

ASPECTOS DA POLUIÇÃO MARINHA EM FRENTE AO MUNICÍPIO DE FORTALEZA

Maria da Conceição Caland-Noronha
Jáder Onofre de Moraes

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

Este trabalho trata da poluição marinha em frente ao município de Fortaleza (Estado do Ceará — Brasil), através da determinação dos índices colimétricos, em águas imediatamente adjacentes às praias.

Na legislação brasileira, o Decreto n.º 50.877, de 29 de julho de 1961, que dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas, conceitua como poluição das águas "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas das águas, que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar das populações e ainda comprometer a sua utilização para fins agrícolas, industriais, comerciais, recreativos, e, principalmente, à existência normal da fauna aquática".

Esperamos poder contribuir, pelos resultados que serão apresentados, para orientar os setores competentes do Poder Público, com vistas à definição de medidas destinadas à prevenção e controle da poluição das águas que banham as praias do município de Fortaleza, mantendo-as em condições sanitárias apropriadas a fins recreativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O material em que se fundamenta o presente trabalho constou de 67 amostras d'água superficial (aproximadamente com 50 cm de profundidade), coletadas no período de março a outubro de 1971, em frente ao município de Fortaleza. Foram traçados 2 perfis distanciados de 500 metros e paralelos a praia, desde a barra do Rio Cocó até a do Rio Ceará (figura 1). Consideramos área I as praias compreendidas entre a barra do Ceará e Porto de Mucuripe e área II correspondente às praias situadas desde o Porto de Mucuripe até a barra do Rio Cocó.

A localização das estações, no perfil próximo às praias, foi feita através do odômetro de viatura pertencente ao Laboratório de Ciências do Mar; para o perfil mais afastado, utilizamos uma lancha da Capitania dos Portos do Ceará.

As análises efetuadas destinaram-se a determinar o número total de bactérias coliformes e identificação pelo IMVIC — indol, vermelho de metila, Voges Proskauer e citrato —, determinação de oxigênio e temperatura YSI Mod. 51, determinação de pH em potenciômetro Coleman 39, levando em consideração a hora da coleta e tipo de maré.

As amostras foram coletadas em frascos de cor âmbar, esterilizados, de rólha esmerilhada, com capacidade para 500 ml, acondicionados em caixas isotérmicas, e logo após levados ao laboratório, onde procedemos as análises.

Com a finalidade de facilitar a homogeneização da água, cada frasco foi preenchido somente até 3/4 do seu volume.

O tempo decorrido entre a obtenção das amostras e o início dos trabalhos de laboratório foi no máximo de 3 horas.

Para a contagem total de bactérias por mililitro, utilizamos a gelose nutritiva, segundo Persone & Pauw (1968).

O material de cada diluição foi semeado em duplicata e incubado à temperatura de 20°C \pm 0,5. A leitura foi feita após uma semana.

A determinação quantitativa de coliformes foi realizada pelo teste presuntivo, usando-se 5 tubos de caldo lactosado para os seguintes volumes de água: 10 ml, 1,0 ml e 0,1 ml. A leitura do NMP — número mais provável —, foi dado pelo número de tubos com produção de gás, de acordo com Sharf (1966).

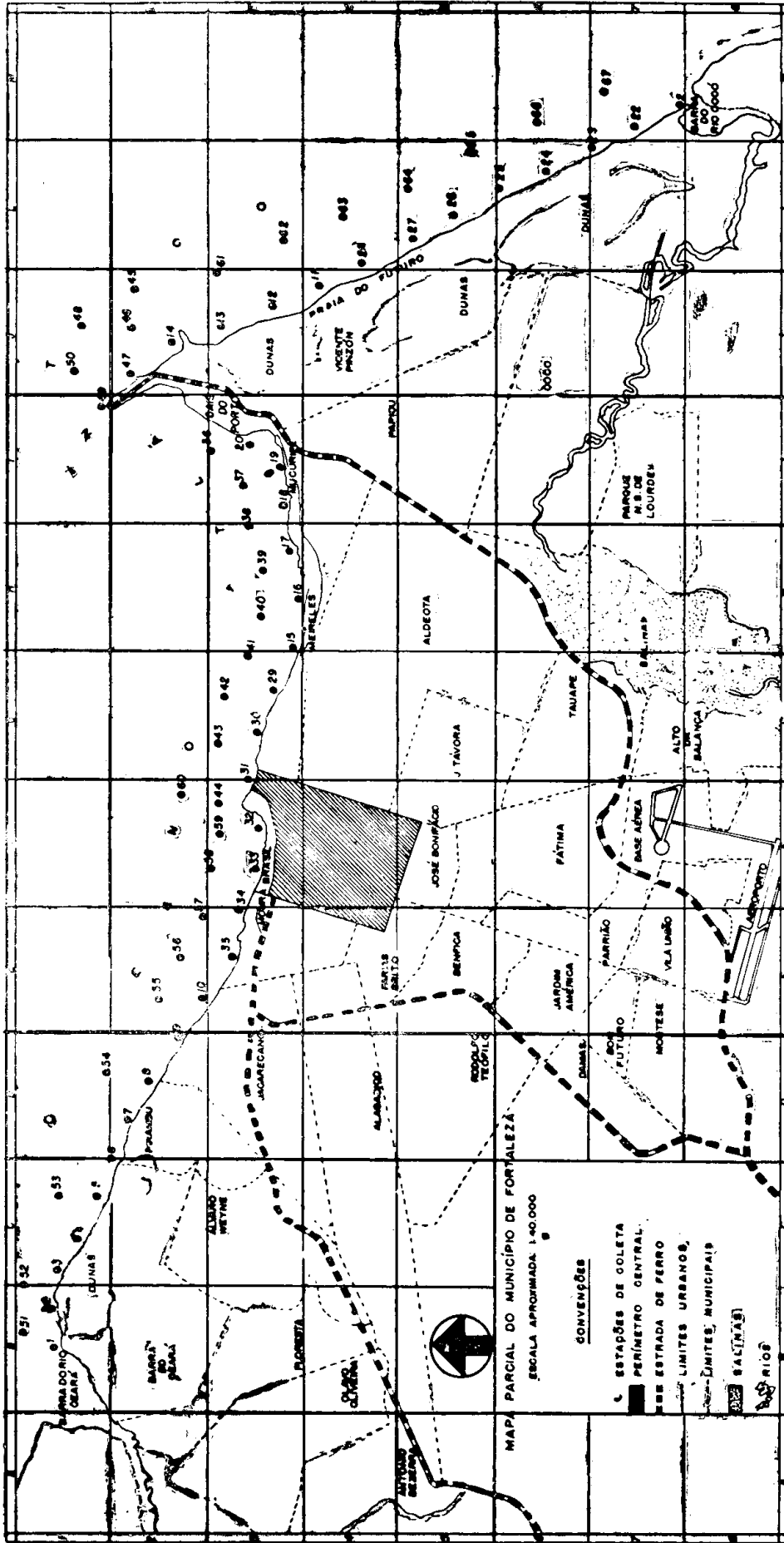


Figura 1 — Mapa parcial do município de Fortaleza (Estado do Ceará — Brasil), com a localização das estações de coleta d'água, para estudos bacteriológicos.

TABELA I

Condições bacteriológicas das águas litorâneas em frente ao município de Fortaleza (Ceará — Brasil).

Estações	Número total de bactérias/ml (10 ⁶)	NMP/100 ml em lactose (teste pre-suntivo)	N.M.P. - L.B.V.B (teste confirmativo)
1	19,0	2.400	2.400
2	17,3	2.400	2.400
3	21,0	2.400	2.400
4	16,6	2.400	2.400
5	20,7	2.400	2.400
6	21,3	2.400	2.400
7	20,5	2.400	2.400
8	20,5	2.400	2.400
9	18,9	2.400	2.400
10	19,5	2.400	2.400
11	14,5	920	430
12	14,3	430	430
13	14,1	540	350
14	16,5	920	430
15	14,5	540	540
16	15,5	540	540
17	15,8	920	540
18	16,5	1.600	920
19	16,3	2.400	920
20	16,0	2.400	2.400
21	12,8	920	920
22	13,0	540	350
23	14,0	920	920
24	15,0	920	920
25	15,2	920	920
26	13,2	920	430
27	14,5	1.600	920
28	12,5	1.600	920
29	14,0	2.400	1.600
30	15,0	2.400	1.600
31	13,6	2.400	920
32	17,0	2.400	1.600
33	17,0	2.400	920
34	16,8	1.600	920
35	14,6	920	540
36	7,6	350	240
37	9,5	920	540
38	11,0	350	350
39	9,6	350	350
40	8,6	540	350
41	8,8	350	240
42	8,5	350	350
43	10,0	920	430
44	10,5	920	430
45	12,5	920	430
46	12,5	920	540
47	12,3	920	540
48	9,9	350	350
49	8,7	540	540
50	10,0	540	350
51	10,5	540	350
52	9,6	540	430
53	8,5	920	540
54	10,5	430	430
55	11,4	540	430
56	9,8	540	540
57	11,2	540	430
58	9,8	350	350
59	9,9	540	540
60	10,0	350	350
61	7,8	540	350
62	9,2	920	540
63	7,9	540	540
64	8,8	920	540
65	7,9	920	920
66	8,7	540	540
67	8,7	540	540

TABELA II

Bactérias encontradas nas amostras de águas litorâneas em frente ao município de Fortaleza (Ceará — Brasil).

Estações	<i>Escherichia coli</i>	<i>Proteus</i> sp.	<i>Aerobacter aerogenes</i>	<i>Pseudomonas</i> sp.
1	+	+	+	—
2	+	+	+	—
3	+	+	+	—
4	+	+	+	—
5	+	+	+	—
6	+	+	+	—
7	+	+	+	—
8	+	+	+	—
9	+	+	+	—
10	+	+	+	—
11	+	—	—	—
12	+	—	—	—
13	+	—	—	—
14	+	+	—	—
15	+	+	—	—
16	+	+	—	—
17	+	+	—	—
18	+	+	—	+
19	+	+	—	+
20	+	+	—	+
21	+	—	+	—
22	+	—	+	—
23	+	—	+	—
24	+	—	—	—
25	+	—	—	—
26	+	—	—	—
27	+	—	—	—
28	+	—	+	—
29	+	+	—	+
30	+	+	—	+
31	+	+	—	+
32	+	+	—	+
33	+	+	—	—
34	+	+	—	—
35	+	+	—	—
36	+	+	—	—
37	+	+	—	—
38	+	+	—	—
39	+	+	—	—
40	+	+	—	—
41	+	+	—	—
42	+	+	—	—
43	+	+	+	—
44	+	+	+	—
45	+	—	+	—
46	+	—	+	—
47	+	—	+	—
48	+	—	+	—
49	+	—	+	—
50	+	—	+	—
51	+	—	+	—
52	+	—	+	—
53	+	—	—	+
54	+	—	—	+
55	+	+	—	—
56	+	+	—	—
57	+	+	—	—
58	+	+	—	—
59	+	+	—	—
60	+	+	—	—
61	+	—	—	+
62	+	—	—	+
63	+	—	—	+
64	+	—	—	+
65	+	—	—	+
66	+	—	—	+
67	+	—	—	+

Condições sanitárias da água litorânea, em frente ao município de Fortaleza (Ceará — Brasil).

Para o teste confirmativo de microrganismos do grupo coliforme, usamos os meios seletivos EAM — agar, caldo lactosado e bile verde brilhante a 2%. Para o teste completo, utilizamos caldo lactosado, agar simples inclinado e o IMVIC.

Todos os meios de cultura, com exceção da gelose nutritiva, foram preparados de acordo com o Manual "Difco" (1960).

DISCUSSÕES

O teste colimétrico revelou a presença de bactérias coliformes em todas as amostras. O número mais provável de coliformes por 100 ml d'água, variou de 350 a 2.400 (tabela I). O teste completo — IMVIC —, mostrou a presença de coliformes fecais, os quais estavam sempre acompanhados de bactérias dos gêneros *Proteus* Hauser e *Pseudomonas* Migula, e da espécie *Aerobacter aerogenes* (Kruse) — ver tabela II.

Segundo Christovão *et al.* (1954), a água do mar, não poluída por esgotos, mesmo a distância relativamente curta da costa, não revela a presença de bactérias coliformes, e que as águas de praias não sujeitas ao recebimento de esgotos sanitários, ou pluviais, apresentam números muito pequenos de microrganismos, geralmente atingindo cerca de 100 coliformes por 100 ml d'água.

A tabela III mostra os padrões de julgamento das condições sanitárias de águas litorâneas, recomendados pela Associação Americana de Saúde Pública (*in* Christovão *et al.*, 1954).

TABELA III

Padrões de julgamento das condições sanitárias de águas litorâneas, recomendadas pela Associação Americana de Saúde Pública (*in* Christovão *et al.*, 1954).

Classes	Natureza da água	Média de coliformes por 100 ml
A	excelente	0 — 50
B	desejável	51 — 500
C	duvidosa	501 — 1.000
D	imprópria	mais de 1.000

Estações	Condições	Estações	Condições
1	imprópria	35	duvidosa
2	imprópria	36	desejável
3	imprópria	37	duvidosa
4	imprópria	38	desejável
5	imprópria	39	desejável
6	imprópria	40	duvidosa
7	imprópria	41	desejável
8	imprópria	42	desejável
9	imprópria	43	duvidosa
10	imprópria	44	duvidosa
11	duvidosa	45	duvidosa
12	desejável	46	duvidosa
13	duvidosa	47	duvidosa
14	duvidosa	48	desejável
15	duvidosa	49	duvidosa
16	duvidosa	50	duvidosa
17	duvidosa	51	duvidosa
18	imprópria	52	duvidosa
19	imprópria	53	duvidosa
20	imprópria	54	desejável
21	duvidosa	55	duvidosa
22	duvidosa	56	duvidosa
23	duvidosa	57	duvidosa
24	duvidosa	58	desejável
25	duvidosa	59	duvidosa
26	duvidosa	60	desejável
27	imprópria	61	duvidosa
28	imprópria	62	duvidosa
29	imprópria	63	duvidosa
30	imprópria	64	duvidosa
31	imprópria	65	duvidosa
32	imprópria	66	duvidosa
33	imprópria	67	duvidosa
34	imprópria	—	—

TABELA V

Valores aleatórios logaritmizados, derivados da amostragem aleatória.

Próximo à praia		Afastado da praia	
área I	área II	área I	área II
2,7324	2,9638	2,7324	2,7324
2,7324	2,7324	2,7324	2,9638
2,9638	2,9638	2,9638	2,7324
3,2041	2,9638	2,6335	2,9638
3,3802	2,9638	2,7324	2,9638
3,3802	2,9638	2,7324	2,7324
3,3802	3,2041	2,5441	2,7324
3,3802	3,2041	2,5441	2,5441
3,3802	2,7324	2,5441	2,5441
3,2041	2,7324	2,9638	2,7324

TABELA VI

Análise de variância dos dados da tabela V.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	3	1,3035	0,4345	11,49 **
Fator Área	1	0,0798	0,0798	2,11 n.s.
Fator Distância	1	1,0237	1,0237	27,08 *
Interação Área x Distância	1	0,2000	0,2000	5,29 *
Erro experimental	36	1,3608	0,0378	—
TOTAL	39	2,6643	—	—

TABELA VII

Informações sobre as coletas e propriedades físicas e químicas das águas litorâneas, em frente ao município de Fortaleza (Ceará — Brasil).

Estações	Coletas			Água		
	datas	horas	marés	Temperatura (°C)	pH	O ₂ (ppm)
1	24/03/71	10:50	enchente	29	8,0	6,5
2	24/03/71	11:00	enchente	30	7,8	6,8
3	24/03/71	11:10	enchente	30	7,9	7,2
4	24/03/71	11:20	enchente	31	7,8	8,0
5	24/03/71	11:30	enchente	30	7,8	8,0
6	24/03/71	11:40	enchente	31	7,8	8,2
7	24/03/71	11:50	enchente	30	8,0	8,0
8	24/03/71	12:00	enchente	29	7,7	6,8
9	24/03/71	12:10	enchente	30	7,9	7,0
10	24/03/71	12:20	enchente	30	7,8	7,5
11	31/03/71	10:10	vazante	29	7,5	6,8
12	31/03/71	10:20	vazante	29	7,6	6,8
13	31/03/71	10:30	vazante	30	8,0	7,5
14	31/03/71	10:40	vazante	29	8,0	7,0
15	31/03/71	10:50	vazante	29	8,1	6,8
16	31/03/71	11:00	vazante	29	8,0	7,1
17	31/03/71	11:10	vazante	29	8,1	7,2
18	31/03/71	11:20	vazante	29	7,3	6,5
19	31/03/71	11:30	vazante	30	8,0	7,0
20	31/03/71	11:40	vazante	30	7,9	8,0
21	28/04/71	08:00	vazante	29	7,5	6,0
22	28/04/71	08:20	vazante	29	7,5	6,4
23	28/04/71	08:40	vazante	29	7,7	6,4
24	28/04/71	09:00	vazante	30	7,6	5,8
25	28/04/71	09:15	vazante	29	7,6	5,8
26	28/04/71	09:30	vazante	29	7,9	5,6
27	28/04/71	09:45	vazante	30	7,8	5,8
28	28/04/71	10:00	vazante	30	7,7	6,0
29	05/05/71	08:00	enchente	30	7,4	5,5
30	05/05/71	08:40	enchente	31	7,3	5,6
31	05/05/71	09:00	enchente	30	7,9	5,7
32	05/05/71	09:20	enchente	29	7,4	6,8
33	05/05/71	09:40	enchente	30	7,4	6,0
34	05/05/71	10:10	enchente	30	7,8	6,5
35	05/05/71	10:25	enchente	31	7,8	6,6
36	29/05/71	08:30	enchente	30	7,7	7,0
37	29/05/71	08:45	enchente	30	7,7	7,1
38	29/05/71	08:55	enchente	31	7,3	7,3
39	29/05/71	09:05	enchente	30	7,5	6,0
40	29/05/71	09:15	enchente	30	7,6	6,8
41	29/05/71	09:25	enchente	29	7,6	7,0
42	29/05/71	09:40	enchente	30	7,4	7,0
43	29/05/71	10:00	enchente	29	7,7	6,5
44	29/05/71	10:15	enchente	29	7,7	6,5
45	31/06/71	10:05	enchente	29	8,0	6,5
46	31/06/71	10:20	enchente	29	8,0	6,8
47	31/06/71	10:40	enchente	30	7,8	6,9
48	31/06/71	10:50	enchente	30	7,5	6,3
49	31/06/71	11:00	enchente	29	7,5	6,9
50	31/06/71	11:10	enchente	29	7,7	6,2
51	14/08/71	11:05	vazante	29	8,0	5,5
52	14/08/71	11:20	vazante	30	7,2	5,6
53	14/08/71	11:40	vazante	29	8,0	6,3
54	14/08/71	11:50	vazante	29	8,1	5,9
55	14/08/71	12:00	vazante	30	7,6	5,8
56	14/09/71	10:00	vazante	30	7,5	5,6
57	14/09/71	10:15	vazante	28	7,3	5,8
58	14/09/71	10:25	vazante	29	7,5	5,8
59	14/09/71	10:35	vazante	29	7,9	6,0
60	14/09/71	10:40	vazante	28	7,7	5,9
61	26/10/71	10:35	vazante	29	7,9	6,1
62	26/10/71	10:45	vazante	29	7,2	5,7
63	26/10/71	11:00	vazante	29	7,2	6,0
64	26/10/11	11:15	vazante	28	7,9	5,5
65	26/10/71	11:25	vazante	29	7,4	5,7
66	26/10/71	11:40	vazante	29	8,3	5,7
67	26/10/71	12:00	vazante	29	7,5	6,0

Através destes padrões, classificamos as amostras d'água coletadas em frente ao município de Fortaleza, permitindo identificar as condições de desejável, duvidosa e imprópria (tabela IV).

Recentemente, Wade *et al.* (1972) encontraram no porto de Kingston (Jamaica) águas com mais de 2.400 coliformes/ml d'água, considerando-as perigosas à saúde humana.

Na tentativa de definir as áreas de maior poluição em frente às praias de Fortaleza, através de análises estatísticas, fizemos a amostragem aleatória dos valores procedentes de todas as estações, em virtude da variação do número de coliformes, tanto nas áreas como nos perfis. Estes valores logaritimizados são expressos na tabela V. A partir destes dados, procedemos a análise de variância, expressa resumidamente na tabela VI, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial (2x2). Verificada a alta significância entre os tratamentos considerados no caso, próximo a praia — área I e II, afastado da praia — área I e II, foram feitos três contrastes ortogonais, com relação ao fator área, ao fator distância e à interação área x distância. Para os dois últimos contrastes, o valor de *F* foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, enquanto que para o fator área não encontramos significância estatística, ao mesmo nível de probabilidade. Em seguida, aplicamos o teste de Tukey, cujos resultados sugerem que a poluição próxima à praia, na área I, é diferente daquela afastada da praia, das áreas I e II, e que o menor índice de poluição no perfil próximo à praia é encontrado na área II. Isto nos leva a admitir que a contaminação das águas se processa com material vindo de esgotos sanitários e industriais, neste caso contendo material de natureza variada, muitos dos quais, sem sofrer degradação biológica. Podemos também supor que a contaminação em maior escala, próxima às praias da área I, se prende ao fato de que as ondas e correntes locais são de pequena importância, além das correntes laterais advindas da Praia do Futuro contribuírem com fornecimento de material para a área I. As águas da Praia do Futuro são sempre renovadas por correntes de maré, pelo movimento lateral e própria afluência de águas com sedimentos em suspensão, na direção noroeste.

Por outro lado, os detritos domésticos, ricos em material orgânico, requerem um acúmulo considerável de oxigênio para sua degradação.

O conteúdo de oxigênio na água do mar varia de 0 a 8 ml, segundo Pickard (1970). Na tabela VII verifica-se que o teor de oxigênio, em algumas estações, é inferior ao normal, possivelmente em virtude do consumo por organismos vivos ou pela oxidação de detritos.

A sua quantidade parece depender da hora de coleta, já que, nas amostras apanhadas por volta de meio dia, os respectivos valores foram mais elevados. Devido à irregularidade na obtenção das amostras, não foi possível estabelecer uma correlação entre os dados.

O pH permaneceu dentro dos limites normais (tabela VII), não mostrando acréscimo em acidez, embora as águas marinhas tenham uma limitada capacidade de absorção de ácidos.

CONCLUSÕES

Considerando os dados obtidos nos estudos microbiológicos, na análise estatística e discussão dos resultados, pode-se concluir que:

1) O teste completo revelou a presença de *Escherichia coli* (Migula), *Proteus* sp., *Aerobacter aerogenes* (Krusse) e *Pseudomonas* sp.

2) O maior índice de poluição das praias de Fortaleza está na área I, no perfil próximo à praia, desde a barra do Rio Ceará ao Porto de Mucuripe, com índices que chegam a 2.400 coliformes por 100 ml d'água.

3) A área II — desde o Porto de Mucuripe à barra do Rio Cocó, apresentou um índice médio de 450 coliformes por 100 ml d'água, portanto com uma contaminação inferior à outra área. Apenas em algumas estações, perto da barra do Rio Cocó, o índice chegou a 900 coliformes por 100 ml d'água.

4) A poluição existente decorre da afluência de esgotos sanitários e industriais, o que é provado pelo menor índice de contaminação nas águas mais afastadas da praia.

5) As praias mais poluídas podem causar enfermidade nos banhistas, entre as quais colites, gastroenterites, hepatites e micoses.

Agradecimentos: Somos gratos à Capitania dos Portos do Ceará, pela utilização da sua lancha motorizada, para a coleta das amostras no perfil mais afastado da praia. Aos colegas Roberto Cláudio Frota Bezerra e Carlos Artur Sobreira Rocha, pela valiosa colaboração na interpretação das análises estatísticas.

SUMMARY

This paper is concern with the bacteriological analyses of the seawater at Fortaleza (State of Ceará — Brazil).

About 67 samples have been collected in order to define the different levels of pollution in the area which stretches from the mouths of the River Ceará as far as River Cocó. These samples were distributed into two transects parallel to the coast.

The total counting of bacteria ranged between 7.6 and 21.3 x 10⁶ colonies per milliliter of seawater and the colimetry test ranged from 350 to 2,400 coliforms per 100 ml. Other

studies, such as oxygen content and pH level were carried out, and the results obtained correlated to the bacteriological data.

The complete test showed the occurrence of *Escherichia coli* (Migula), *Proteus* sp., *Aerobacter aerogenes* (Kruse), and *Pseudomonas* sp. Near shore, waters have a greater level of contamination than those farther out. This fact leads to the conclusion that wastes are delivered from the continent and thrown into the sea.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Bread, R. S. et al. — 1957 — *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. The Williams & Wilkins Company, 7th ed., XVIII + 1094 pp., Baltimore.

Christovão, D. A. et al. — 1954 — Investigação da contaminação das praias de Santos e São Vicente. *Arq. Fac. Hig. S. Pub. Univ. São Paulo*, São Paulo, 8 (2) : 167-188, [2] figs.

Difco Laboratories — 1953 — *Difco Manual of Dehydrated Culture Media and Reagents for Mi-*

crobiological and Clinical Laboratory Procedures. Difco Laboratories, 9th ed., 350 pp., Detroit.

Kufferath, J. — 1970 — Contributions a l'etude des bacteries des eaux marines du littoral belge. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, Bruxelles, 46 (36) : 1-6.

Persone, G. — 1971 — Ecology of fouling on submerged surfaces in a polluted harbour. *Vie et Milieu*, Paris, suppl. 22 : 613-636, 13 figs.

Persone, G. & De Pauw, N. — 1968 — Contributions a l'etude des bacteries marines du littoral belge. IV. Recherche quantitative de la richesse microbienne de l'eau du bassin de chasse d'Ostende par lecture directe sur membranes filtrantes. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, Bruxelles, 44 (26) : 1-9 2 figs.

Pickard, G. L. — 1970 — *Descriptive Physical Oceanography. An Introduction*. Pergamon Press, VIII + 200 pp., 31 figs., Oxford.

Sharf, J. M. — 1966 — *Recommended Methods for the Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association, Inc., 2.^a ed., VIII + 205 pp., New York.

Soares, J. B. et al. — 1971 — Sobre a poluição das águas de poços em Fortaleza. *Rev. Bras. Farm.*, Rio de Janeiro, 52 (5) : 229-236.

Wade, B. A. et al. — 1972 — Increasing Organic Pollution in Kingston Harbour, Jamaica. *Mar. Poll. Bull.*, London 3 (7) : 106-111, 4 figs.