

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

BSLCM

AValiação DA POLUIÇÃO ORGÂNICA NO
ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ
(FORTALEZA-CEARÁ-BRASIL).

Maria Thereza Damasceno Melo

Dissertação apresentada ao Departamento de
Engenharia de Pesca do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Ceará,
como parte das exigências para a obtenção
do título de Engenheiro de Pesca.

FORTALEZA - CEARÁ

1990.1

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M486a Melo, Maria Thereza Damasceno.

Avaliação da poluição orgânica no estuário do rio Ceará (Fortaleza – Ceará – Brasil) /
Maria Thereza Damasceno Melo. – 1990.
45 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro
de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1990.
Orientação: Profa. Edna Furtado.

1. Água - Poluição. I. Título.

CDD 639.2

Profª Adj. Edna Furtado

- Orientadora -

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Adj. Regine Helena S. dos F. Vieira

Prof. Adj. José Jarbas Studart Gurgel

VISTO

Profª Adj. Vera Lúcia Mota Klein

Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

Prof. Adj. José Raimundo Bastos
Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca

AGRADECIMENTOS

À professora Edna Furtado pela orientação deste trabalho.

À professora Regine Helena dos Fernandes Vieira pela ajuda nas análises bacteriológicas.

Aos meus amigos Fábio Vasconcelos Perdigão, Edsard de Andrade (in memoriam) e Silvana Saker Sampaio.

Ao laboratório de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, particularmente, à Divisão de Oceanografia Abiótica e à Divisão de Tecnologia do Pescado, juntamente com todos os seus funcionários.

Finalmente, a todas as pessoas que de uma maneira ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO ORGÂNICA NO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ (FORTALEZA-CEARÁ- BRASIL).

MARIA THEREZA DAMASCENO MELO

1 - INTRODUÇÃO

Os estuários estão incluídos entre as áreas de maior fertilidade natural do mundo. No Brasil e, em particular no Nordeste, estas áreas são completamente desprezadas sob o ponto de vista de preservação e geralmente conduzidas à inutilidade, em função do progresso industrial e urbano. Infelizmente isto ocorre em uma região em que a população dispõe de uma quantidade insuficiente de proteínas (OTTAMANN et alii, 1967).

O mangue é um tipo de estuário especial com características próprias, consistindo de criadouros naturais de inúmeros organismos aquáticos e, destacando-se como um dos mais importantes sistemas litorâneos, tanto do ponto de vista biológico e ecológico, como econômico.

CINTRON & SCHAEFFER-NOVELLI (1981) ressaltam a utilização desses ambientes para a manutenção da captura de vários recursos pesqueiros costeiros, proteção e estabilização das formações litorâneas, proteção ou redução da taxa de erosão em bancos de areia, além de sua importância na pesquisa científica, bem como para fins educativos e paisagísticos.

Segundo MUNOZ (1976), a origem da matéria orgânica nos sedimentos está ligada à presença de materiais em suspensão na água: plâncton, restos de animais e plantas, diversos detritos orgânicos, como também provenientes da atividade industrial, so

bretudo do processamento de produtos de origem animal. Grande parte da matéria orgânica se decompõe durante a sedimentação, mas quando depositada serve de alimento para animais bentônicos e bactérias. Entretanto, um excedente deste material causa um aumento no consumo de oxigênio dissolvido pelos processos químicos e bioquímicos de decomposição, podendo baixar o nível de oxigênio dissolvido a valores tão reduzidos que com certeza, comprometem a qualidade do meio ambiente.

A poluição das águas estuarinas é também causada por substâncias orgânicas oriundas de esgotos. Sabe-se que os germes dotados de potencial patogênico, chegam às águas por meio dos excrementos do homem e de outros animais. Certas espécies bacterianas, particularmente a Escherichia coli e organismos relacionados com ela, os quais são chamados coliformes, os estreptococos fecais (ex: Streptococcus faecalis) e o Clostridium perfringens têm como habitat natural o intestino do homem e de outros animais, e por consequência, estão presentes na matéria fecal.

O grupo coliforme inclui todos os bacilos aeróbios e facultativos, gram negativos, não esporulados, que produzem ácido e gás a partir da fermentação da lactose. Muitas espécies são móveis. As espécies clássicas deste grupo são a Escherichia coli e a Enterobacter aerogenes.

A E. coli é um habitante normal do trato intestinal do homem e de outros animais. O Enterobacter aerogenes é encontrado com mais frequência em grãos e vegetais, podendo também ocorrer nas fezes humanas e de animais (PELCZAR et alii, 1981).

Dentre os indicadores de contaminação fecal da água e alimentos, os coliformes são os mais frequentemente utilizados, devido principalmente a sua facilidade de isolamento e identifi-

cação, predominância em inúmeros relativos e tempo de sobrevida (FROBISHER, 1968).

Para a realização do controle sanitário, são feitos exames físicos, químicos e bacteriológicos, de acordo com o que se deseja pesquisar.

O estuário do Rio Ceará, está localizado no limite Oeste do Município de Fortaleza (latitude $03^{\circ}45'S$ e longitude $38^{\circ}35' - 38^{\circ}40'W$), sendo formado pela junção de dois rios: o Ceará propriamente dito e o Maranguapinho. Estes dois rios têm grande parte de seus leitos na área metropolitana de Fortaleza, sofrendo poluição constante devido ao grande número de favelas em suas margens - conglomerados humanos que não possuem qualquer saneamento; além disso, ainda soma-se o grande problema do lançamento de dejetos produzidos diariamente por indústrias.

O acesso à área estuarina do Rio Ceará pode ser feito pela BR-222 no sentido Fortaleza-Caucaia, tendo como via de acesso principal a Av. Perimetral (FIGURA 1). A área total do manguezal foi estimada por COSTA(1972) e LIMA & COSTA (1975) em $11,28 \text{ km}^2$, dos quais $6,75 \text{ km}^2$ encontram-se no Município de Caucaia, e o restante, em Fortaleza.

Está também localizado próximo à desembocadura do rio, mais precisamente sob a ponte da BR-222 a altura do km 4 um esgoto, que provém do Frigorífico Municipal de Fortaleza (FRIFORT), responsável pelo abate de reses para o abastecimento de carne bovina à cidade de Fortaleza, sendo constantes os lançamentos de resíduos (sangue e restos de vísceras) desta atividade nas águas do Maranguapinho, provocando um odor fétido insurpotável.

Segundo COSTA (1972), no estuário em questão, com o advento do fluxo de preamar, ocorre um transbordamento de suas margens inundando a região de mangue, onde encontra-se um sedimen

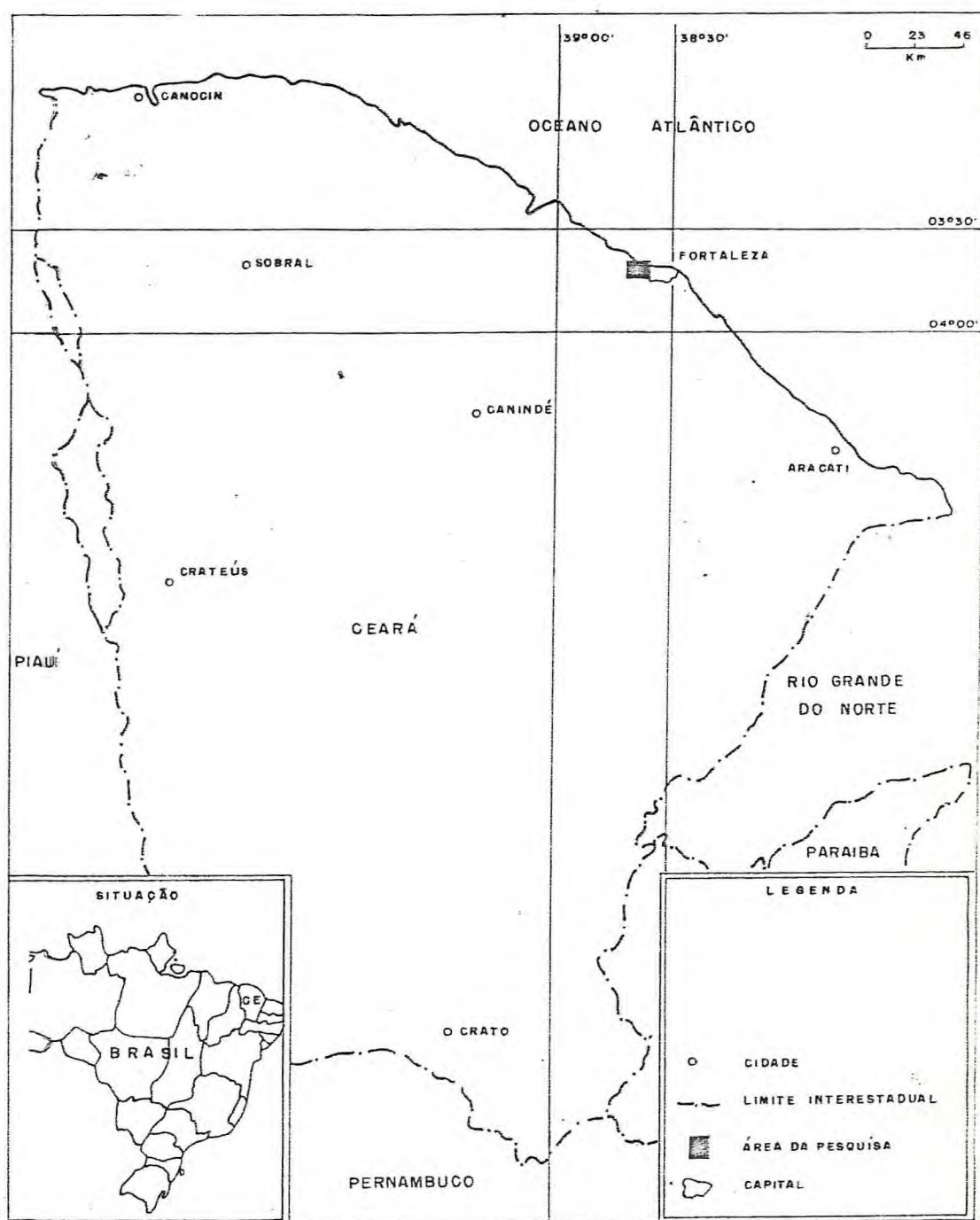


FIGURA 1 - Mapa de localização e acesso da área de pesquisa.

to caracterizado por lama (silte e argila) com areia fina de coloração escura; suas águas apresentam-se constantemente turvas; a salinidade varia consideravelmente em função da vazão do rio e da amplitude das marés, e a temperatura é, em geral elevada.

O litôral do Estado do Ceará apresenta clima AW (equatorial úmido e semi-úmido com precipitação máxima no outono) segundo a classificação de Koppen, adaptada ao Brasil por BERNARDES (1951).

De acordo com o proposto por ALCÂNTARA-FILHO (1978), as estações do ano podem ser mais adequadamente classificadas em estação chuvosa ou "inverno", compreendendo o período de janeiro a junho ou julho, e estação seca ou "verão", o período de julho ou agosto a dezembro. A precipitação pluviométrica, evaporação e salinidade apresentam padrões de variação marcadamente estacionais: a primeira com máxima durante a estação chuvosa e as últimas com máximas na estação seca.

Deste modo acreditamos ser de grande importância, avaliar o grau da poluição orgânica no sedimento e na água do estuário do Rio Ceará, bem como tentar avaliar os efeitos desta poluição e sua correlação com os parâmetros físico-químicos.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

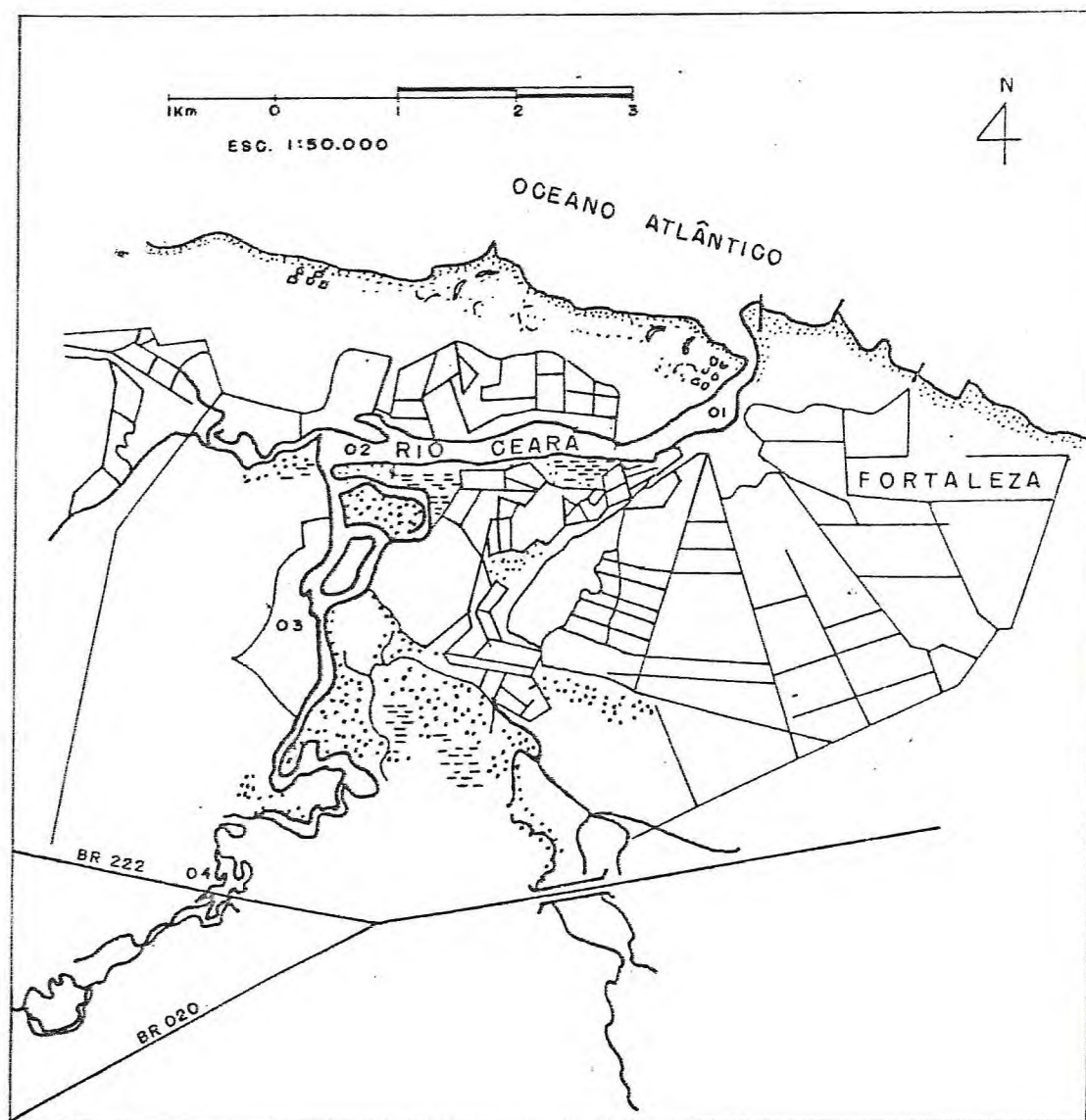
Foram escolhidas quatro estações de coleta (FIGURA 2), caracterizadas da seguinte forma: estação 1 na desembocadura do rio; estação 2 a aproximadamente 3 km da primeira estação; estação 3 no encontro do Rio Ceará com o Rio Maranguapinho; e estação 4 localizada próxima à ponte da BR-222.

As coletas foram realizadas nos meses de abril, junho, setembro e dezembro, sempre em preamar de acordo com a tábua de maré (TABELA 1). É importante ressaltar que as coletas foram realizadas, por uma questão de conveniência, na seguinte ordem: estação 3, estação 2, estação 1 e estação 4.

Para o estudo sedimentológico e colimétrico, foram coletados sedimentos superficiais com o auxílio de uma draga do tipo Gibbs. O material retirado da draga foi imediatamente colocado em beakers (estudo colimétrico) e em sacos plásticos etiquetados (estudo sedimentológico) e levado ao laboratório para ser analisado.

No momento da coleta das amostras, foram determinados os dados hidrológicos em cada estação. Os valores de temperatura e salinidade foram obtidos, empregando-se um termosalinômetro YSI modelo 33. As medições dos valores de oxigênio dissolvido foram procedidas, utilizando-se um medidor de oxigênio YSI modelo 157. As leituras de pH foram realizadas em potenciômetro PROCYON, e a transparência da água foi observada com auxílio do disco de Secchi.

O estudo sedimentológico constou das análises de matéria orgânica e carbono orgânico, os quais foram determinados pelo método descrito por PRINCE (1963), e análises de carbonato de cálcio, utilizando-se 1g(grama) de sedimento e 2ml de ácido clorídrico.



LEGENDA

	DUNA MOVEL		PONTE
	DUNA FIXA		SALINAS
	MANGUE		MOLHE
	TERRENO SUJEITO A INUNDAÇÃO		AREIA

FIGURA 2 - Mapa de localização das estações de coleta (01, 02, 03 e 04) no estuário do Rio Ceará (Fortaleza-Ceará-Brasil).

TABELA 1 - Dados da tábua de maré referentes aos dias de coleta do ano de 1989.

Meses do Ano	Dia	Hora	Altura da Maré (m)
Abril	26	01:23	0,9
		07:40	2,5
		14:03	0,8
		20:29	2,2
Junho	24	02:01	0,7
		08:11	2,6
		14:24	0,6
		20:24	2,6
Setembro	19	00:50	0,2
		07:04	2,9
		13:10	0,4
		19:25	2,8
Dezembro	15	00:14	0,0
		06:24	2,7
		12:17	0,6
		18:26	2,9

co a 10%, sendo determinado o teor de carbonato através do calcímetro de BERNARD. Todas as análises sedimentológicas foram efetuadas na Divisão de Oceanografia Abiótica do Laboratório de Ciências do Mar - LABOMAR - da Universidade Federal do Ceará.

Para as análises de colimetria foram utilizados o sedimento e a água, obtida através da filtração do sedimento, com auxílio de gaze e, denominado filtrado. Todo o material utilizado para testes bacteriológicos foi previamente esterilizado.

O Número Mais Provável (NMP) de coliformes foi realizado pelo método das diluições sucessivas segundo SHARF (1972).

A pesquisa de coliformes foi feita através da técnica da fermentação em tubos múltiplos, que consistiu de três etapas: prova de presunção, prova confirmatória e prova completa.

A prova de presunção constou da inoculação da amostra diluída, em caldo lactosado (DIFCO), contendo tubinhos de Durham invertidos. Os tubos foram incubados em estufa a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 a 48 horas. Decorrido o tempo recomendado, a positividade dessa prova foi verificada pela produção de gás nos tubos de Durham.

Para a prova de confirmação, foram retirados inóculos com alça de platina dos tubos positivos da etapa anterior e semeados em caldo lactosado bile verde brilhante (DIFCO), contendo tubos invertidos de Durham. A incubação foi procedida a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas; os tubos que apresentaram produção de gás nos tubos de Durham, foram considerados positivos e os resultados expressos em número de coliformes totais/100ml ou 100g de acordo com a tabela de HOSKINS.

A prova completa consistiu na semeadura com alça de platina, do inóculo de tubos positivos de caldo lactosado bile verde brilhante em agar EMB - eosina azul de metileno (MERCK), conforme a técnica de estrias objetivando a observação de colônias isola -

das. As placas foram incubadas em estufa a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas. As colônias típicas foram isoladas e mantidas em agar inclinado (MERCK) para posterior classificação bioquímica.

As provas bioquímicas do IMViC constaram da pesquisa do Indol em agar SIM (DIFCO), Vermelho de Metila e Voges-Proskauer em caldo MR-VP (DIFCO) e utilização de Citrato em agar citrato segundo SIMMONS (DIFCO). Os tubos foram incubados a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 a 48 horas. Após a incubação, os testes bioquímicos foram procedidos. Para a verificação da presença de indol, utilizou-se gotas do reativo de Kovacs, e a formação de um anel vermelho indicou a positividade do teste. O Vermelho de Metila foi utilizado para detectar se houve fermentação da glicose com mudança no pH, que em caso positivo, era indicado pela mudança de cor do meio para vermelho. Na prova Voges-Proskauer utilizou-se os reagentes Barrit I (α -naftol) e Barrit II (KOH a 40%), para pesquisar a acetoina, pela mudança da coloração do meio para róseo; e, finalmente, a mudança de cor do agar citrato, de verde para azul, indicando sua utilização como única fonte de carbono pelas bactérias (PELCZAR *et alii*, 1981).

A metodologia descrita está fundamentada nas recomendações do Laboratório Nacional de Referência Animal - LANARA (1981). Todas as análises colimétricas foram efetuadas na Divisão de Tecnologia do Pescado do Laboratório de Ciências do Mar - LABOMAR da Universidade Federal do Ceará.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos valores de precipitação (TABELA 2; FIGURA 3) cedidos pela Fundação Cearense de Meteorologia - FUNCEME no ano de 1989, as estações do ano podem ser separadas em estação chuvosa ou "inverno" e estação seca ou "verão". A primeira ocorre nos meses de janeiro a junho e a segunda durante os meses de julho a dezembro, demonstrando que a precipitação pluviométrica do local, apresenta um padrão de variação estacional.

A evaporação (TABELA 2; FIGURA 4) apresentou um padrão de variação estacional oposto à precipitação pluviométrica. O valor mínimo de evaporação média mensal foi obtido no mês de abril, e o máximo em setembro. Supõe-se que na verdade o valor máximo, tenha ocorrido no mês de outubro pois, neste mês a precipitação foi mínima. Entretanto, isto não foi confirmado pelos dados fornecidos pela FUNCEME, onde não consta o valor da média mensal de evaporação referente a outubro.

As condições hidrológicas do Rio Ceará ainda não são bem conhecidas. COSTA (1972) considerou que a temperatura é, em geral, elevada, de 26 a 31°C, e a salinidade, que sofre modificação em função da vazão do rio e da amplitude das marés, varia de 2,3 a 34,8‰.

De acordo com os dados obtidos, a temperatura da água estuarina na superfície variou de 27,0 a 30,5°C e na camada mais profunda de 26,5 a 33,0°C (TABELA 3; FIGURAS 5 e 6). O intervalo de variação maior ocorrido no fundo deve-se provavelmente à entrada de água em virtude do movimento das marés.

De um modo geral, a temperatura registrada nas estações de coleta, apresentou-se elevada, com pequenas variações, demons-

TABELA 2 - Dados meteorológicos relativos à média mensal de precipitação e evaporação no Município de Fortaleza - CE, durante o ano de 1989 (Dados fornecidos pela FUNCEME).

Meses do Ano	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)
JAN	256,4	123,3
FEV	65,2	113,4
MAR	322,8	99,7
ABR	420,7	50,1
MAI	193,4	73,7
JUN	277,1	82,4
JUL	120,0	103,2
AGO	85,6	145,8
SET	20,7	176,8
OUT	9,6	-
NOV	10,6	153,2
DEZ	58,9	122,3

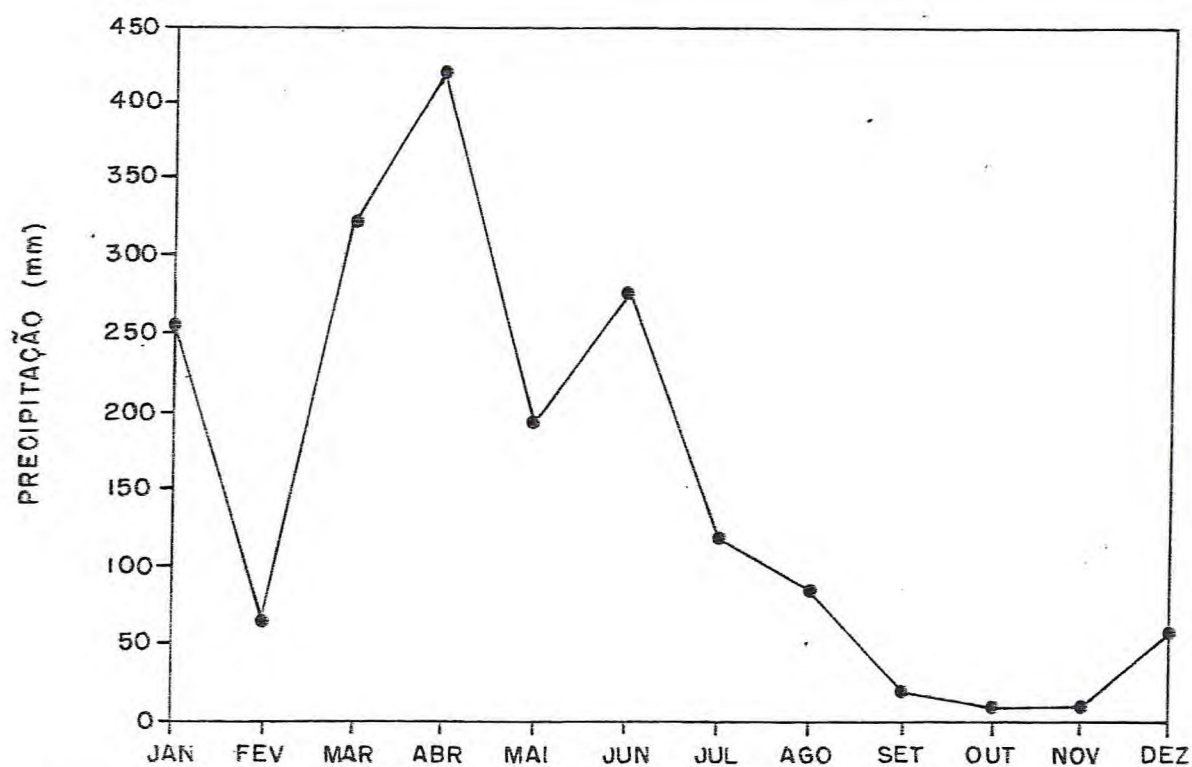


FIGURA 3 - Média mensal de precipitação no Município de Fortaleza-CE, durante o ano de 1989 (Dados fornecidos pela FUNCEME).

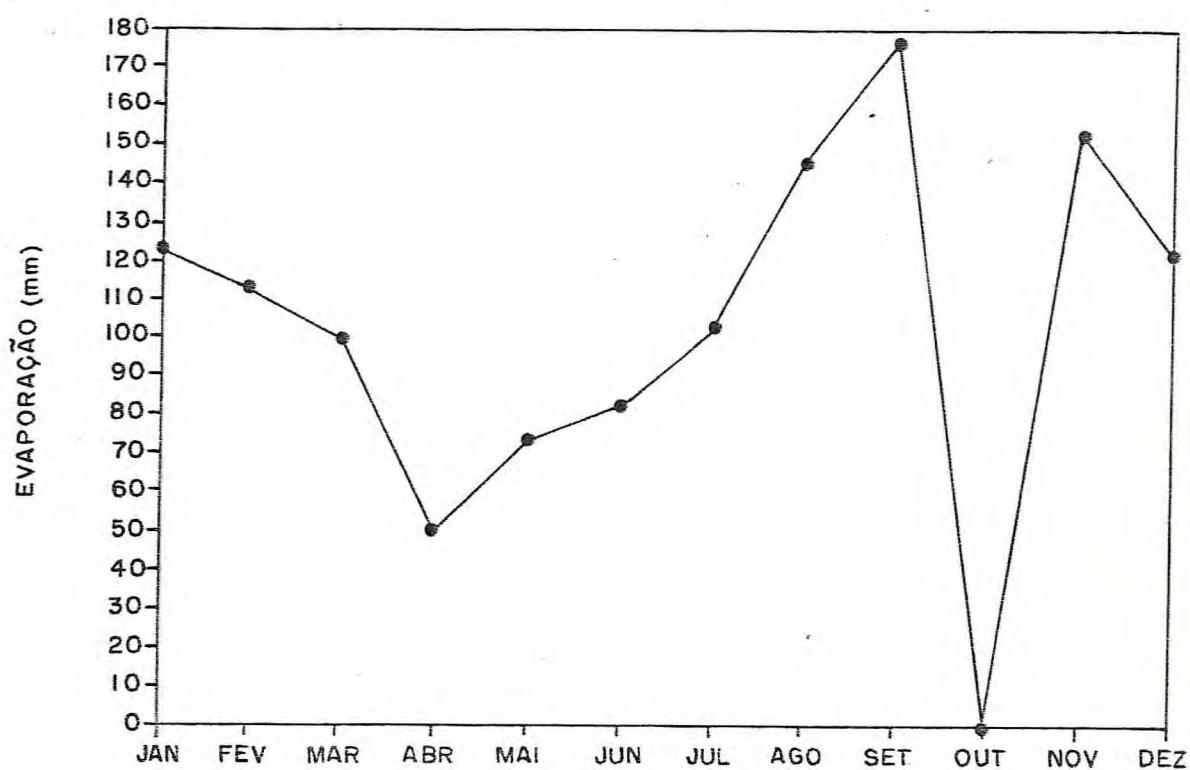


FIGURA 4 - Média mensal de evaporação no Município de Fortaleza-CE, durante o ano de 1989 (Dados fornecidos pela FUNCEME).

TABELA 3 - Dados hidrológicos das estações de coleta no estuário do Rio Ceará, referentes aos meses de abril, junho, setembro e dezembro de 1989.

Estação de coleta / hora	Dia	Temp (°C)		Salin. (‰)		Oxig. (mL/L)		pH		Turb. (m)
		Sup	Fundo	Sup	Fundo	Sup	Fundo	Sup	Fundo	
Abril 26										
Estação 1 (11:44)		27,0	28,2	8,0	38,0	3,3	3,9	7,2	7,3	0,4
Estação 2 (11:12)		27,0	28,0	6,7	29,0	3,5	3,5	7,0	7,6	0,3
Estação 3 (10:30)		29,0	26,5	6,5	21,0	3,3	3,2	7,5	7,2	0,3
Estação 4 (12:15)		30,0	-	6,2	-	3,4	-	7,1	-	-
Junho 24										
Estação 1 (11:00)		29,0	33,0	33,0	34,0	4,6	4,8	9,0	9,0	1,2
Estação 2 (10:22)		29,0	29,0	30,0	30,0	4,4	4,7	8,8	8,9	1,5
Estação 3 (09:40)		28,5	28,5	22,0	23,5	3,8	4,6	8,2	8,5	1,0
Estação 4 (11:45)		29,0	-	6,2	-	3,5	-	8,0	-	-
Setembro 19										
Estação 1 (09:40)		28,5	31,0	31,5	32,0	3,1	3,2	7,8	8,0	0,6
Estação 2 (09:10)		28,0	30,0	32,0	30,5	3,2	3,4	7,7	7,8	0,5
Estação 3 (08:30)		27,0	27,0	29,5	30,0	3,3	3,5	7,5	7,7	0,5
Estação 4 (10:20)		30,0	-	21,0	-	3,1	-	7,6	-	-
Dezembro 15										
Estação 1 (09:10)		30,5	30,0	32,0	31,0	3,1	3,3	7,8	7,9	0,5
Estação 2 (08:40)		30,0	29,0	31,0	29,5	3,2	3,2	7,7	7,8	0,6
Estação 3 (08:10)		29,0	29,0	29,0	28,8	3,4	3,5	7,6	7,7	0,6
Estação 4 (09:40)		30,5	-	19,0	-	3,1	-	7,5	-	-

OBS: Devido a Estação 4 localizar-se embaixo de uma ponte, as medições foram realizadas à margem do rio, só medições de superfície.

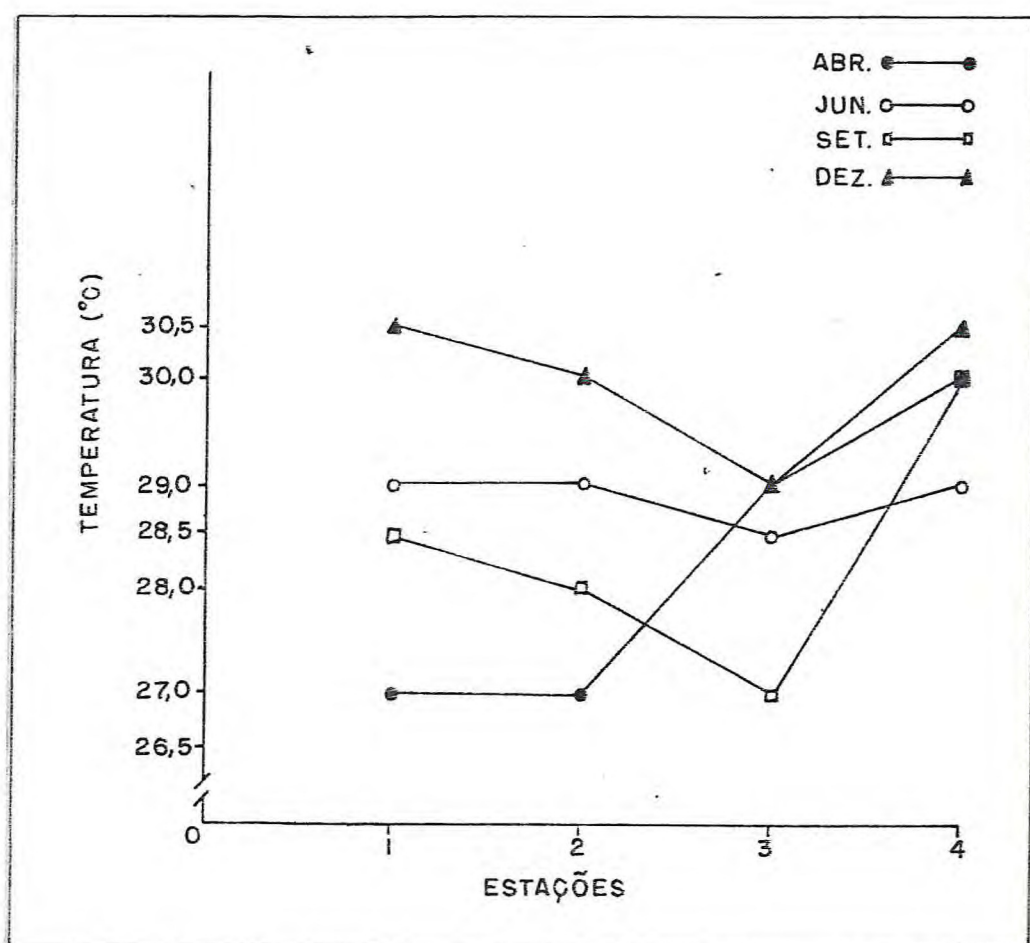


FIGURA 5 - Variação da temperatura na superfície, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

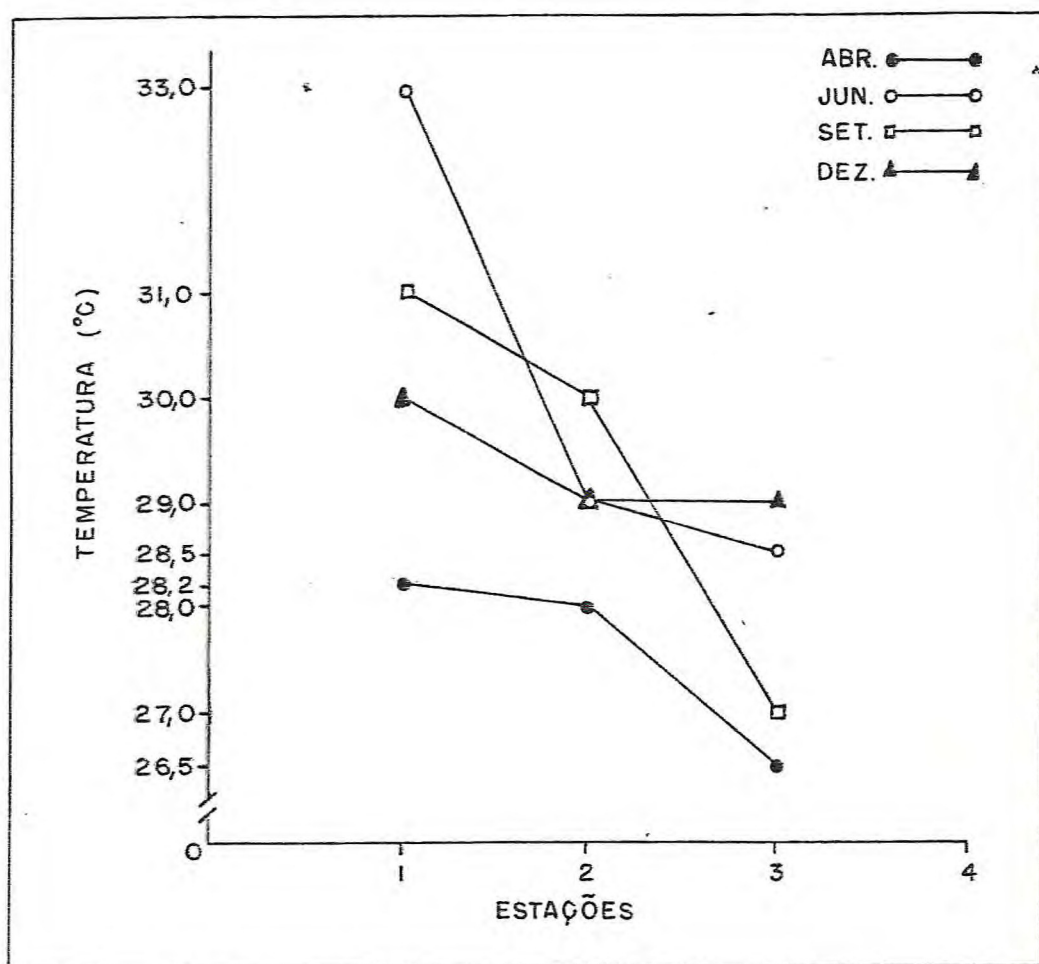


FIGURA 6 - Variação da temperatura observada no fundo, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

trando reduzida amplitude térmica.

Segundo BRANCO (1970), as variações podem exercer diferentes efeitos, com relação à auto-depuração. Primeiramente como aceleradora do metabolismo dos microorganismos aquáticos, sendo responsável pelo consumo mais rápido do oxigênio necessário à respiração aeróbia. O maior consumo corresponde a um aumento da velocidade de estabilização dos compostos orgânicos, mas como não é acompanhada de aumento da entrada de oxigênio na água, por rareação, o efeito é geralmente nocivo. Esse fenômeno é, ainda, agravado por um segundo efeito do aumento da temperatura, que é a menor solubilidade do oxigênio. No momento em que a demanda aumenta (provocada pelo metabolismo acelerado) há redução do oxigênio disponível, o que pode levar o rio à anaerobiose, com todas as suas consequências. Por esse motivo, as condições do rio pioram nas épocas de calor, a não ser quando essas épocas de calor coincidem com o período de chuvas, em que há consequentemente maior diluição. O fenômeno pode não ser tão grave quando a fonte principal de oxigênio é a fotossíntese em lugar da rareação, pois a fotossíntese tende a ser, também, acelerada com a elevação da temperatura.

A salinidade na superfície oscilou de 6,2 a 33,0‰ enquanto na camada mais profunda a variação foi de 21,0 a 38,0‰ no período estudado (TABELA 3; FIGURAS 7 e 8). Os valores mínimos registrados nas estações 3 e 4 no mês de abril coincidiram com o período de maior índice pluviométrico e, aqueles mais elevados, observados no mês de setembro, corresponderam a baixa precipitação e alta evaporação.

A salinidade dos manguezais é controlada principalmente pelo fluxo e refluxo das marés e pela quantidade de água doce pro

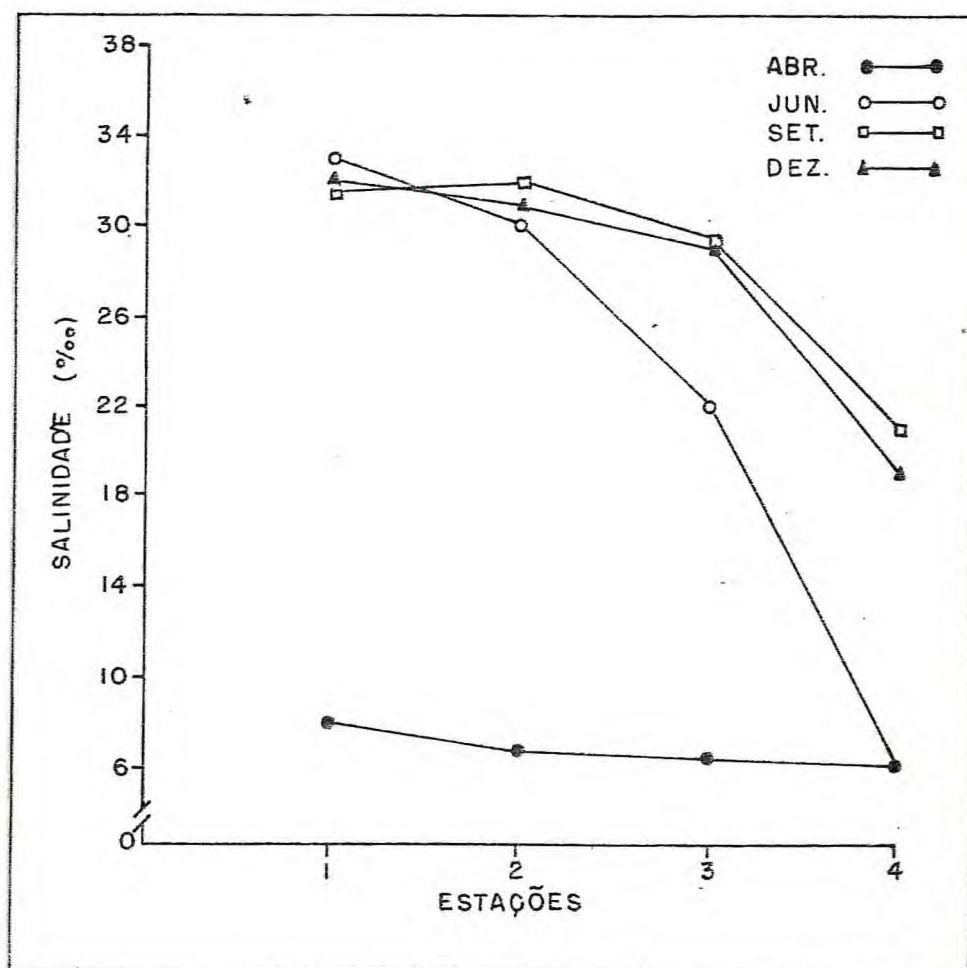


FIGURA 7 - Variação da salinidade na superfície, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

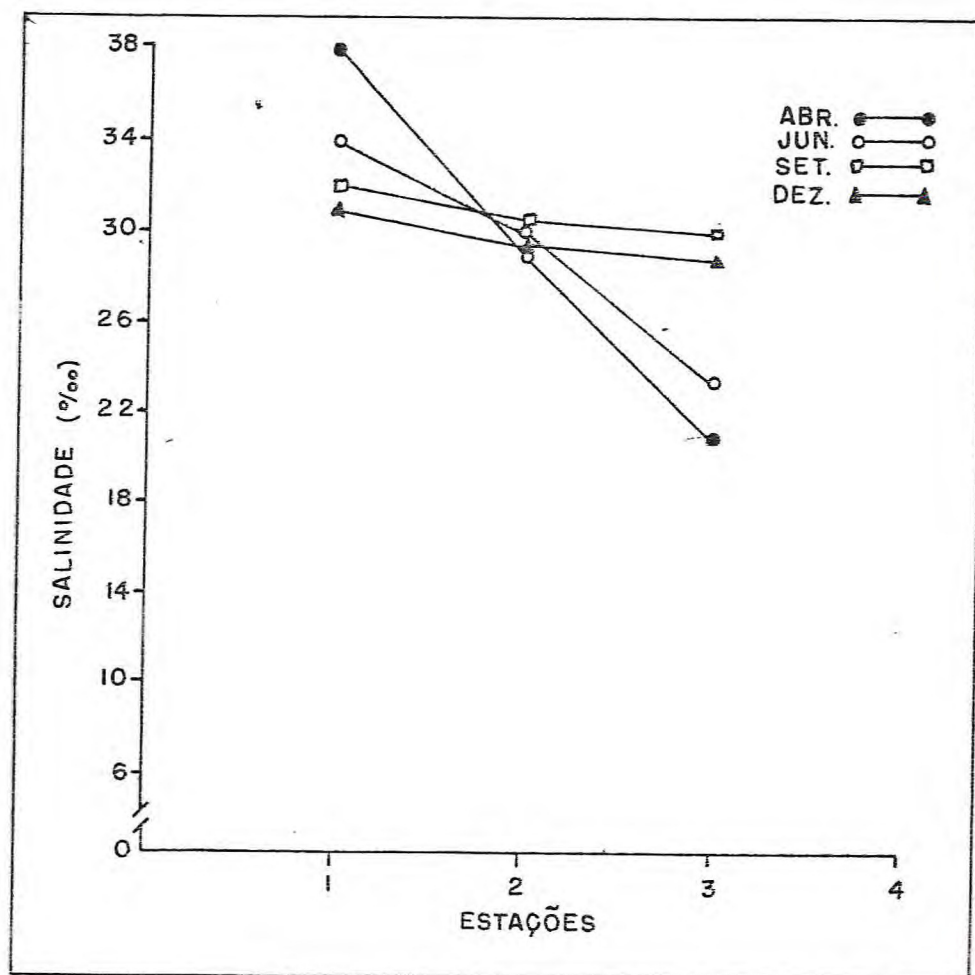


FIGURA 8 - Variação da salinidade observada no fundo, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

veniente da drenagem terrestre, que quase sempre varia sazonalmente (YARISH *et alii*, 1980).

A amplitude das marés faz com que a salinidade varie periodicamente no estuário. No Rio Ceará, a salinidade modifica-se gradualmente. Na estação seca a água torna-se hipersalina devido a evaporação e a ação das marés, ou hiposalina na estação chuvosa devido a precipitação, o deságüe do rio e drenagem deficiente. De uma maneira geral, a salinidade é ligeiramente mais elevada por ocasião da baixa-mar do que na preamar e deve diminuir à medida que aumenta a distância do mar. O regime marinho se estende estuário adentro por aproximadamente 7 km (COSTA, 1972).

Os teores de oxigênio dissolvido variaram de 3,1 a 4,6 mL/L, na superfície e no fundo, respectivamente (TABELA 3; FIGURAS 9 e 10). A medição referente a estação 1, dado de fundo, apresentou valor máximo devido à entrada de água marinha.

O teor de oxigênio dissolvido é um indicador das condições de poluição por matéria orgânica. Assim, uma água não poluída por matéria orgânica deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana, responsável pelo processo de decomposição da matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1988).

Segundo MOTA (1988), o teor de oxigênio de saturação das águas varia entre 7,5 e 9,5mg/L, nas condições usuais da mananciais brasileiros. O teor mínimo de oxigênio dissolvido nas águas tem sido limitado pelos órgãos de controle da poluição, com o objetivo de garantir as condições mínimas indispensáveis à sobrevivência de peixes e possibilitar o seu uso múltiplo. Este valor mínimo, geralmente fixado entre 4,0 e 5,0 mg/L, é chamado de limite sanitário de oxigênio dissolvido (OD). No Brasil, a Porta-

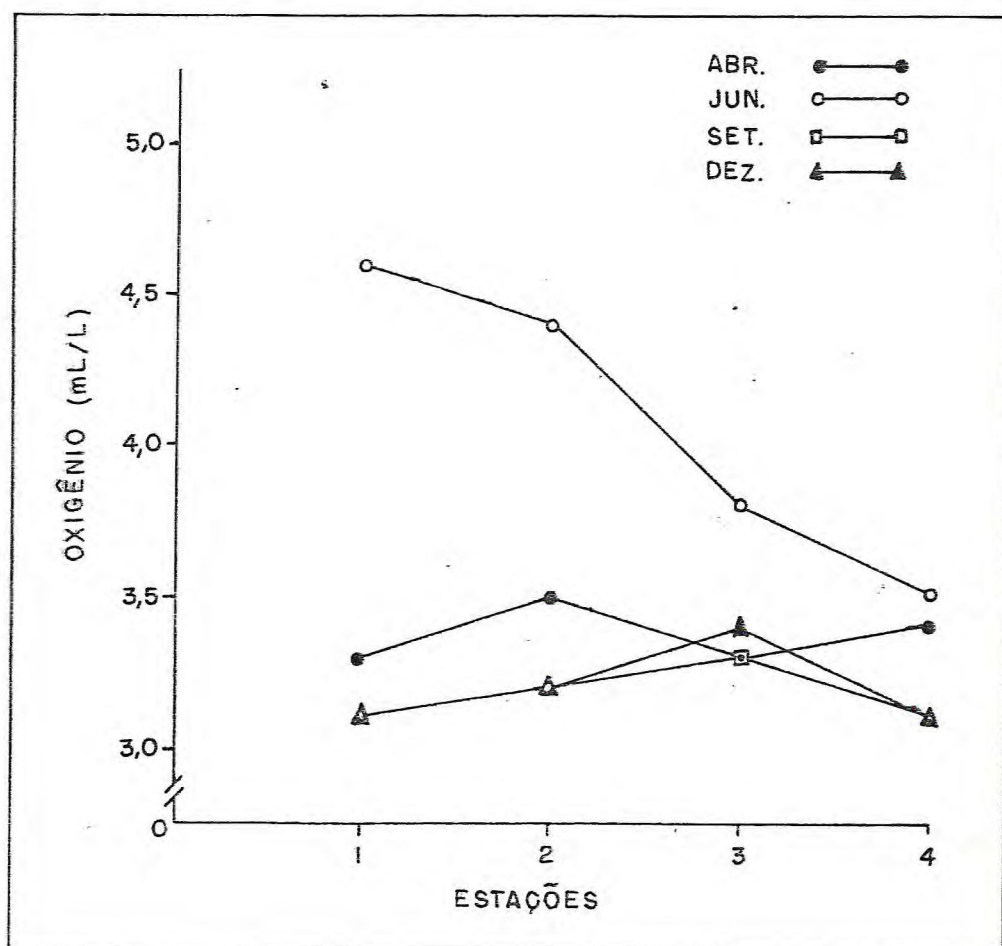


FIGURA 9 - Variação de oxigênio na superfície, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

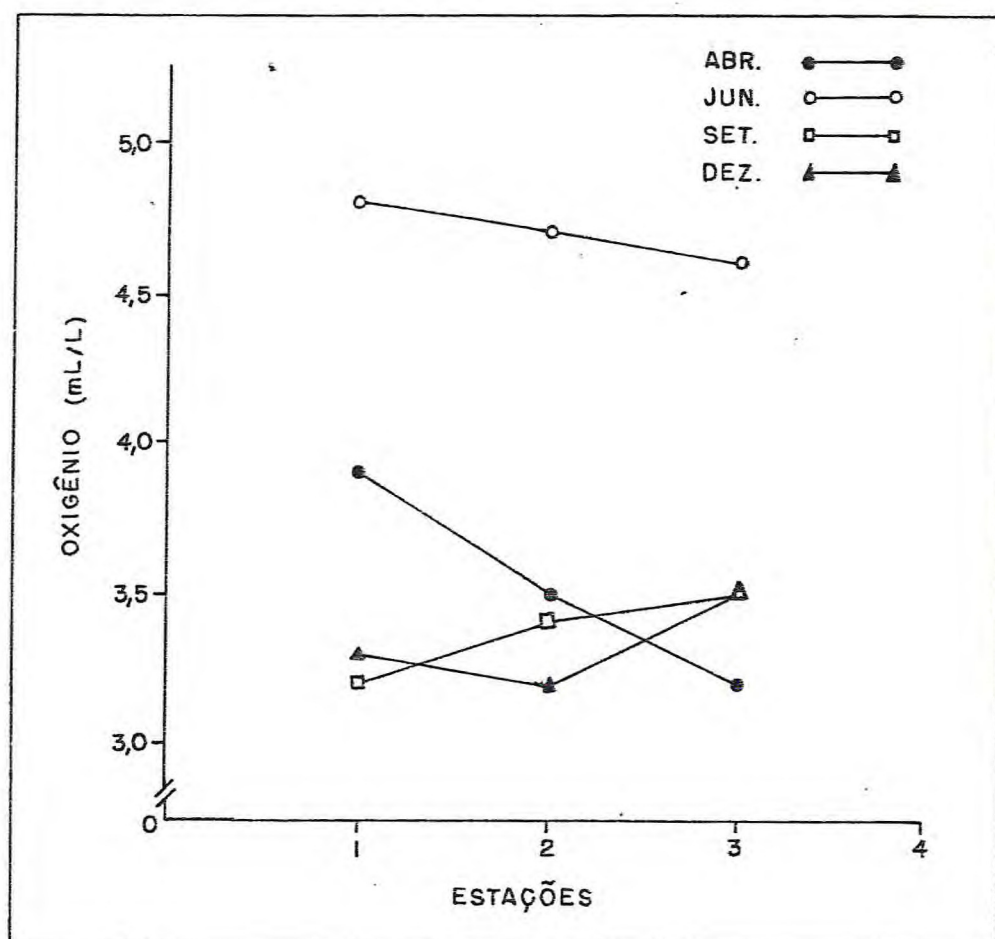


FIGURA 10 - Variação de oxigênio observada no fundo, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

ria que definiu a classificação das águas interiores estabeleceu como sendo 4,0mg/L o mínimo de OD permitido para águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional.

De acordo com as observações de ALCÂNTARA-FILHO (1978), as concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram valores sempre inferiores à saturação e ficaram compreendidas entre 2,45 e 4,27mL/L.

O pH experimentou variação de 7,0 a 9,0 e de 7,2 a 9,0 na superfície e fundo, respectivamente (TABELA 3; FIGURAS 11 e 12). Os valores máximos foram observados em junho e os mínimos, no mês de abril, considerando-se tanto as amostras de superfície quanto aquelas tomadas na camada mais profunda.

Com base nos resultados obtidos, o pH observado manteve-se na faixa alcalina em todas as estações de coletas, exceção feita a estação 2, que no mês de abril registrou pH neutro e igual a 7,0. MIRANDA (1986) também encontrou que o pH da água do Rio Ceará situa-se na faixa de alcalinidade. Entretanto, de acordo com ALCÂNTARA-FILHO (1978), o pH do Rio Ceará apresenta-se ligeiramente ácido, possivelmente em consequência das medições terem sido efetuadas em períodos de grandes precipitações pluviométricas.

Segundo MOTA (1988), os lançamentos de despejos que acarretam alterações no pH da água, podem resultar em efeitos negativos sobre a fauna e a flora. A maioria dos peixes não suporta pH inferiores a 5,0 e superiores a 9,0. Este autor considera que o pH apropriado está na faixa de 6,0 a 8,5.

A turbidez da água variou de 0,3 a 0,4m no mês de abril e de 1,0 a 1,5m em junho. Estes foram os valores mínimos e máximos, respectivamente. Nos meses de setembro e dezembro a turbidez

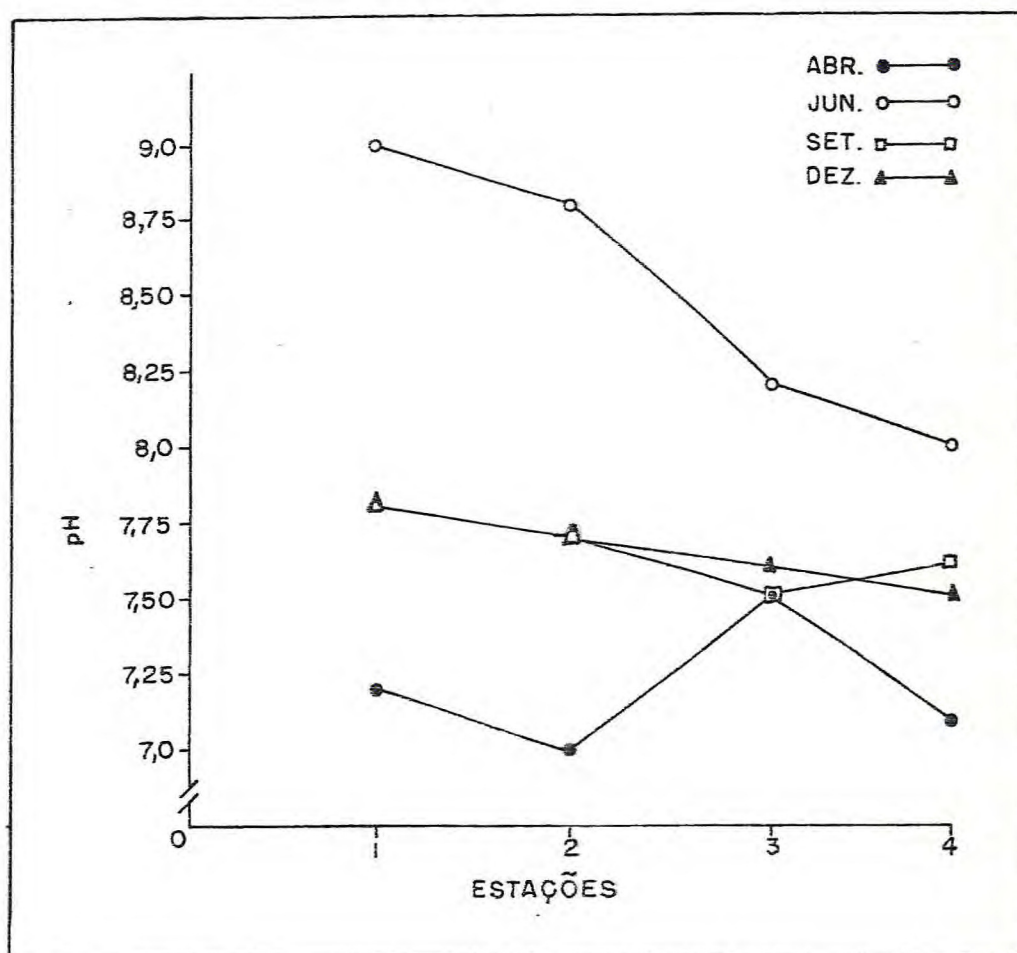


FIGURA 11 - Variação de pH na superfície, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

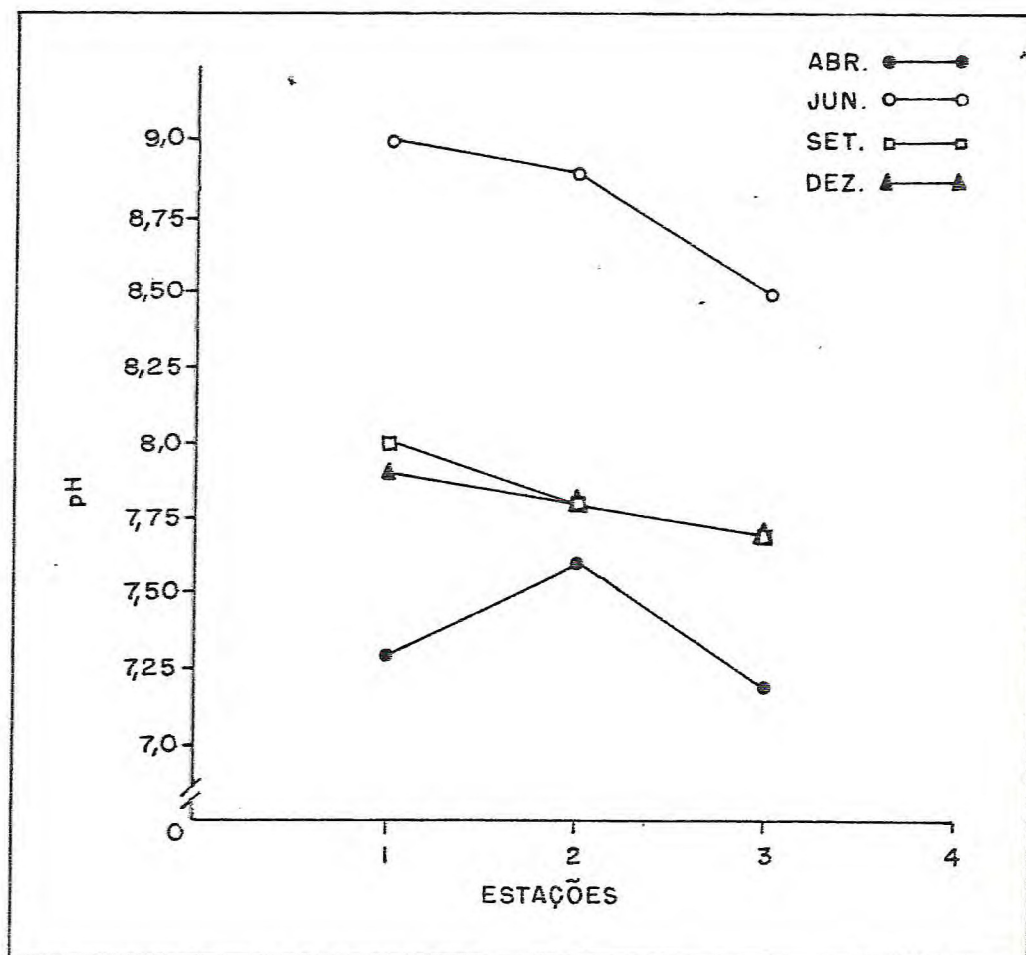


FIGURA 12 - Variação do pH observada no fundo, nas quatro estações de coleta, no Rio Ceará durante o ano de 1989.

da água apresentou valores compreendidos entre 0,5 a 0,6m, havendo uma pequena diferença entre as estações de coletas estudadas (TABELA 3).

A introdução de substâncias pigmentadas ou de partículas em suspensão provoca um aumento da turbidez na água. A principal consequência desta modificação é a redução da penetração da luz solar, a qual é essencial às reações da fotossíntese dos vegetais. Águas com elevada turbidez produzem poucas algas e outros vegetais submersos. Com isto, podem ocorrer distúrbios ecológicos pois a carência de organismos fotossintetizantes prejudica a oxigenação do meio, principalmente em águas paradas ou rios de pouca turbulência (MOTA, 1988).

De acordo com os dados sedimentológicos referentes aos teores de carbonato de cálcio (TABELA 4), no mês de abril, ocorreu uma variação de 1,52 a 7,99%, sendo que o maior teor foi registrado na estação 1. No mês de junho, a variação foi de 1,14 a 7,23% verificada nas estações 3 e 2, respectivamente. Em setembro os teores apresentaram-se mais baixos, onde a variação foi de 1,52 a 4,18%. Já no mês de dezembro, o carbonato de cálcio aumentou ligeiramente em relação ao mês de setembro, tendo-se o teor máximo de 5,33% na estação 2 e o mínimo de 3,05% na estação 3.

De um modo geral observou-se que os teores de carbonato de cálcio mais elevados foram obtidos nas estações 1 e 2, e os mais baixos sempre na estação 3, voltando a aumentar na estação 4.

O carbono da matéria orgânica do solo, provém do dióxido de carbono atmosférico por intermédio da fotossíntese das plantas. Uma parte da cobertura vegetal serve de alimento aos herbívoros, os quais são consumidos pelos carnívoros. Mas quase tudo é depositado sobre o solo sob a forma de detritos: folhas mortas,

TABELA 4 - Dados relativos às análises de carbonato de cálcio realizados em amostras de sedimentos provenientes ' do Rio Ceará no ano de 1989.

Estação de Coleta	Carbonato de Cálcio (%)
ABRIL	
1	7,99
2	3,04
3	1,52
4	1,90
JUNHO	
1	4,18
2	7,23
3	1,14
4	2,66
SETEMBRO	
1	4,18
2	3,80
3	1,52
4	2,28
DEZEMBRO	
1	4,57
2	5,33
3	3,05
4	3,81

ramosidades, cascas, frutas, os quais são somados às dejeções e cadáveres de animais. O ciclo do carbono no solo é muito complexo, a totalidade da matéria orgânica fresca que penetra nele é absorvida e, em parte, assimilada e mineralizada pela microflora e microfauna onde encontram os elementos e a energia necessária a atividade biológica (LÖBO, 1972).

Os resultados das concentrações de carbono orgânico e matéria orgânica encontram-se na TABELA 5. No mês de abril foram observados os maiores valores (2,40 e 4,14%) na estação 3 e os menores (0,11 e 0,19%) na estação 1.

Em junho os maiores valores (1,51 e 2,16%) foram obtidos na estação 4 e os menores (0,14 e 0,25%) na estação 3.

No mês de setembro, a estação 2 apresentou-se com as maiores concentrações (1,88 e 3,25%) e as menores ocorreram na estação 1 (0,11 e 0,19%).

Em dezembro, de uma maneira geral, as concentrações de carbono e matéria orgânica demonstraram um declínio em relação aos outros meses, com teores mínimos (0,10 e 0,18%) na estação 1 e máximos (0,31 e 0,53%) na estação 2.

A água é absolutamente necessária à vida, porém pode ser veículo de doenças e até de morte.

O tipo mais comum de poluição de água é causado por substâncias orgânicas como o esgoto, podendo estimular o crescimento e a multiplicação de bactérias e fungos, processos estes que absorvem O_2 , desoxigenando, conseqüentemente, a água. Os efeitos da poluição orgânica dependem claramente da qualidade de substância orgânica lançada em um rio e do volume de água limpa presente para diluí-la. Em um caso extremo, a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), permanecerá alta e o nível de O_2 baixo, e não

TABELA 5 - Dados relativos às análises de carbono orgânico e matéria orgânica realizados em amostras de sedimento provenientes do Rio Ceará no ano de 1989.

Estação de Coleta	Carbono Orgânico (%)	Matéria Orgânica (%)
ABRIL		
1	0,11	0,19
2	0,29	0,51
3	2,40	4,14
4	2,25	3,88
JUNHO		
1	0,37	0,64
2	0,33	0,57
3	0,14	0,25
4	1,51	2,61
SETEMBRO		
1	0,11	0,19
2	1,88	3,25
3	1,73	2,99
4	0,33	0,57
DEZEMBRO		
1	0,10	0,18
2	0,31	0,53
3	0,21	0,36
4	0,28	0,48

haverá recuperação antes que ocorra mais poluição. Então essa massa d'água irá conter apenas bactérias, fungos de esgoto e especialmente, animais resistentes como vermes tubífices, os quais possuem hemoglobina em seus corpos e são capazes de sobreviver em águas sem O₂ (MELLANBY, 1980).

Segundo LEITÃO et alii (1988), a metodologia padrão empregada no exame bacteriológico da água, para medida do grupo coliforme, inclui dois procedimentos: a técnica dos tubos múltiplos e a técnica da membrana filtrante.

Na técnica dos tubos múltiplos, volumes e diluições da amostra de água são inoculados no meio caldo lactosado em séries de 3 ou 5 tubos e incubados para verificação posterior dos tubos positivos pela produção de gás. Em função do número de tubos positivos e respectivos volumes de água da amostra, o número mais provável de coliformes pode ser estimado usando-se uma tabela estatística ou aplicando a fórmula de Thomas:

$$\frac{\text{NMP}}{100\text{ml}} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de tubos positivos} \times 100}{\text{ml da amostra em tubos positivos} \times \text{ml da amostra em todos os tubos.}}$$

A Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) datada de 18 de julho de 1986 estabelece a classificação das águas doces, salobras e salgadas do Território Nacional, em nove classes segundo seus usos preponderantes (CONAMA, 1988).

As águas do estuário do Rio Ceará são considerados salobras, e se dividem em duas categorias de enquadramento: (1) classe 7 - águas destinadas à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas a alimentação humana, cujo índice limite é de até 5.000 coliformes totais/100ml em 80% ou mais

de pelo menos cinco amostras mensais colhidas em qualquer mês, e (2) classe 8 - águas destinadas à navegação comercial; à harmonia paisagística e à recreação de contato secundário, que permite um índice máximo igual a 80.000 coliformes totais/100ml em 80% ou mais de pelo menos cinco amostras mensais coletadas em qualquer mês.

Os valores de Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais/100g ou ml das amostras provenientes do Rio Ceará estão representadas na TABELA 6. Nos meses de abril e junho os resultados obtidos em todas as estações estudadas permaneceram bastante elevados, superior a 24.000, exceto na estação 3, onde no mês de junho foi registrado um número igual a 11.000, tanto para as amostras de filtrado quanto para as de sedimento.

Em setembro e dezembro os resultados das análises de colimetria diminuíram visivelmente, apresentando NMP máximo, para o sedimento, superior a 24.000 na estação 4 e mínimo de 30, registrado na estação 1. As amostras referentes ao filtrado experimentaram uma variação de 30 a 11.000 coliformes totais/100ml nas estações 1 e 4, respectivamente. É importante salientar, que a estação 4, cujos resultados foram sempre os mais elevados, localiza-se próximo a uma favela, debaixo da ponte da rodovia BR-222, carente de saneamento básico.

Pelos resultados obtidos para as amostras do filtrado, nas quatro estações de coleta do Rio Ceará, nos meses de abril e junho, a água seria enquadrada na classe 8 e, em setembro, de acordo com o limite máximo preconizado ficaria na classe 7. Entretanto, essa classificação só poderia ser aplicada caso o número de análises tivesse obedecido àquele descrito pela Resolução.

A relação existente entre os valores de NMP e precipitação/evaporação parece coerente, tendo em vista que nos meses de

TABELA 6 - Resultados de Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais das amostras de sedimento e filtrado coletadas no Rio Ceará, no ano de 1989.

Meses do ano/ Estação de coleta	Nº de Coliformes / 100g	Nº de Coliformes / 100 ml
Abril	Sedimento	Filtrado
Estação 1	> 24.000	>24.000
Estação 2	> 24.000	>24.000
Estação 3	> 24.000	>24.000
Estação 4	> 24.000	>24.000
Junho	Sedimento	Filtrado
Estação 1	> 24.000	>24.000
Estação 2	> 24.000	>24.000
Estação 3	11.000	11.000
Estação 4	> 24.000	>24.000
Setembro	Sedimento	Filtrado
Estação 1	30	30
Estação 2	93	930
Estação 3	230	93
Estação 4	> 24.000	11.000
Dezembro	Sedimento	Filtrado
Estação 1	93	43
Estação 2	75	43
Estação 3	150	93
Estação 4	> 24.000	11.000

maior índice pluviométrico (abril e junho), grandes áreas são inundadas e, as águas e os dejetos acumulados ao longo do período de estiagem são carreados para o leito do rio, aumentando sua contaminação do ponto de vista bacteriológico. De modo contrário, nos meses de setembro e dezembro onde são registrados índices de evaporação mais elevados, as áreas adjacentes ao rio permanecem secas, consequentemente o lixo amontado não interfere no grau de poluição bacteriológica da água.

As bactérias Gram negativas, já confirmadas como coliformes foram classificadas bioquimicamente através do teste IMViC, objetivando-se uma identificação em relação as suas origens. Normalmente, essa prova é realizada porque as espécies do grupo coliforme possuem muitas semelhanças quanto as suas características morfológicas e de cultivo.

De acordo com os resultados do IMViC, as bactérias foram classificadas segundo a recomendação de BRENNER (1984), contida no Manual de Bergey.

A E. coli foi encontrada nas amostras de filtrado nas estações 1 e 4, nos meses de junho e setembro, respectivamente (TABELA 7). Nas amostras oriundas do sedimento sua presença foi observada nas estações 1 e 4 no mês de abril, e nas estações 1, 2 e 3 durante os meses de junho, setembro e dezembro, respectivamente (TABELA 8).

MOSSEL & MORENO GARCIA (1975) afirmam que pesquisas ecológicas têm demonstrado que a E. coli pode sobreviver e, ainda multiplicar-se em determinados substratos. Em virtude de sua origem fecal, a presença de E. coli em qualquer material denuncia uma contaminação de origem entérica. Desse modo, a E. coli é considerada o indicador sanitário ideal na análise microbiológica de

TABELA 7 - Bactérias do grupo coliforme encontradas em amostras de filtrado do Rio Ceará durante o ano de 1989.

Estação de Coleta	Bactéria
Abril	
1	<u>Escherichia blattae</u>
2	*
3	<u>Enterobacter aerogenes</u>
4	-
Junho	
1	<u>Escherichia coli</u> / <u>Escherichia blattae</u>
2	<u>Enterobacter aerogenes</u>
3	*
4	<u>Enterobacter agglomerans</u>
Setembro	
1	<u>Escherichia blattae</u>
2	<u>Escherichia blattae</u>
3	<u>Enterobacter agglomerans</u>
4	<u>Escherichia coli</u> / <u>Enterobacter aerogenes</u>
Dezembro	
1	<u>Enterobacter aerogenes</u>
2	<u>Enterobacter aerogenes</u>
3	*
4	-

* As provas bioquímicas não foram suficientes para a identificação.

TABELA 8 - Bactérias do grupo coliforme encontradas em amostras de sedimento do Rio Ceará durante o ano de 1989.

Estação de Coleta	Bactéria
Abril	
1	<u>Escherichia coli</u>
2	*
3	<u>Enterobacter aerogenes</u>
4	<u>Escherichia coli</u> / <u>Escherichia blattae</u>
Junho	
1	<u>Escherichia coli</u>
2	<u>Enterobacter aerogenes</u>
3	<u>Enterobacter agglomerans</u>
4	*
Setembro	
1	<u>Escherichia blattae</u>
2	<u>Escherichia coli</u> / <u>Escherichia blattae</u>
3	<u>Enterobacter aerogenes</u> / <u>Edwardsiella hashirae</u>
4	*
Dezembro	
1	*
2	<u>Enterobacter aerogenes</u>
3	<u>Escherichia coli</u>
4	<u>Enterobacter agglomerans</u>

* As provas bioquímicas não foram suficientes para a identificação.

água e de alimentos crus ou que não tenham sido submetidos a nenhum tratamento que assegure sua inocuidade.

Diversos fatores naturais contribuem para o apareci -
mento de inúmeras espécies bacterianas, principalmente nas águas
de superfície.

Em uma água rica em nutrientes (matéria orgânica) o
número de bactérias é muito grande, uma vez que esta é aproveita-
da na nutrição bacteriana. A temperatura é outro fator de funda-
mental importância no desenvolvimento de bactérias na água. Sua
elevação provoca um aumento considerável no número de bactérias,
mesmo quando a água apresenta pequena quantidade de elementos nu-
tritivos. Entretanto, neste caso, a exaustão dos nutrientes ocor-
re de maneira rápida, impedindo a multiplicação bacteriana e con-
correndo para que seu número torne-se estacionário. Se a quantida-
de de nutrientes contidos na água for grande, o número de bacté-
rias eleva-se durante um longo período de tempo. Assim, conclui-
se que esses fatores são interdependentes. Como na água tem muito
oxigênio dissolvido, sua microbiota, na grande maioria, é consti-
tuída de bactérias aeróbias, enquanto as anaeróbias encontram di-
ficuldades para crescer. A salinidade da água, bem como seu pH
são fatores que também afetam o número de bactérias (SEWELL, 1978).

Todos esses fatores estão sempre agindo, ora um, ora
outro, em intensidades variáveis, sobre o número total de bacté-
rias nas águas de superfície. A microbiota nas águas de superfí-
cie é praticamente originada do solo, embora existam bactérias
da própria água.

4 - CONCLUSÕES

1 - de acordo com os dados hidrológicos, a temperatura variou de 26,5 a 33,0°C, com um valor médio igual a 29,0°C durante o ano de 1989.

2 - A salinidade da água de superfície experimentou uma amplitude de variação muito grande, sendo que no mês de junho, ocorreram os valores máximo e mínimo, 33,0 e 6,2‰, respectivamente. No fundo, os resultados foram, em média, 30,0‰.

3 - O oxigênio dissolvido, tanto na camada de água superficial quanto naquela mais profunda, ficou em torno de 3,1 - 3,2 mL/L o valor mínimo, e 4,6 - 4,8 mL/L o máximo.

4 - A água do Estuário do Rio Ceará apresentou variação de pH de 7,0 - 7,2 a 9,0, em abril e junho, respectivamente.

5 - A turbidez da água apresentou valor máximo igual a 1,5m e mínimo de 0,3m.

6 - Os resultados referentes às análises de carbonato de cálcio ficaram compreendidos entre 1,14 e 7,99%, sendo o mínimo observado em junho e o máximo em abril.

7 - No mês de abril foram registradas as maiores concentrações de matéria orgânica e carbono orgânico, 3,88 e 2,40%, respectivamente e, em dezembro os teores mais baixos, 0,18 para matéria orgânica e 0,10% para carbono orgânico.

8 - Os testes bacteriológicos indicaram a presença de Escherichia coli nas estações 1 e 4 em junho e setembro respectivamente, na análise de filtrado. No sedimento a ocorrência de Escherichia coli foi observada nas estações 1 e 4 em abril e nas estações 1, 2 e 3 nos meses de junho, setembro e dezembro.

5 - SUMÁRIO

O presente trabalho visa fornecer informações sobre o grau de poluição orgânica no sedimento e na água do estuário do Rio Ceará, localizado no limite oeste do Município de Fortaleza (latitude 03°35' - 03°45'S e longitude 38°35' - 38°40'W), sendo formado pela junção de dois rios: o Ceará propriamente dito e o Maranguapinho.

Foram escolhidas quatro estações de coleta, sendo estas realizadas nos meses de abril, junho, setembro e dezembro, sempre em preamar.

No momento da coleta das amostras, foram determinados os dados hidrológicos em cada estação. No laboratório as amostras foram submetidas às análises sedimentológica e colimétrica.

O estudo sedimentológico constou das análises de matéria orgânica e carbono orgânico, os quais foram determinados pelo método descrito por PRINCE (1963), e análises de carbonato de cálcio utilizando-se o calcímetro de BERNARD.

Para as análises de colimetria foi utilizado o método das diluições sucessivas segundo SHARF (1972), obtendo-se o Número Mais Provável (NMP) de coliformes total e fecal.

De acordo com os dados hidrológicos, a temperatura variou de 26,5 a 33,0°C. A salinidade da água na superfície experimentou uma amplitude de variação muito grande, sendo que no mês de junho ocorreram os valores máximo e mínimo, 33,0 e 6,2‰, respectivamente, e no fundo os resultados foram em média 30,0‰. O oxigênio dissolvido, tanto na camada de água superficial quanto naquela mais profunda, ficou em torno de 3,1 - 3,2 mL/L o valor mínimo, e 4,6 - 4,8 mL/L o máximo. A variação do pH foi de 7,0-7,2

a 9,0 em abril e junho, respectivamente. A turbidez da água apresentou valor máximo igual a 1,5m e mínimo de 0,3m.

Os resultados referentes às análises de carbonato de cálcio ficaram compreendidos entre 1,14 e 7,99%, sendo o mínimo observado em junho e o máximo em abril. As concentrações de matéria orgânica e carbono orgânico foram registrados no mês de abril com 3,88 e 2,4%, respectivamente e, em dezembro os teores mais baixos, 0,18 para a matéria orgânica e 0,10% para carbono orgânico.

Os testes bacteriológicos, indicaram a presença de Escherichia coli nas estações 1 e 4 em junho e setembro, respectivamente, na análise do filtrado. No sedimento a ocorrência de Escherichia coli foi observada nas estações 1 e 4 em abril e nas estações 2 e 3 nos meses de junho, setembro e dezembro.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA-FILHO, P.de. Contribuição para o conhecimento da biologia e ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea-Decapoda-Brachyura) no manguezal do Rio Ceará (Brasil). São Paulo, Universidade de São Paulo, 1978.103p. Dissertação de Mestrado.
- BERNARDES, L.M.C. Os tipos de clima do Brasil. Bol. Geográfico ; Rio de Janeiro, (105): 988-97, 1951.
- BRANCO, S.M. A Auto-depuração dos cursos d'água. In: COMISSÃO INTERESTADUAL DA BACIA PARANÁ-URUGUAI. Poluição e Piscicultura. São Paulo, 1970. cap.2, p.56.
- BRENNER, D.J. Family I. Enterobacteriaceae Rahn 1937. In: KRIEG, N.R. (ed.) Bergey's manual of systematic bacteriology. Baltimore, Williams & Wilkins, 1984. p. 408-516.
- CINTRON, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Roteiro para estudo dos cursos de marismas e manguezais. Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo(10): 1-13, 1981.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. In: Resoluções do CONAMA. 1984 / 86. 2ª ed. Brasília, SEMA, 1988. p. 72-89.
- COSTA, R.S. Fisioecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) -Crustáceo-Decápode do nordeste brasileiro. São Paulo, 1972. 121 p. Tese de Doutorado.
- FROBISHER, M. Fundamentals of Microbiology. Philadelphia, Pa, W. B. Saunders, 1968.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL-LANARA. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. I-Métodos Microbiológicos. Brasília, DF, 1981. p. irreg.

- LEITÃO, M.F.F.; HAGLER, L.C.S.M.; HAGLER, A.N. & MENEZES, T.J.B. Indicadores microbiológicos de qualidade sanitária. In: Tratado de microbiologia. São Paulo, Manole, 1988. v.1 cap 3. p. 88-96.
- LIMA, F.A.M. & COSTA, R.S. Estudo preliminar das áreas de manguezaís do Estado do Ceará (Brasil). I-Áreas principais de ocorrência na faixa costeira de 38°36'W-41°15'W. O Solo, Piracicaba, 10-12, 1975.
- LÔBO, P.F.S. Utilização do C-14 atmosférico como tratador da matéria orgânica dos solos. Salvador, Universidade Federal da Bahia, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica, 1972 cap. 6 p.35.
- MELLANBY, K. Poluição da água. In: Biologia da poluição. 2ª ed. São Paulo, EDUSP, 1980, p. 31-43.
- MOSSEL, D.A.A. & MORENO GARCIA, B. E. coli y coliformes. In: Fundamentos ecológicos para garantizar y comprobarla inocuidad y la calidad de los alimentos. Zanagoza, Acribia, 1975 cap 5, p.142.
- MOTA, S. Preservação dos recursos hídricos. Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p. 1l.
- MUNOZ, F. Estudio de los sedimentos marinhos de la plataforma costera frente a las costas de Castellón. Inv. Pesq. Barcelona, 40(2): 401-53, 1976.
- OTTAMANN, F.; OKUDA, T.; CAVALCANTI, L.; SILVA, O.C.da; ARAÚJO, J.V.C.; COELHO, P.A.; PARANAGUÁ, M.N. & ESKINAZI, E. Estudo da Barra das Jangadas V- Efeitos da poluição sobre a ecologia do estuário. Trabs. Inst.Oceanogr. Univers. Fed.Pe., Recife, 7/8: 7-16, 1967.
- PELCZAR, M.; REID, R. & CHAN, E.C.S. - Microbiologia. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1981 v. 2 p. 897-925.
- PRINCE, A.L. Métodos en análisis del solo. In: BEAR, F.L. (ed) Química del solo. Interciência, 1963. cap 13p. 392-435. Apêndice.

SEWELL, G.H. Administração e Controle de Qualidade Ambiental. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1978, 295p.

SHARF, J.M. Métodos recomendados para o exame microbiológico de alimentos. São Paulo, Polígono, 1972. 257p.

YARISH, C.; EDWARDS, P. & CASEY, S. The effects of salinity and calcium and potassium variations on the growth of two estuarinered algae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 47: 235-47, 1980.