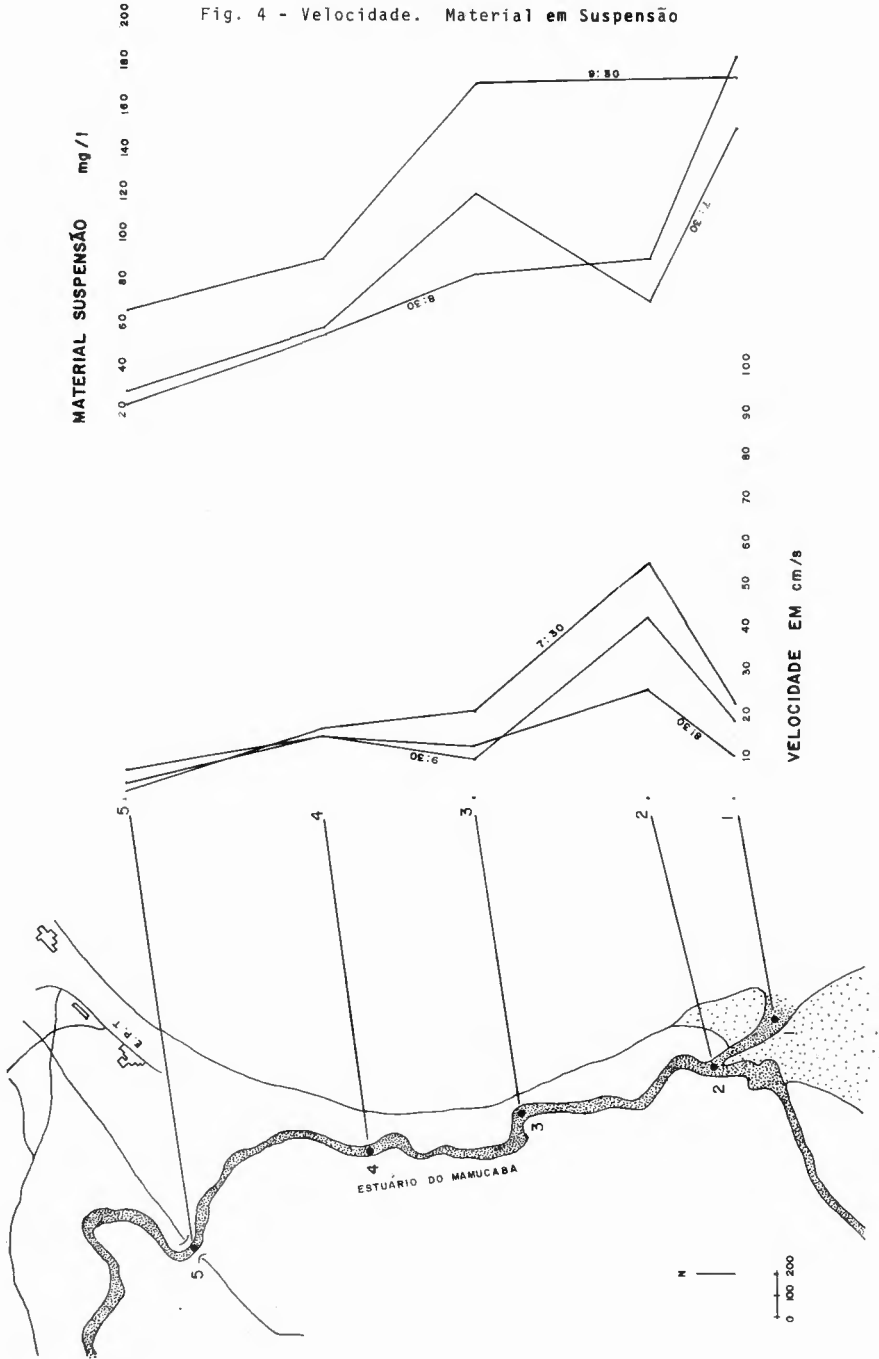


Tabela 1 - Inverno (1977.06.07)

AMOSTRA	ESTAÇÃO	HORA	SALINIDADE em o/oo	MAT. SUSPENSÃO em mg/l	VELOC. Cm,s	TEMP. em °C
01		7:30	14	155	22	27,2
02		8:30	31,5	185	20	27,3
03		9:30	29,2	175	18	27,4
04		10:30	27,5	74	25	27,6
05		11:30	9,8	75	33	27,8
06	01	12:30	1,8	56	22	28,0
07		13:30	0,8	34	20	28,2
08		14:30	0,5	64	22	28,2
09		15:30	1,5	66	31	27,8
10		16:30	0,9	70	25	26,8
11		17:30	0,8	56	08	26,2
12		18:30	3,8	71	-	25,8
<hr/>						
13		7:30	28	71	55	27,2
14		8:30	31	90	25	27,3
15		9:30	28,5	174	42	27,2
16		10:30	23	138	71	28,0
17		11:30	9,5	59	10	27,9
18	02	12:30	2,9	14	71	28,0
19		13:39	1,9	37	45	28,4
20		14:30	1,9	51	62	29,0
21		15:30	1,9	32	25	29,1
22		16:30	1,9	30	33	28,6
23		17:30	2,1	33	04	27,7
24		18:30	1,1	54	-	25,8

Tabela 1 (Continuação) - Inverno (1977.06.07)

AMOSTRA	ESTAÇÃO	HORA	SALINIDADE em ‰	MAT.SUSPENSÃO em mg/l	VELOC. Cm,s <sup>-1</sup>	TEMP. em °C
25		7:30	14,9	121	20	26,2
26		8:30	28,0	83	12	27,1
27		9:30	26,0	172	09	27,2
28		10:30	14,2	106	25	27,2
29		11:30	3,2	57	30	27,2
30	03	12:30	0,5	08	30	28,1
31		13:30	0,3	77	25	28,8
32		14:30	0,5	40	25	29,2
33		15:30	0,9	35	23	29,2
34		16:30	0,1	36	22	28,6
35		17:30	0,1	43	21	27,8
36		18:30	0,1	54	-	-
37		7:30	1,4	58	16	24,8
38		8:30	2,5	55	14	25,2
39		9:30	2,0	89	14	27,0
40		10:30	1,0	42	18	26,5
41		11:30	0,0	54	38	27,0
42	04	12:30	0,0	44	41	28,1
43		13:30	0,0	57	35	28,6
44		14:30	0,0	37	38	28,6
45		15:30	0,0	07	38	28,1
46		16:30	0,0	32	33	27,7
47		17:30	0,0	69	35	27,0
48		18:30	0,4	57	29	26,8

Tabela 1 (Conclusão) - Inverno (1977.06.07)

AMOSTRA	ESTAÇÃO	HORA	SALINIDADE em ‰	MAT.SUSPENSÃO em mg/l	VELOC. Cm s <sup>-1</sup>	TEMP. em °C
49		7:30	0,0	28	01	25,0
50		8:30	0,0	22	00	25,4
51		9:30	0,0	66	03	26,2
52		10:30	0,0	49	14	26,8
53		11:30	0,0	49	20	27,9
54	05	12:30	0,0	70	25	28,0
55		13:30	0,0	34	20	28,0
56		14:30	0,0	75	25	28,2
57		15:30	0,0	47	25	28,0
58		16:30	0,0	76	25	27,5
59		17:30	0,0	69	16	26,4
60		18:30	0,0	77	16	26,2

Tabela 2 - Verão (1977.11.04)

AMOSTRAS	ESTAÇÃO	HORA	SALINIDADE em ‰	MAT.SUSPENSÃO em mg/l	VELOC. Cm s <sup>-1</sup>	TEMP. °C
01		7:00	12	48	18	26,0
02		8:00	19	68	22	27,5
03		9:00	21	65	10	28,0
04		10:00	20,5	66	08	29,0
05		11:00	11,2	37	20	29,0
06	01	12:00	6,9	31	40	29,5
07		13:00	6,8	34	50	29,5
08		14:00	3,1	-	33	30,5
09		15:00	2,0	20	30	31,0
10		16:00	1,9	-	22	30,0
11		17:00	1,8	13	20	29,0
13		7:00	4,0	50	20	27,0
14		8:00	15,5	09	25	26,5
15		9:00	20,5	05	20	28,0
16		10:00	16,0	40	14	28,0
17		11:00	17,0	08	14	29,0
18	02	12:00	12,5	26	22	29,0
19		13:00	10,0	19	25	32,0
20		14:00	4,0	12	20	31,5
21		15:00	3,0	20	14	31,0
22		16:00	2,8	-	17	31,0
23		17:00	3,0	13	17	30,0

Tabela 2 (Continuação) - Verão (1977.11.04)

AMOSTRAS	ESTAÇÃO	HORA	SALINIDADE em ‰	MAT.SUSPENSÃO em mg/l	VELOC. Cm s <sup>-1</sup>	TEMP. °C
25		7:00	3,2	-	18	26,0
26		8:00	3,9	17	26	26,0
27		9:00	12,5	24	16	27,0
28		10:00	15,1	11	04	28,0
29		11:00	5,5	08	11	29,0
30	03	12:00	4,1	02	16	29,5
31		13:00	2,1	-	30	31,0
32		14:00	1,0	-	28	31,5
33		15:00	1,2	-	33	31,5
34		16:00	2,0	15	30	31,0
35		17:00	2,1	-	28	30,0
37		7:00	0,8	40	10	27,0
38		8:00	0,9	-	00	26,0
39		9:00	1,2	07	10	27,5
40		10:00	1,0	01	00	28,0
41		11:00	0,5	15	06	29,0
42	04	12:00	0,9	02	16	29,5
43		13:00	0,9	-	26	32,0
44		14:00	1,0	-	40	31,5
45		15:00	1,70	22	20	30,0
46		16:00	2,0	36	20	29,0
47		17:00	1,5	37	26	29,0



Tabela 2 (Conclusão) - Verão (1977.11.04)

AMOSTRAS	ESTAÇÃO	HORA	SALINIDADE em ‰	MAT.SUSPENSÃO em mg/l	VELOC. Cm s <sup>-1</sup>	TEMP. °C
49		7:00	0,0	15	05	26,0
50		8:00	0,0	06	13	26,5
51		9:00	0,0	17	00	27,0
52		10:00	0,0	23	00	28,5
53		11:00	0,0	08	00	29,0
54	05	12:00	0,0	11	04	30,5
55		13:00	0,0	24	12	31,0
56		14:00	0,0	03	06	31,0
57		15:00	0,0	18	14	30,0
58		16:00	0,0	31	09	29,0
59		17:00	0,0	08	07	27,5

## CONCLUSÕES

O estuário do Mamucaba não apresenta estratificação de temperatura e de salinidade, podendo ser classificado como verticalmente homogêneo (bem misturado).

A exposição de sedimentos lamosos de coloração escura nas margens do estuário, faz com que a lama absorva grande quantidade de calor solar que é cedida às águas por ocasião da maré alta. Na maré baixa, o menor volume da água no estuário contribui também para o aumento da temperatura de suas águas.

A direção paralela à costa do estuário do rio Mamucaba associado à existência de bancos arenosos na sua desembocadura e a pequena amplitude das marés (1,24 metros) na região, impedem uma maior influência marinha no Mamucaba. No período estudado, a penetração da maré salina foi de 3.100 metros.

A presença de biocomponentes desgastados e de coloração escura de origem marinha nos sedimentos do estuário do Mamucaba reflete muito mais incursões marinhas no passado do que no presente, uma vez que as marés da região não tem força suficiente para um transporte efetivo de sedimentos, arrastando pelo fundo da Baía para o estuário.

A quantidade de sedimentos em suspensão no estuário do Mamucaba varia diretamente com a dinâmica das águas onde são colocados em resuspensão partículas depositadas no leito do estuário. As menores concentrações de sólidos em suspensão foram constatadas entre 0,5 e 2‰ de salinidade (baixa-mar), o que sugere importante processo de floculação no estuário. Este problema contudo merece estudo de detalhe para comprovar a deposição de finos devida à baixa salinidade e elevada dinâmica do ambiente.

Um estudo sobre os minerais de argila e da taxa de sedimentação ajudaria sem dúvida na definição do problema da floculação no estuário do rio Mamucaba.

## ABSTRACT

*The Mamucaba river estuary study revealed neither stratification of temperature nor salinity. The mud sediments of its shores and the discharge of the Mamucaba river, mainly at low*

tide, contribute a significant quantity of heat to the estuary. The suspended material shows high mean values of 60.20 mg/l and 25.80 mg/l for the winter and summer time respectively. The suspended matter and salinity vary directly with water velocity, excepting at times at low tide when the fine material in suspension seems to flocculate. The influence of Tamandaré Bay on the estuary is at present, small. Because of this, the dilution effect of on the estuary is great.

#### BIBLIOGRAFIA

1. LIRA, Luiz. *Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente a ilha de Itamaracá-PE*. Porto Alegre, 1975. 120 p. Tese de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2. MEADE, Robert H. Relations between suspended matter and salinity in estuaries of the Atlantic Seaboard, U.S.A. Massachusetts, Woods Hole Oceanographic Institute, 1968. Separata do *Geochemistry, Precipitation, Evaporations, Soil-moisture, Hydrometry*, 4:96-109, Sept./Oct. 1967.
3. —. *Transport and deposition of sediments in estuaries*. Massachusetts, The Geological Society of America, 1972. (Memoir, 133). p. 91-120.
4. ZAPATA, Maria Consuelo & LIRA, Luiz. *Material em suspensão no estuário do Rio Formoso*. No prelo.
5. POSTMA, Hendrik. Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment. In: LAUFF, George H. ed. *Estuaries*. Washington, American Association for the Advancement of Science, 1967. (Publication, 83). p. 158-79.