An aerial photograph of a river winding through a dense, green forest. The river is the central focus, flowing from the bottom towards the top of the frame. The surrounding forest is thick and lush, with varying shades of green. The sky is visible at the top, appearing bright and slightly hazy.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**ESTUDO DO “STANDING-CROP” DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO RIO
COCÓ (CEARÁ-BRASIL), COMO INDICADOR DAS MODIFICAÇÕES
FÍSICO-QUÍMICAS DO MEIO**

ELIANO VIEIRA PESSOA

FORTALEZA – 2002

ELIANO VIEIRA PESSOA

**ESTUDO DO “STANDING-CROP” DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO RIO
COCÓ (CEARÁ-BRASIL), COMO INDICADOR DAS MODIFICAÇÕES
FÍSICO-QUÍMICAS DO MEIO**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO
EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE, SUB-ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO EM ECOLOGIA E ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO.**

**VERA LUCIA MOTA KLEIN
ORIENTADORA**

**FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL
2002**

Esta dissertação foi submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Instituição.

A transcrição de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

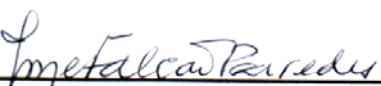


ELIANO VIEIRA PESSOA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 12 / 12 / 2002



Profa. Dra. Vera Lucia Mota Klein
Orientadora



Prof. Dr. Jorge Avelino Falcão Paredes



Prof. Dr. Wladimir Ronald Lobo Farias

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Fernando e Eliane que mesmo
enfrentando muitas dificuldades,
priorizaram a educação de seus
filhos.*

AGRADECIMENTOS

De um modo especial à minha orientadora, Professora Doutora Vera Lucia Mota Klein, pelo incentivo, amizade, apoio e criteriosa orientação demonstrados ao longo dos anos de convivência e que foram determinantes na minha formação científica. Por sua generosa colaboração, quaisquer agradecimentos seriam insuficientes para exprimir todo o meu respeito e toda minha gratidão.

A minha inesquecível Tutora Maria Ivone Mota Alves presto minha homenagem e agradecimento pelo incentivo a continuar sempre buscando o melhor da minha formação acadêmica e pelo exemplo de amor a vida deixado a todos que compartilharam de sua amizade.

Aos professores e funcionários do curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelos ensinamentos e desafios.

Ao professor Aldeney Andrade Soares Filho pela ajuda durante as análises de laboratório.

A professora Patrícia Rodrigues de Carvalho Pinheiro por ter cedido parte da vidraria de laboratório.

Ao professor Wladimir Ronald Lobo Farias pela amizade e por acreditar na importância da realização deste estudo.

Aos professores Elda Fontinele Tahin e Izairton Martins do Carmo pela liberação semanal de minhas atividades profissionais para que eu pudesse dar continuidade a minha pesquisa.

Aos professores do curso de Saneamento Ambiental da Unidade Descentralizada de Sobral: Maurício Barreto, Socorro Hortegal, Bonádia Wilma, Francimara Souza, Jean Tavares, Vicente Leitão e Mabel Calina pelo incentivo.

Ao amigo Uelio José Oliveira Amarante, meu agradecimento especial por seu encorajamento e companhia durante todas as coletas de campo.

Aos amigos Marcelo Fontenele de Carvalho e Patrícia Campos Mesquita pelo apoio e amizade.

As amigas Alda Lucia de Lima Amancio e Cybelle Barros Correia de Oliveira por partilharem tantos finais de semana em laboratório realizando análises químicas.

Aos amigos Fernando Henrique Rodrigues de Lima, Francisco Sérgio Alves Silva, Márcio Luís Alves Paiva pelas contribuições prestadas.

Aos alunos do curso de Saneamento Ambiental – UD de Sobral pela confiança e incentivo.

Meu agradecimento especial aos ajudantes Francisco, Vandebergue, Felipe e Vanderlan, moradores do bairro Castelão, que proporcionaram a tranquilidade necessária para a realização das coletas naquela área e pelas informações importantes para esta pesquisa.

A bibliotecária Ana Cristina Azevedo Ursulino pela ajuda na normalização das referências bibliográfica.

Ao Departamento de Engenharia de Pesca na pessoa do professor Moisés Almeida de Oliveira pela oportunidade de desenvolver minha pesquisa nas instalações do referido Departamento.

Aos amigos Cleudimar Nobre Dantas e Kleison de Paiva Freitas da GAUSS (Empresa Júnior de Estatística) pela ajuda na análise estatística.

A todos que fazem o Projeto Parque Vivo pelas bibliografias cedidas e oportunidade de conhecer todo o curso do rio Cocó durante as trilhas ecológicas.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) pela oportunidade de continuar desenvolvendo atividades acadêmicas de ensino, pesquisa e extensão.

A Fundação Cearense de Amparo a Pesquisa (FUNCAP) pela concessão de bolsa de estudo importante na aquisição dos reagentes e desenvolvimento da pesquisa.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e que por ventura não tiveram seus nomes aqui registrados.

A todos sou extremamente grato.

LAMENTO DO RIO RAIVOSO

Roberto Pontes

Essa água
Onde um tronco vai
não é água.

É sangue.

Esse rio que corre
não é rio.

É rei coroado de pontes.

Essas conchas
que servem de leito
não são ostras.

São ossos trazidos dos mangues.

Essa nascente do rio Cocó
só pode ser dois olhos
muito grandes
chorando a vida toda
por ter nascido rio
e não fuzil.

(De contracanto. Fortaleza: SINedições, 1968)

RESUMO

Muitos ecossistemas aquáticos vêm tendo suas características naturais degradadas, principalmente pela ação antrópica e entre estes ecossistemas os estuários, por possuírem uma importância vital na fertilização das águas costeiras vem sendo gradativamente modificados pelos impactos ambientais causados por usos múltiplos e indiscriminados. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar a água do estuário do rio Cocó, através de informações sobre a concentração de clorofila "a" do fitoplâncton na área investigada. Para este estudo foram realizadas amostragens mensais em quatro estações de coleta durante o período de 12 meses (julho de 2001 a junho de 2002). As amostras foram coletadas na superfície, durante a preamar e baixa-mar, de um mesmo dia. Em cada estação foram realizadas medidas *in situ* da temperatura do ar, da transparência, do pH, da temperatura e da salinidade da água. A determinação de oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos, estudo qualitativo do plâncton e da concentração de clorofila "a" foram realizados em laboratório. Os dados obtidos foram analisados por estação de coleta e condição de maré, sendo submetidos a testes estatísticos de correlação múltipla de Pearson e análise de regressão múltipla entre a concentração de clorofila "a" e os demais parâmetros físico-químicos, através do software SPSS for Windows, versão 10.1. A comunidade planctônica do rio Cocó caracterizou-se por ser rica quantitativamente e pobre qualitativamente. O grupo predominante foi o das diatomáceas e os dinoflagelados o de menor participação, tanto quantitativa quanto qualitativa com representantes de apenas 01 gênero. A predominância do gênero *Melosira* caracterizou o trecho em estudo como poluído, principalmente por esgotos domésticos. Os rotíferos e copépodos foram os principais representantes da comunidade zooplanctônica, sendo registrado, com menor frequência, espécies de ciliados, cladoceras, ostracodas e larvas de decápoda. A biomassa do fitoplâncton (clorofila "a") do estuário do rio Cocó no trecho em estudo apresentou um gradiente crescente do trecho a jusante (estações E1 e E2) para o trecho a montante (estações E3 e E4), com valores mínimos de 0,52 mg.cl "a".m⁻³ na preamar da estação de coleta E2 em junho de 2002 e valores máximos de 113,66 mg.cl "a".m⁻³ na baixa-mar da estação de coleta E4 em outubro de 2001. Evidenciou-se com o estudo da correlação o acelerado processo de degradação que se encontra o rio Cocó pelo despejo de esgotos domésticos e industriais direto nas margens desse rio. As análises de regressão entre a clorofila "a" e os diversos parâmetros analisados apresentaram relações direta e inversamente proporcionais, em cada estação de coleta e nas diferentes condições de maré, evidenciando as intensas variações espaço-temporais das condições ambientais no estuário do rio Cocó.

ABSTRACT

Many aquatic ecosystems are having their natural characteristics degraded, mainly by human action. Among these ecosystems the estuaries, that have a vital significance in the coastal water fertilization, are being progressively modified by environmental impacts of manifolds and indiscriminate uses. The goal of this work was Cocó river estuary water characterization, using information about *a*-chlorophyll concentration in the phytoplankton in the investigated area. In order to carry out this research, monthly sampling was carried out in four stations for a period of twelve months (July, 2001 to June, 2002). The samples were collected at the surface, during higher and lower tides, in the same day. For each station *in situ* measurements were carried out for air temperature, water transparency, pH, water temperature and salinity. Dissolved oxygen, inorganic nutrients, qualitative phytoplankton studies and *a*-chlorophyll concentration were performed in laboratories. The acquired data were analyzed for each sampling station and tide condition. The data were statistically analyzed using Pearson's multiple correlation and multiple regression between *a*-chlorophyll concentration and physical-chemical parameters. The Cocó river plankton community is characterized by high quantity and low diversity. The predominant group was diatomaceas being the dinoflagellates the less representative group, with a single gender even so in small quantities. The predominance of *Melosira* gender characterized the study area as a polluted, mainly by domestic sewages. The rotifers and copepods were the principal in the zooplankton community being recorded, in minor frequency, ciliates, cladoceras, ostracodas and decapodous larva. The Cocó river estuary phytoplankton biomass (*a*-chlorophyll) in the study area shown a rising gradient from downstream stations (E1 and E2) to upstream ones (E3 and E4), with minimum values of 0,52 mg.cl" a" m⁻³ in the higher tide in E2 station (June, 2002) and maximum values of 113,66 mg.cl" a" .m⁻³ in the lower tide in E4 station (October, 2001). The correlation study showed the accelerated degradation process in the Cocó river due to domestic and industrial sewages. The regression analysis between *a*-chlorophyll and physical-chemical parameters presented direct and inverse relationships, for each station and in different tide condition, evidencing time-space variation of the environmental conditions of Cocó river estuary.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	
RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
2.1. Características gerais do rio Cocó.....	22
2.2. A bacia hidrográfica do rio Cocó.....	27
3. METODOLOGIA.....	28
3.1. Localização e características ambientais das estações de coletas.....	28
3.1.1. Estação de Coleta E1.....	28
3.1.2. Estação de Coleta E2.....	31
3.1.3. Estação de Coleta E3.....	31
3.1.4. Estação de Coleta E4.....	34
3.2. Período e sistematização das coletas.....	37
3.3. Amostragens e procedimentos recomendados.....	40
3.3.1. Horário (h) e alturas (m) das marés.....	43
3.3.2. Temperatura do ar (°C).....	43
3.3.3. Temperatura da água (°C).....	43
3.3.4. Salinidade da água (‰).....	43
3.3.5. Transparência da água (cm).....	44
3.3.6. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	44
3.3.7. Turbidez da água (<i>Formazin Turbidity Units</i>).....	44
3.3.8. Determinação de oxigênio dissolvido na água (mg.l ⁻¹).....	44
3.3.9. Determinação dos nutrientes inorgânicos dissolvidos na água (mg.l ⁻¹)..	45
3.3.10. Clorofila "a" (mg cl "a".m ⁻³).....	45
3.3.11. Determinação qualitativa do plâncton na água.....	46
3.3.12. Análise estatística.....	47
3.3.12.1. Análise de correlação de Pearson.....	47
3.3.12.2. Análise de regressão múltipla.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1. Temperatura do ar (°C).....	48
4.2. Temperatura da água (°C).....	53

	Página
4.3. Salinidade da água (‰).....	60
4.4. Transparência da água (cm).....	64
4.5. Potencial Hidrogeniônico da água (pH).....	68
4.6. Turbidez (FTU).....	72
4.7. Concentração de oxigênio dissolvido na água (mg.l ⁻¹).....	77
4.8. Concentração de amônia (NH ₃) dissolvida na água (mg.l ⁻¹).....	82
4.9. Concentração de nitrito (NO ₂ ⁻) dissolvido na água (mg.l ⁻¹).....	86
4.10. Concentração de nitrato (NO ₃ ⁻) dissolvido na água (mg.l ⁻¹).....	90
4.11. Concentração de fósforo (P) dissolvido na água (mg.l ⁻¹).....	94
4.12. Concentração de clorofila “a” (mg cl “a”. m ⁻³).....	99
4.13. Análise qualitativa dos principais grupos que compõem o plâncton...	103
4.13.1. Plâncton presente na estação de coleta E1.....	105
4.13.2. Plâncton presente na estação de coleta E2.....	109
4.13.3. Plâncton presente na estação de coleta E3.....	110
4.13.4. Plâncton presente na estação de coleta E4.....	111
4.14. Análise de correlação múltipla de Pearson nas estações de coleta....	112
4.14.1. Estação de coleta E1.....	112
4.14.2. Estação de coleta E2.....	114
4.14.3. Estação de coleta E3.....	123
4.14.4. Estação de coleta E4.....	124
4.15. Análise de regressão múltipla.....	125
4.15.1. Estação de coleta E1.....	125
4.15.2. Estação de coleta E2.....	126
4.15.3. Estação de coleta E3.....	127
4.15.4. Estação de coleta E4.....	127
5. CONCLUSÕES.....	129
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01 Foto aérea do rio Cocó e área de manguezal onde parte foi aterrada para construção do Shopping Center Iguatemi.....	26
Figura 02 Foto aérea da desembocadura do rio Cocó na orla marítima de Fortaleza.....	26
Figura 03 Localização das estações de coleta no estuário do rio Cocó.....	29
Figura 04 Vista parcial da estação de coleta E1.....	30
Figura 05 Banco de areia observado durante a baixa-mar na praia do Caça e Pesca (estação E1).....	30
Figura 06 Vista parcial da estação de coleta E2.....	32
Figura 07 Observação de grande quantidade de aguapés no trecho localizado em frente ao restaurante do Parque Ecológico Adahil Barreto e formação de bancos de areia durante a baixa-mar.....	32
Figura 08 Vista parcial da estação de coleta E3.....	33
Figura 09 Depósito clandestino de pneus velhos as margens do rio Cocó....	33
Figura 10 População residente no bairro Castelão as margens do rio Cocó em precárias condições sanitárias.....	34
Figura 11 Vista parcial da estação de coleta E4.....	35
Figura 12 Presença de vacarias as margens do rio Cocó.....	36
Figura 13 Comércio de material de construção despejando resíduos as margens do rio Cocó.....	36
Figura 14 Imagens de satélite com informações sobre a previsão do tempo e nebulosidade dos dias de coleta.....	38
Figura 15 Variação espacial das temperaturas do ar (°C), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	56
Figura 16 Variação sazonal da temperatura do ar (°C), no rio Cocó.....	57

	Página
Figura 17 Variação espacial da temperatura da água (°C), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	58
Figura 18 Variação sazonal da temperatura da água (°C), medidas durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	59
Figura 19 Variação espacial da salinidade da água (‰), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	62
Figura 20 Variação sazonal da salinidade da água (‰), no rio Cocó.....	63
Figura 21 Variação espacial da transparência da água (cm), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	66
Figura 22 Variação sazonal da transparência da água (cm), no rio Cocó.....	67
Figura 23 Variação espacial do potencial hidrogeniônico da água (pH), medido durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	70
Figura 24 Variação sazonal do potencial hidrogeniônico da água, no rio Cocó.....	71
Figura 25 Variação espacial da turbidez da água (FTU), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	75
Figura 26 Variação sazonal da turbidez da água, no rio Cocó.....	76
Figura 27 Variação espacial da concentração de oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹) da água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	80
Figura 28 Variação sazonal de oxigênio dissolvido na água do rio Cocó.....	81
Figura 29 Variação espacial da concentração de amônia (mg.l ⁻¹) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	84
Figura 30 Variação sazonal da amônia na água do rio Cocó.....	85
Figura 31 Variação espacial da concentração de nitrito (mg.l ⁻¹) na água, medido durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	88
Figura 32 Variação sazonal de nitrito na água do rio Cocó.....	89
Figura 33 Variação espacial da concentração de nitrato (mg.l ⁻¹) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	92
Figura 34 Variação sazonal de nitrato na água do rio Cocó.....	93

	Página
Figura 35 Variação espacial da concentração de fósforo (mg.l^{-1}) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	97
Figura 36 Variação sazonal de fósforo na água do rio Cocó.....	98
Figura 37 Variação espacial da concentração de clorofila “a” (mg. cl "a".m^{-3}) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.....	101
Figura 38 Variação sazonal da concentração de clorofila “a” na água do rio Cocó.....	102

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01 Ficha de campo utilizado para registrar as medições.....	41
Tabela 02 Classificação das águas doces, salobras e salinas.....	42
Tabela 03 Algumas variáveis e respectivos valores ou limites estabelecidos pela legislação em vigor no Brasil.....	43
Tabela 04 Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E1, no período de julho de 2001 a junho de 2002.....	49
Tabela 05 Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E2, no período de julho de 2001 a junho de 2002.....	50
Tabela 06 Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E3, no período de julho de 2001 a junho de 2002.....	51
Tabela 07 Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E4, no período de julho de 2001 a junho de 2002.....	52
Tabela 08 Ocorrência dos gêneros encontrados no plâncton do rio Cocó (Ceará-Brasil), por períodos anuais, estações de coleta e condições de marés.....	106
Tabela 09 Problemas associados com algas presentes na água do rio Cocó.....	108
Tabela 10 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E1, durante a preamar das águas do rio Cocó..	115
Tabela 11 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E1, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.....	116
Tabela 12 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E2, durante a preamar das águas do rio Cocó..	117
Tabela 13 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E2, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.....	118

	Página
Tabela 14 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E3, durante a preamar das águas do rio Cocó..	119
Tabela 15 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E3, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.....	120
Tabela 16 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E4, durante a preamar das águas do rio Cocó..	121
Tabela 17 Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E4, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.....	122

1. INTRODUÇÃO

A importância da natureza para a civilização moderna em várias escalas territoriais, é atualmente um consenso, embora seja dada pouca relevância à preservação de áreas naturais em cidades, uma vez que historicamente elas foram construídas sem muita contestação, como decorrência do próprio progresso da humanidade justificando, assim, modificações radicais do meio natural.

No Brasil, a gestão dos recursos hídricos tem merecido, nos últimos anos, ampla discussão em razão da degradação qualitativa e quantitativa desses recursos. No início, tal discussão detinha-se em torno de problemas relacionados à produção energética, ao armazenamento e à contenção das cheias, por meio da construção de barragens. Em um segundo momento, a preocupação foi com o controle dos despejos industriais que, via de regra, são jogados sem tratamento nos cursos de água (CONTE, 2001).

Fortaleza possui aproximadamente dois milhões de habitantes que produzem por dia alguns milhões de litros de dejetos das mais diversas origens. Dejetos humanos, águas provenientes de limpeza, resíduos industriais, dejetos hospitalares, restos de óleos e graxas provenientes de postos de manutenção e abastecimento de veículos etc. Estes poluentes, são em geral, lançados na precária rede de esgotos da cidade, nas fossas particulares, nos rios, riachos, lagoas ou simplesmente nas ruas, como acontece na maioria das favelas de Fortaleza (VASCONCELOS, 1985).

A evolução da cidade de Fortaleza sempre esteve ligada pelos encontros e desencontros com a faixa litorânea, bem como pelos leitos dos rios que cortam a malha urbana do Município, como foi o caso do rio Pajeú, desde o momento da sua fundação e, atualmente, o rio Cocó. Tendo em vista, a forma como o rio Pajeú teve que adaptar-se ao crescimento urbano da referida cidade, é o indicador de que os corpos d'água não são considerados, pela sociedade, como importantes recursos naturais que antecederam a formação dos núcleos urbanos e, por isto, devem ser considerados como partes do equilíbrio do ecossistema (CASTRO et al, 1982).

Muitos ecossistemas aquáticos vêm tendo suas características naturais degradadas pelo crescente despejo de matéria orgânica rica em fosfato e compostos nitrogenados, oriundo de atividades humanas, principalmente, efluentes domésticos e industriais, em função disto, ocorre à modificação na quantidade de produtores primários do meio.

Dentre estes ecossistemas destacam-se os estuários por serem, altamente produtivos.

Conforme a definição de Pritchard (1967), estuário é um corpo de água costeira semi-fechado com uma conexão livre com o mar aberto e dentro do qual a água marinha é diluída com a água doce proveniente da drenagem terrestre. Sendo, portanto, ambiente naturalmente eutrofizado devido ao aporte de nutrientes trazidos pelos rios, e capaz de suportar uma biomassa elevada de organismos, o que lhe confere importância ecológica e econômica, justifica-se, assim, a necessidade de sua preservação.

Os estuários são ambientes muito dinâmicos, onde os fatores físicos, químicos e biológicos sofrem constantes modificações. Esta complexa estrutura de interações bióticas e abióticas vem sendo gradativamente modificada, devido aos impactos ambientais causados pelos múltiplos usos indiscriminados. O crescente aumento da população urbana e aceleração das atividades industriais, tem trazido como consequência imediata à utilização dos ambientes aquáticos como escoadouro para vários tipos de poluentes (SILVA et al, 1999).

Considerados como os grandes responsáveis pela fertilização das águas costeiras, os estuários também são os receptores intermediários de poluentes, funcionando muitas vezes como verdadeiras estações depuradoras naturais de tratamento de esgotos, antes que estes sejam lançados no mar, evitando ou retardando a poluição dos mares abertos e oceanos (Mc LUSKY, 1989). Por esta razão, muitos pesquisadores postulam que, na maioria dos casos, a poluição antes de ser marinha, ela é ou foi estuarina.

As pesquisas realizadas em ambientes estuarinos são amplas podendo ser enumerados alguns livros que tratam especificamente de temas relacionados a estuários, como: Reid (1961); Lauff (1967); Dyer (1973); Burton & Liss (1976); Nelson & Cronin (1981); Kennedy (1982); Ketchum (1983a); Mc Lusky (1989) e Kennish (1990), parte desses estudos caracterizam a grande produtividade biológica desses ecossistemas, bem como explicam a utilização e transformação de energia nos diferentes níveis tróficos, além de comprovar a peculiar capacidade de sustentação de uma produção biológica, em geral superior às das águas interiores e oceânicas, destacam-se, regionalmente, os trabalhos de: Gurgel (1965); Menezes (1968); Fonseca & Klein (1976); Klein & Franca (1980); Pinheiro (1980);

Klein (1981, 1986, 1987); Nápoli (1982); Zech (1983); Oliveira (1993); Moreira (1994); Soares Filho (1996) e Viana (1996).

Muitas pesquisas realizadas nos complexos estuarinos ou em áreas costeiras, se baseiam em estudos sobre a composição, densidade, biomassa e produtividade do fitoplâncton, associados aos vários parâmetros abióticos do meio para explicar a capacidade produtiva e grau de eutrofização desses ambientes (MOREIRA, 1994).

Nas costas cearenses, sobre as partes marginais estuarinas de seus principais rios (Coreaú, Acaraú, Ceará, Maranguapinho, Pacoti, Mundaú, Cocó, Curu e Jaguaribe), em enseadas e em torno de lagoas litorâneas, desenvolvem-se algumas formas bem representativas de manguezais.

Os manguezais possuem importantes funções ecológicas que os tornam imprescindíveis para a região costeira tropical: amenização do impacto do mar na terra; controle de erosão pelas raízes de mangue: estabilização física da linha de costa; retenção de sedimentos terrestres de escoamento superficial; “filtro biológico” de sedimentos, nutrientes e até mesmo poluentes, o que impede o assoreamento e a contaminação das águas costeiras; abrigo de fauna, sendo considerado um “habitat crítico”, na forma de berçário para moluscos, crustáceos e peixes. Outra função que vem sendo questionada é a exportação de matéria orgânica para o estuário e áreas costeiras adjacentes. Acredita-se que a exportação desta depende de uma série de fatores como, por exemplo, a hidrodinâmica do local. Por tudo isso, os mangues são considerados como áreas de preservação permanente, conforme a Lei nº 4.771, no seu Artigo 2º, que institui o Novo Código Florestal Brasileiro, promulgada em 15 de setembro de 1965.

Na Região Metropolitana de Fortaleza, os manguezais são áreas úmidas de maior significância, com destaque para aqueles associados aos rios Ceará, Cocó e Pacoti, além de outros menores, relacionados a lagunas e pequenos estuários.

Em seu conjunto, o plâncton é de vital importância para os ecossistemas marinhos, pois representa a base da teia alimentar pelágica nos oceanos e mudanças em sua composição e estrutura podem ocasionar profundas modificações em todos os níveis tróficos. A comunidade planctônica apresenta um caráter muito dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático e estabelecendo complexas relações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos (VALIELA, 1995). Variações no regime meteorológico, características

geomorfológicas regionais e os impactos antropogênicos nas áreas costeiras, estabelecem, em conjunto, o regime hidrográfico particular de cada região e, conseqüentemente, as características taxonômicas e a dinâmica espaço-temporal de suas comunidades planctônicas (BRANDINI et al, 1997).

Segundo Klein (1986) um dos aspectos que dão relevância ao estudo do plâncton é o fato de certos elementos desta comunidade servirem como indicadores biológicos, que traduzem as modificações sofridas pela água.

O fitoplâncton se distribui amplamente em todas as águas do oceano, onde ocupam as zonas superficiais bem iluminadas que favorecem o processo de fotossíntese. Em virtude disso, o fitoplâncton é considerado o produtor primário mais importante nos ecossistemas marinhos, pois através dele se produz matéria orgânica e energia química que ficam disponíveis para os níveis tróficos seguintes. Matéria e energia são transferidas, em quantidades determinadas, aos níveis tróficos superiores à parte deste nível básico do qual depende os demais. Assim, do ponto de vista trófico, as oscilações acontecidas ao nível de produtores primários tem efeitos em todo o ecossistema marinho, podendo ocasionar danos na produtividade em qualquer dos seus níveis (MARGALEF, 1978).

Tendo em vista o papel fundamental de produtor primário que exerce a comunidade fitoplanctônica nos ecossistemas aquáticos vem-se desenvolvendo pesquisas sobre a ecologia desses organismos, podendo-se citar os trabalhos de Eskinazi-Leça (1974), Passavante (1979), Feitosa (1988), Travassos (1991), Galvão (1996) e Flores-Montes et al (1998).

Para os limnólogos, a identificação dos organismos fitoplanctônicos em categorias taxonômicas específicas é essencial para o conhecimento da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, enquanto para os engenheiros sanitaristas, é fundamental o conhecimento dos gêneros e de algumas espécies das algas dominantes, pois algumas afetam a qualidade da água por produzirem odor e sabor e outras por serem tóxicas ao ser humano ou por produzirem subprodutos metabólicos que, em presença de cloro, formam compostos cancerígenos (Di BERNARDO, 1995).

Visando dar continuidade às investigações sobre o fitoplâncton das águas estuarinas o litoral do Estado do Ceará, foi selecionado para o desenvolvimento da presente pesquisa o estuário do rio Cocó, o qual encontra-se altamente impactado,

principalmente pela desinformação da população e desinteresse das autoridades competentes.

A pesquisa teve como objetivo geral caracterizar a água do estuário do rio Cocó, através de informações sobre a concentração de clorofila “a” do fitoplâncton na área investigada.

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a. Fazer uma caracterização físico-química da água do estuário;
- b. Identificar os principais grupos que compõem o plâncton estuarino;
- c. Analisar estatisticamente os principais parâmetros que possuem correlação significativa com a concentração de clorofila “a”;
- d. Identificar as principais formas de exploração do rio pela população visando auxiliar em campanhas de conscientização e gerenciamento costeiro.

2.2. A Bacia Hidrográfica do Rio Cocó

A bacia do rio Cocó, de acordo com o Plano Diretor de Drenagem, pode ser dividido em três grandes sub-bacias. A primeira, com uma área de 91,3 km² corresponde à parte superior do rio, controlada pelo açude do Gavião; a segunda engloba tanto a área a jusante do açude, drenada pelo próprio Cocó, como aquela drenada pelo riacho Lameirão com uma área de 230,2 km²; e a terceira compreendendo as áreas drenadas pelo rio Cocó e seu afluente rio Coaçu, com 195,7 km² (AUMEF, 1987).

A bacia de drenagem do rio Cocó, com exceção de sua parte superior, abrange regiões de relevo pouco acidentado.

Do ponto de vista geomorfológico, a área da bacia pode ser dividida em quatro unidades geoambientais: Planície Litorânea, Planície Flúvio-Marinha, Planície Fluvial Inundável, Planície Fluvial Não Inundável e Superfície de Tabuleiros (FORTALEZA, 1987).

O clima predominante na microrregião onde está localizada a bacia de drenagem do rio Cocó, de acordo com a classificação de Köppen, é considerado como sendo do tipo AW' o que corresponde ao tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas concentradas no verão e outono (IPLANCE, 1989, 1995).

A vegetação predominante na área da bacia de drenagem do rio Cocó é a transição floresta/caatinga e de caatinga/hipoxerófila, porém já muito alterada pela ação antrópica, com exceção da encosta na serra da Aratanha, a qual apresenta matas ciliares totalmente preservadas, e da parte médias das sub-bacias do rio Coaçu, que tem a vegetação nativa bem conservada e heterogênea, onde se alternam uma cobertura rasteira com uma de pequeno e médio porte (AUMEF, 1978).

Tendo em vista o grande número de nichos ecológicos propiciados pela estrutura do ecossistema manguezal-estuário, utilizados por inúmeras espécies de animais, nos seus diferentes estágios de desenvolvimento, a fauna estuarina do rio Cocó vem diminuindo gradativamente, em razão da caça e da pesca, poluição do rio e outras alterações que ocorrem na área (AUMEF, 1989).

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Características Gerais do Rio Cocó

Na cidade de Fortaleza, o uso e a exploração dos recursos naturais vem caminhando com maior intensidade para ocupação do solo. Os homens muitas vezes exploram a natureza e seus recursos, visando a lucros imediatos; contudo, desmatam, aterram, poluem e ocupam áreas protegidas por lei, causando sérios transtornos aos ecossistemas e a população local (VERNIER, 1994).

O rio Cocó é o maior rio de Fortaleza, com 45 km de extensão e uma área de 379 hectares. Nasce na Serra de Aratanha e deságua no Atlântico entre a Praia do Futuro e Sabiaguaba. A luta pela preservação do rio Cocó começou em 1977. Durante mais de 10 anos manifestações de diversos segmentos da sociedade pressionaram os poderes públicos a decretarem a preservação do Cocó. Com base na Lei Federal Nº 6.902, de 27/04/1981, que dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental, foi criada em 1986, através do Decreto Municipal Nº 7.302 da Câmara de Vereadores de Fortaleza, a Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Cocó. A área delimitada compreende a sub-bacia de drenagem B2 da bacia hidrográfica do Município de Fortaleza (AUMEF, 1987).

Vasconcelos e Freire (1987) consideram o rio Cocó como um curso d'água de pequeno porte, tipicamente metropolitano e que se acha poluído pelos esgotos domésticos e industriais situados ao longo de suas margens.

Meireles et al (1995) e Viana (1996) destacaram que além da atuação antrópica existente na bacia do rio Cocó, ainda se verifica a dinâmica dos processos naturais através do assoreamento do manguezal e o avanço das dunas em direção ao leito do rio, bem como a formação de *bancos* de areia na sua foz.

A Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, propôs ao Governo do Estado do Ceará uma série de medidas e diretrizes que visam o aperfeiçoamento da legislação vigente, por vezes conflitante e superada, bem como a implantação de uma política estadual, específica para a preservação de manguezais e estuários (MIRANDA et al, 1990). As propostas incluem ações como: criação de unidades de conservação de várias categorias; desenvolvimento de

pesquisas dirigidas para a recuperação de áreas degradadas, projetos pilotos de culturas, mapeamentos entre outros; implementação de programas de educação ambiental, a serem realizados em escolas, universidades, igrejas, associações de moradores, entidades de classe; incrementar a fiscalização através de convênios com outros órgãos; análise de projetos imobiliários e outros, de qualquer porte, a serem implementados nessas áreas, através de critérios técnicos e com a exigência do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA), e alterações na legislação ambiental em vigor, reformando pontos de estrangulamento e conflitos, adequando-os ante a realidade com que nos defrontamos.

O rio Cocó recebe inicialmente a denominação de riacho Pacatuba e, após receber as águas de outros tributários passa a se chamar riacho Gavião até a confluência com o riacho Alegrete, próximo ao 4º Anel Rodoviário, onde recebe a denominação de rio Cocó.

Nas proximidades da ponte na avenida Presidente Costa e Silva, também conhecida como Perimetral, recebe as águas do riacho Timbó, que por muito tempo foi responsável pela captação dos efluentes das indústrias localizadas no Distrito Industrial de Maracanaú.

Seguindo na direção Sudoeste – Nordeste, o rio encontra pela margem esquerda o “lixão” do Jangurussu, local de deposição do lixo do Município de Fortaleza, no período de 1977 a 1998. No período chuvoso há formação de um líquido tóxico, o chorume, escoando da rampa do lixo para dentro do rio.

Ao passar pela BR-116, o rio sofre grande impacto ocasionado pela devastação e aterramento de sua área, para ocupação pela população menos abastada, nesse ponto o rio foi dragado como medida corretiva dos processos de inundações da área.

Logo em seguida observa-se a presença da vegetação natural de mangue, ou o que resta do processo de urbanização.

Pela margem esquerda do rio está localizado o Parque Ecológico Adahil Barreto, mais conhecido como “Parque do Cocó”. Para implantação do Parque Ecológico do Cocó o Governo do Estado demarcou uma área de 1.155,2 hectares, que foi declarada para fins de desapropriação. E, com o Decreto Nº 20.252, de 05 de setembro de 1989, delimitou a primeira etapa do projeto.

Ao cruzar a ponte da avenida Engenheiro Santana Júnior observa-se uma maior faixa de mangue pela sua margem esquerda. Na margem direita observa-se impactos de aterramento ocorridos pela construção do Shopping Center Iguatemi, suas vias de acesso e área de estacionamento (Figura 01).

Na década de 70 foi realizada uma dragagem no leito do rio Cocó com a finalidade de dar acesso à passagem dos barcos carregados de sal, essa escavação resultou em modificações na calha do rio, modificando o aspecto sinuoso (meandrício) para um canal praticamente retilíneo.

Ao receber as águas de seu último afluente, o rio Coaçu o rio Cocó deságua no Atlântico em uma localidade conhecida como Barra do Cocó que limita a praia do Futuro da praia de Sabiaguaba (Figura 02).

A bacia hidrográfica do rio Cocó drena em sua totalidade uma área de aproximadamente 517,2 km², compreendendo parte dos municípios de Pacatuba (169,2 km²), Maracanaú (55,4 km²), Aquiraz (76,3 km²) e Fortaleza (216 km²) (AUMEF, 1987).

No rio Cocó além da poluição provinda do Complexo Industrial de Maracanaú, através do rio Timbó e do “lixão” do Jangurussu, a falta de planejamento estrutural da cidade de Fortaleza ocasionou grande desmatamento, como ocorrido em função da construção do Shopping Center Iguatemi, e pela ocupação de suas margens pela população de baixa renda, originando a favela do Lagamar, também são outras preocupações. A ocupação urbana irregular, a presença de salinas já desativadas que continuam poluindo, tornando o solo salinizado, a retirada de argila e hidratação da cal pressiona os manguezais, áreas de extrema fragilidade ambiental. As comunidades ribeirinhas têm uma relação bastante nociva com o rio e desconhecem princípios sanitários e ecológicos que poderiam modificar o atual quadro.

Os efeitos da poluição do rio Cocó fazem com que a pesca e a extração de crustáceos sejam drasticamente prejudicadas, afetando diretamente o sustento de diversas famílias que sobrevivem dos recursos oferecidos pelo manguezal.

Da Silva (1987) discute as principais conseqüências da prática da caça e pesca predatória em ambiente estuarino:

- desestruturação da cadeia alimentar do mangue, o que prolonga os seus efeitos aos ecossistemas vizinhos;
- diminuição do potencial de produção de recursos alimentares para a população humana;

- perda da reserva genética e das funções ecológicas que desempenham as espécies nos locais onde foram eliminadas.

Ações complementares estão sendo desenvolvidas no sentido de garantir a despoluição do rio Cocó. Dentre estas, merecem destaque: desativação do “lixão” do Jangurussu; implantação da estação de tratamento dos dejetos oriundos do distrito industrial e conjuntos habitacionais adjacentes; urbanização do Lagamar; drenagem do canal do Tauape e implantação do sistema de esgotamento sanitário da bacia de contribuição do rio Cocó.

No primeiro semestre do corrente ano foi apresentado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ceará (CREA-CE) a carta náutica do rio Cocó, trabalho de monitoramento do estado atual do rio, desde sua foz até o trecho da ponte que fica na Avenida Engenheiro Santana Júnior e de toda área em torno da Lagoa da Precabura com o objetivo de encontrar subsídios que possam regenerar e preservar o ecossistema desse manancial.

O valor ecológico do rio Cocó para a cidade de Fortaleza é muito grande; no controle de enchentes, na preservação da biodiversidade, no desenvolvimento da pesca no estuário e mar, na importância paisagística e turística, no controle do clima, no espaço de lazer e educação ambiental que o rio Cocó, o manguezal e sua planície de inundação fazem do mesmo um dos principais recursos hídricos superficiais do município de Fortaleza.



Figura 01 – Foto aérea do rio Cocó e área de manguezal onde parte foi aterrada para construção do Shopping Center Iguatemi (Foto: FORTALEZA – Guia Digital, 2001).



Figura 02 – Foto aérea da desembocadura do rio Cocó na orla marítima de Fortaleza (Foto: FORTALEZA – Guia Digital, 2001).

3. METODOLOGIA

3.1. Localização e Características Ambientais das Estações de Coletas

Para este estudo foram realizados amostragens em quatro pontos ao longo do curso do rio Cocó, conforme se observa na Figura 03, podendo assim ser descritos:

3.1.1. Estação de Coleta E1

Localizada na foz do rio Cocó na praia do Caça e Pesca (Figura 04).

Caracteriza-se por possuir fundo arenoso e por sofrer maior influência marinha.

Observa-se processo de assoreamento devido à ação do transporte litorâneo de sedimentos e a presença de dunas móveis em sua margem direita. Na baixa-mar é possível observar uma croa de areia que divide o fluxo do rio em dois braços (Figura 05).

Entre os principais impactos na área podemos citar a falta de infra-estrutura na grande maioria das barracas que se localizam as margens do rio, remoção da cobertura vegetal para a construção de casas e edifícios causando grande desequilíbrio ambiental e a falta de saneamento básico nas casas, sendo o lixo enterrado, contaminando desta forma o lençol freático.



Figura 04 – Vista parcial da estação de coleta E1 (Foto: Pessoa, 2002).



Figura 05 – Banco de areia observado durante as coletas de baixa-mar na praia do Caça e Pesca (Estação E1) (Foto: Pessoa, 2002).

3.1.2. Estação de Coleta E2

Localizada no “píer” do Parque Ecológico Adahil Barreto em frente ao restaurante (Figura 06).

Caracteriza-se por apresentar fundo lamacento e uma maior influência fluvial do que marinha.

Mesmo localizada dentro do Parque Ecológico do rio Cocó, esta é a estação que sofre maiores impactos antrópicos, pois antes de ser decretada Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Cocó, em 1985 (AUMEF, 1989) e implantado o Parque Ecológico em 05 de setembro de 1989, grande parte da vegetação de mangue já havia sido devastada e áreas aterradas.

Ressalta-se a grande quantidade de plantas aquáticas, aguapés (*Euchornia crassipes*), as quais indicam alto nível de poluição (Figura 07). Em ambas as margens do rio podem ser encontradas espécies de mangue, só que um tanto perturbada, como mangue sapateiro ou vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue preto (*Avicennia shaueriana* e *Avicennia germinans*), mangue manso ou branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue de botão ou ratinho (*Conocarpus erectus*).

3.1.3. Estação de Coleta E3

Localizada a jusante do “lixão” do Jangurussu (atualmente desativado) sob a ponte da Avenida Deputado Paulinho Rocha (Figura 08).

Neste trecho o rio Cocó está sujeito aos mais diversos tipos de agressão, que resultam no assoreamento do seu leito e em alterações na qualidade de suas águas. Estas agressões são provocadas pela retirada de material argiloso para as olarias e pela hidratação da cal nas suas margens.

As famílias do bairro Castelão que moram às margens do rio Cocó nas proximidades desta estação de coleta vivem com condições precárias de saneamento básico lançando continuamente esgotos domésticos e depositando lixo nas águas e margens do rio (Figuras 09 e 10).

Observou-se vacarias na margem direita do rio sendo outro importante responsável da poluição do rio.



Figura 06 - Vista parcial da estação de coleta E2 (Foto: PESSOA, 2002).



Figura 07 – Observação de grande quantidade de aguapés no trecho localizado em frente ao restaurante do Parque Ecológico Adahil Barreto e formação de bancos de areia durante a baixa-mar.



Figura 08 – Vista parcial da estação de coleta E3 (Foto: PESSOA, 2002).



Figura 09 – Depósito clandestino de pneus velhos as margens do rio Cocó (Foto: PESSOA, 2002).



Figura 10 – População residente no Bairro Castelão as margens do rio Cocó em precárias condições sanitárias (Foto: PESSOA, 2002).

3.1.4. Estação de Coleta E4

Localizada sob a ponte da Avenida Presidente Costa e Silva, também conhecida como Avenida Perimetral, onde o rio Cocó recebe, pela margem esquerda, as águas de um importante afluente em termos de volume de água, o riacho Timbó (Figura 11).

Por mais de uma década este riacho era responsável pela captação dos efluentes das indústrias localizadas no Distrito Industrial da Região Metropolitana de Fortaleza, situado no Município de Maracanaú, bem como dos esgotos domésticos dos conjuntos habitacionais existentes nas circunvizinhanças do Distrito e do esgotamento sanitário da CEASA (Central de Abastecimento S/A, no Ceará). Ressalta-se que todo esse esgotamento era lançado, sem nenhum tipo de tratamento, tornando o riacho Timbó condutor de uma das maiores fontes de poluição das águas do rio Cocó. Atualmente estas águas residuais são submetidas a tratamento em lagoas de estabilização e canalizadas para o riacho Siqueira, que deságua no rio Maranguapinho.

Durante o período de coleta foi possível observar a presença de animais em suas águas devido ao número de vacarias presentes nas proximidades e o lançamento de esgotos de estabelecimentos comerciais situados as suas margens (Figuras 12 e 13).

Recentemente a SEMACE vem recebendo denúncias do aterramento com lixo e entulho neste trecho do rio Cocó por empresas responsáveis pela coleta de entulho, transformando o local num lixão, com a presença, inclusive, de catadores.



Figura 11 – Vista parcial da estação de coleta E4.



Figura 12 – Presença de vacarias as margens do rio Cocó.



Figura 13 – Comércio de material de construção despejando resíduos as margens do rio Cocó.

3.2. Período e Sistematização das Coletas

Para uma melhor caracterização do ecossistema e registro das variações dos parâmetros abióticos e bióticos, decidiu-se por coletas mensais, durante um ciclo anual completo, com início em Julho de 2001 e término em Junho de 2002. Assim foram cobertas as duas estações climáticas, quais sejam a chuvosa e a estival.

Devido à influência do fluxo e refluxo das marés, optou-se por amostragens na preamar e na baixa-mar de um mesmo dia, apenas da água de superfície, tendo em vista a pequena profundidade média do estuário.

Ao longo das coletas foram realizadas observações das formas de exploração da população residente nas proximidades do rio Cocó.

Os horários de realização das coletas eram baseados nas Tabuas de Marés para o Porto do Mucuripe (Fortaleza-CE).

Informações complementares de previsão do tempo e nebulosidade dos dias das coletas foram obtidas através da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) através de imagens do satélite METEOSAT (Figura 14).

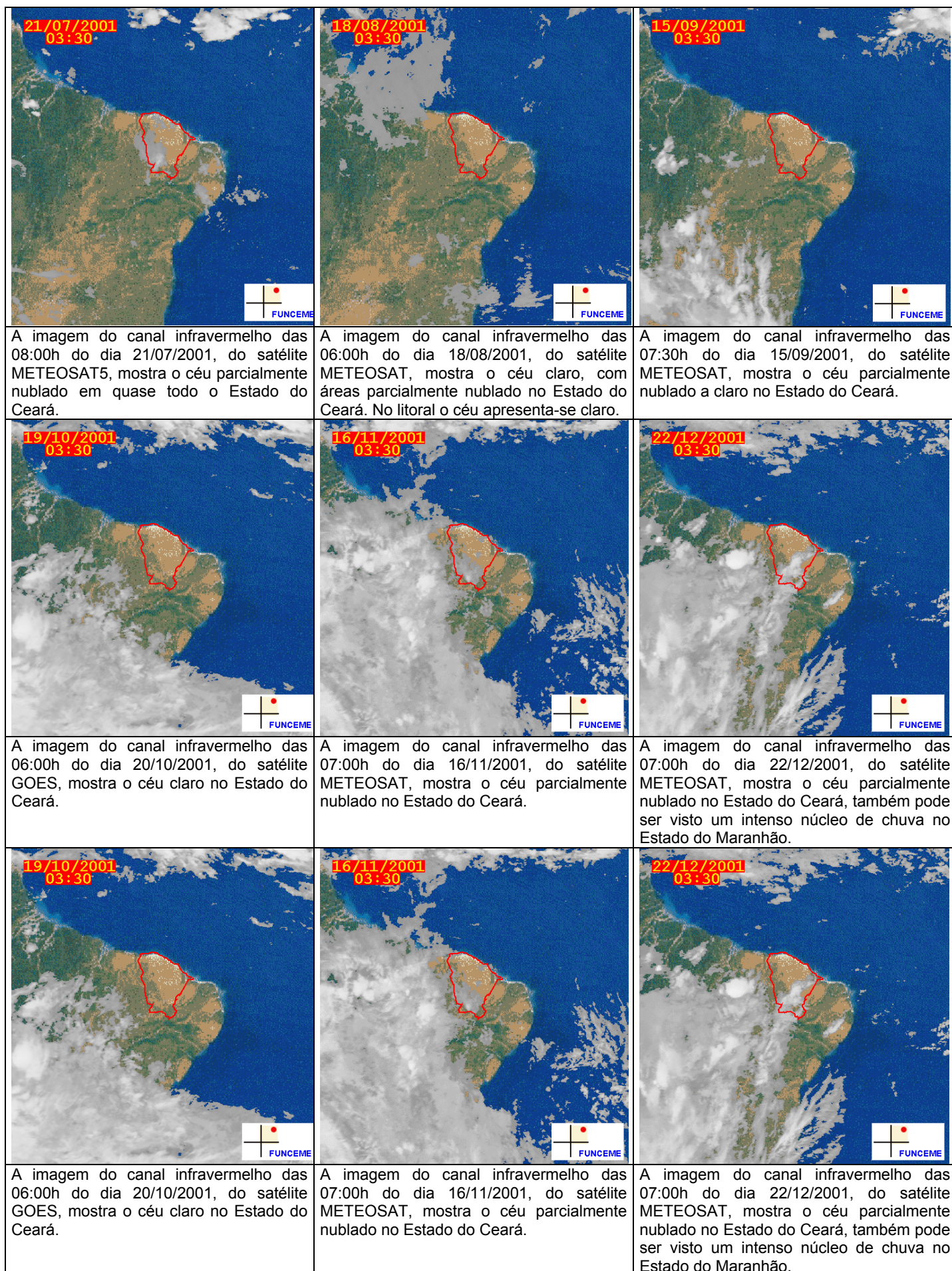


Figura 14 - Imagens de satélite com informações sobre a previsão do tempo e nebulosidade dos dias de coleta (Fonte: www.funceme.br)

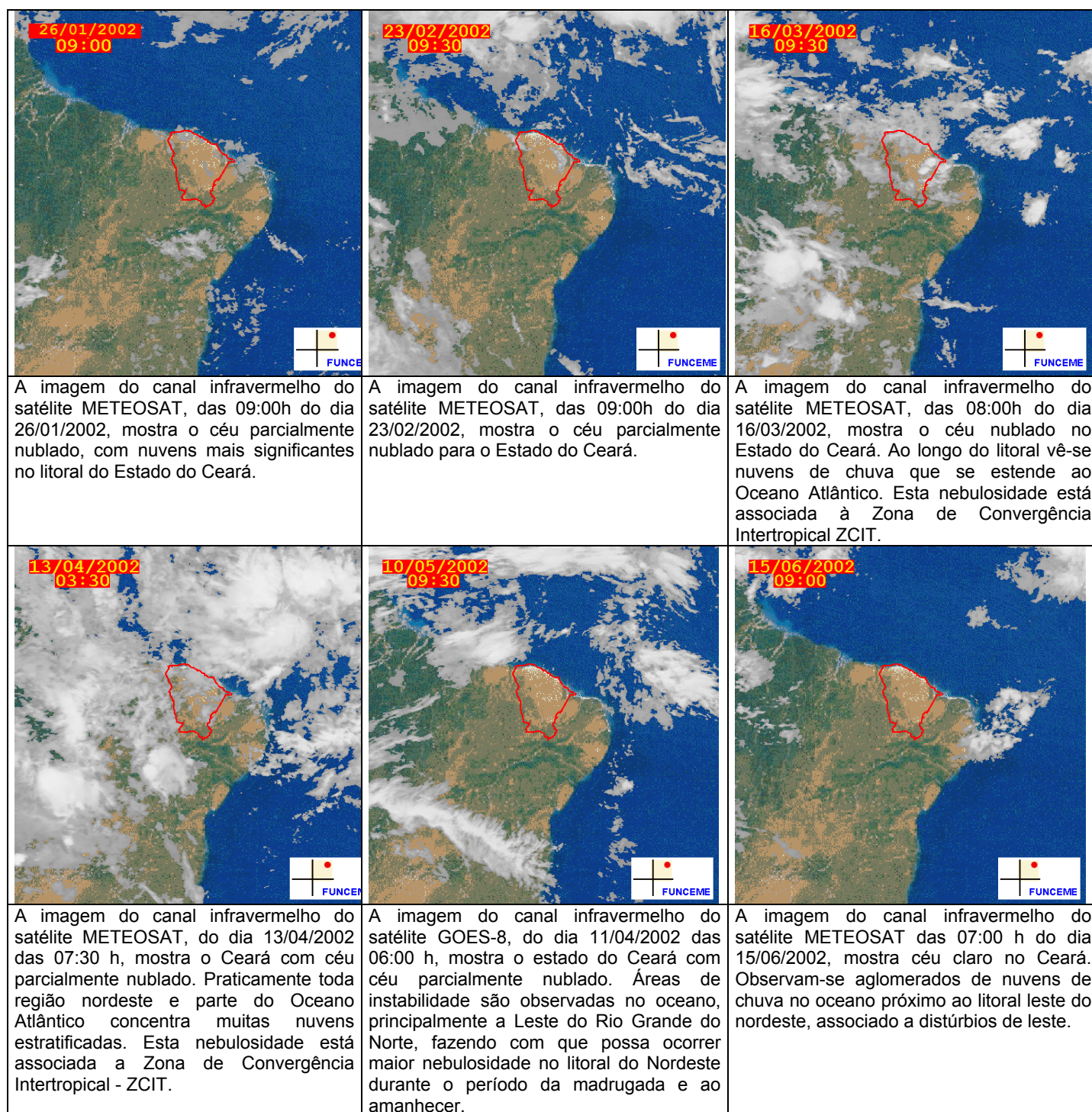


Figura 14 - Imagens de satélite com informações sobre a previsão do tempo e nebulosidade dos dias de Coleta (Fonte: www.funceme.br). (Cont.)

3.3. Amostragens e Procedimentos Recomendados

Segunda o CETESB (1987), uma das etapas mais importantes no desenvolvimento de pesquisas nos corpos de água é aquela relacionada aos procedimentos de coleta das amostras.

Em cada estação, os trabalhos foram iniciados com as medidas *in situ* da temperatura do ar, da transparência, pH, temperatura e salinidade da água. A amostragem de material para análises posteriores em laboratório incluiu água para determinação da concentração de oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos, estudo qualitativo do plâncton e da concentração de clorofila “a”. Todas as medições foram registradas em fichas de campo previamente definidas (Tabela 01).

As amostras coletadas foram transportadas até o Laboratório de Planctologia do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, onde se realizaram as análises de acordo com metodologia adequada para as mesmas.

Levando em consideração a necessidade do enquadramento dos corpos d’água quanto aos níveis de qualidade exigidos e seus usos preponderantes, de forma a atender às necessidades de acordo com o seu estado atual, utilizamos a Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA como referência (Tabela 02).

Pelo fato do curso d’água do rio Cocó não apresentar enquadramento formal, pois suas águas apresentam características salinas (estação E1), salobras (estação E2) e doces (estações E3 e E4), utilizamos como parâmetros de classificação a Classe 5 para o primeiro caso, Classe 7 para o segundo e a Classe 2 para o terceiro caso, de acordo com a citada Resolução.

A título de exemplo, organizou-se a Tabela 03, no qual constam algumas variáveis e respectivos valores ou limites máximos estabelecidos pela legislação em vigor no Brasil, ou seja, aqueles estabelecidos pela Portaria nº 36/GM que dispõe sobre a Potabilidade (Brasil, 1990), e pela Resolução nº 20 do CONAMA (Brasil, 1995).

FICHA DE CAMPO
ESTUDO DO "STANDING CROP" DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ

TEMPERATURA { PREAMAR: °C
BAIXAR: °C

ESTAÇÃO 01 – CAÇA E PESCA

DATA	MARÊ	HORA	ALT	SAL ‰	T°C		TRANSP. cm	pH	NITRITO mg/l	NITRATO mg/l	FOSF mg/l	AMÔNIA mg/l	OD mg/l	CL A mg/m ³	TURB. FTU	
					Ar	H ₂ O										
	Prea															
	Baixa															

ESTAÇÃO 02 – PARQUE ECOLÓGICO ADAHIL BARRETO

DATA	MARÊ	HORA	ALT	SAL ‰	T°C		TRANSP. cm	pH	NITRITO mg/l	NITRATO mg/l	FOSF mg/l	AMÔNIA mg/l	OD mg/l	CL A mg/m ³	TURB. FTU	
					Ar	H ₂ O										
	Prea															
	Baixa															

ESTAÇÃO 03 – PONTE SITUADA SOB AV. DEP. PAULINHO ROCHA

DATA	MARÊ	HORA	ALT	SAL ‰	T°C		TRANSP. cm	pH	NITRITO mg/l	NITRATO mg/l	FOSF mg/l	AMÔNIA mg/l	OD mg/l	CL A mg/m ³	TURB. FTU	
					Ar	H ₂ O										
	Prea															
	Baixa															

ESTAÇÃO 04 – PONTE SITUADA SOB AV. PRESIDENTE COSTA E SILVA

DATA	MARÊ	HORA	ALT	SAL ‰	T°C		TRANSP. cm	pH	NITRITO mg/l	NITRATO mg/l	FOSF mg/l	AMÔNIA mg/l	OD mg/l	CL A mg/m ³	TURB. FTU	
					Ar	H ₂ O										
	Prea															
	Baixa															

OBSERVAÇÕES: _____

Tabela 01 – Ficha de Campo utilizado para registrar as medições

Tabela 02 – Classificação das águas doces, salobras e salinas.

ÁGUAS DOCES	
Classe Especial	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; • à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; • à proteção das comunidades aquáticas; • à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); • à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película. • à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 2	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; • à proteção das comunidades aquáticas; • à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); • à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; • à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 3	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; • à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • à dessedentação de animais.
Classe 4	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • à navegação • à harmonia paisagística; • aos usos menos exigentes.
ÁGUAS SALINAS	
Classe 5	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • à recreação de contato primário; • à proteção das comunidades aquáticas; • à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 6	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • à navegação comercial; • à harmonia paisagística; • à recreação de contato secundário.
ÁGUAS SALOBRAS	
Classe 7	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • à recreação de contato primário; • à proteção das comunidades aquáticas; • à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 8	Águas destinadas: <ul style="list-style-type: none"> • à navegação comercial; • à harmonia paisagística; • à recreação de contato secundário.

FONTE: CONAMA (1986)

Tabela 03 – Algumas variáveis e respectivos valores ou limites estabelecidos pela legislação em vigor no Brasil.

VARIÁVEIS	Portaria nº36/GM (Potabilidade)	Resolução nº 20 do CONAMA					
		Doços				Salinas	Salobras
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 7
PH	6,5 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
Turbidez (NTU)	1 a 5	Até 40	Até 100	Até 100	-	-	-
OD (mg.l ⁻¹)	-	≥ 6,0	≥ 5,0	≥ 4,0	≥ 2,0	≥ 6,0	≥ 5,0
Nitrato (mg.l ⁻¹)	10,0	10,0	10,0	10,0	-	10,0	-
Nitrito (mg.l ⁻¹)	-	1,0	1,0	1,0	-	1,0	-
P total (mg.l ⁻¹)	-	0,025	0,025	-	-	-	-

FONTE: CONAMA (1986)

3.3.1. Horário (h) e Alturas (m) das Marés

As estimativas das alturas das marés nos dias de realização das coletas nas estações foram obtidas pelo site da FUNCEME (www.funceme.br) tomando-se como referência o Porto do Mucuripe (Fortaleza-CE).

3.3.2. Temperatura do Ar (°C)

As medidas de temperatura do ar foram realizadas com a utilização de um termômetro comum, com coluna de mercúrio, o qual, era deixado na sombra até que fosse atingida a estabilidade pela coluna de mercúrio. Esta operação foi repetida nas quatro estações antes da amostragem de água.

3.3.3. Temperatura da Água (°C)

A temperatura da água da superfície foi medida com termômetro comum, com coluna de mercúrio, o qual era colocado em um Becker com água recém coletada até a estabilização da coluna de mercúrio.

3.3.4. Salinidade da Água (‰)

Para as medidas de salinidade *in loco* foi utilizado um refratômetro da marca ATAGO, modelo HAND REFRACTOMETER, calibrado com água destilada, com capacidade para medir salinidades de 0 (zero) a 100 (cem) partes por mil e com

exatidão de $\pm 1 \text{ }^{\circ}/_{\text{OO}}$. Nos procedimentos de medidas foram seguidas as recomendações feitas por Littlepage, 1998.

3.3.5. Transparência da Água (cm)

Foi realizado com o auxílio de um disco de Secchi de 30 cm de diâmetro, com quadrantes pintados de preto, facilitando a leitura e a visualização da cor branca na água.

3.3.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)

A leitura do pH das amostras foi feita com um potenciômetro da marca Amarell, modelo AD-110 que era submerso num becker com quantidade suficiente de água para cobrir o sensor. O valor era obtido após atingida a estabilidade pela indicação digital.

Os dados considerados nos resultados são relativos às medições realizadas no momento das coletas, por representarem melhor as condições do meio durante as amostragens.

3.3.7. Turbidez da Água (Formazin Turbidity Units)

As análises, para determinação da turbidez da água do rio Cocó, foram feitas conforme os manuais do espectrofotômetro Hach 2000 para este tipo de determinação.

3.3.8. Determinação do Oxigênio Dissolvido na Água (mg.l^{-1})

Todo o cuidado foi dispensado na lavagem dos frascos coletores com água do local, no enchimento dos mesmos, prevenindo o aparecimento de bolhas de ar quando do seu fechamento. Estes frascos eram de vidro com tampa esmerilhada, transparente e volume aproximado de 42 ml.

Após o enchimento dos frascos, as amostras foram imediatamente fixadas com a adição de 1,0 ml da solução de sulfato manganoso (MnSO_4) e 1,0 ml da solução de iodeto alcalino (KOH-KI), estabilizando a amostra para análise *a posteriori*. Todo o procedimento foi realizado de acordo com o método de Winkler, descrito em Strickland & Parsons (1972) e seguindo todos os cuidados sugeridos por Carlberg (1972), Grasshoff (1976) e Unesco (1983).

3.3.9. Determinação dos Nutrientes Inorgânicos Dissolvidos na Água (mg.l^{-1})

As amostras de água destinadas às análises dos nutrientes inorgânicos foram coletadas e acondicionadas em garrafas plásticas com capacidade de 1 litro, devidamente lavadas após cada coleta com água sanitária, de modo a evitar qualquer tipo de contaminação.

A metodologia para análise dos nutrientes inorgânicos estão de acordo com os manuais do espectrofotômetro Hach 2000 que possui procedimentos e reagentes exclusivos oferecendo maior confiabilidade nos resultados. O interesse em usar o citado instrumento, mesmo com maiores custos, está na precisão de seus resultados e agilidade nas determinações.

As formas de nitrogênio analisadas foram nitrito (NO_2^-), via método da diazotização; nitrato (NO_3^-), pelo método da redução de cádmio; amônia (NH_3), pelo método de Nessler e fósforo (P), pelo método do ácido ascórbico.

3.3.10. Clorofila “a” (mg.cl^{-1} “a”. m^{-3})

Os procedimentos seguiram os recomendados de SCOR/UNESCO (1966), Strickland & Parson (1972) e Littlepage (1998).

No laboratório as amostras foram filtradas usando-se filtros do tipo membrana HV (Durapore) em PDF, da marca Millipore, branca, lisa, com 25 mm de diâmetro e porosidade de $0,45 \mu\text{m}$. Os volumes filtrados variaram entre 0,06 a 0,30 litros. Como solvente, para extração dos pigmentos, foi utilizada acetona a 90%. Para que fosse reduzida a turbidez, os extratos foram centrifugados durante 10 minutos a 4.500 rpm, usando-se uma centrífuga modelo Excel Baby, antes de cada leitura no

espectrofotômetro. Finda a centrifugação, foram feitas as leituras nas absorvâncias para diferentes comprimentos de onda (630, 645 e 665 nm).

Para os cálculos da clorofila a foi aplicada a equação SCOR/UNESCO (1966), referida em Strickland & Parson (1972):

$$\text{Clorofila "a"/(mg)} = 11,64 ("A"_{663}) - 2,16 ("A"_{645}) + 0,10 ("A"_{630})$$

$$\text{Clorofila "a" (mg/m}^3\text{)} = \text{Clorofila} \times \frac{\text{Volume do Extrato (ml)}}{\text{Volume do Filtrado (l)}}$$

Onde: A - Leituras das absorvâncias (nm) para os diferentes comprimentos de onda referidos nos índices, todas elas corrigidas do valor da absorvância em 750 nm, referente a turbidez da amostra.

3.3.11. Determinação Qualitativa do Plâncton na Água.

O material destinado ao estudo qualitativo do plâncton foi coletado com rede de abertura de malha 85 μm e acondicionado em frasco de plástico, com volume de aproximadamente 250 ml. Ao chegar no laboratório as amostras foram transferidas para frascos de vidro com volume de 200 ml, devidamente identificado com papel manteiga contendo informações da estação, condições de maré e data; fixados com formol a 4%, para preservação dos organismos.

Utilizou-se para as análises qualitativas um microscópio binocular da marca PZO-Labimex modelo Studar lab. A observação foi feita pelo método de varredura da lâmina em aumentos de 100 e 400 vezes.

A identificação do fitoplâncton ao nível de gênero foi baseada principalmente em Griffith, 1961; Palmer, 1962; Bicudo, 1970; Rivera, 1974; Santistevan, 1976; Gonzalez et al, 1977; Parra et al, 1981; Di Bernardo, 1995.

3.3.12. Análise Estatística

Os dados de monitoramento foram submetidos às seguintes análises estatísticas:

3.3.12.1. Análise de correlação múltipla de Pearson

O estudo de correlação tem por objetivo medir e avaliar o grau de relação existente entre duas variáveis aleatórias.

Se X_i e Y_i forem variáveis aleatórias, a medida do grau de relação entre duas variáveis pode ser obtido através do coeficiente de correlação ρ , onde:

$$\rho = b(\sigma_x/\sigma_y)$$

onde, σ_x e σ_y correspondem aos desvios-padrões das variáveis X e Y, respectivamente.

Para esta análise, foi utilizado o software SPSS (*Statistical Package for the Social Science*), versão 10.1 for Windows, aplicativo desenvolvido pela Norussis/SPSS Inc. (1992). Os dados foram agrupados por estação de coleta e condição de maré, resultando na formação de matrizes do tipo K(IxJ) e a correlação determinou a relação entre dois parâmetros, com nível de significância de 1 e 5%.

3.3.12.2. Análise de regressão múltipla

Para análise de regressão foi utilizado o mesmo programa estatístico SPSS 10.1 for Windows (NORUSIS, 1992). Foram processados os dados dos parâmetros que obtiveram melhor correlação com a clorofila “a”, agrupados por estação de coleta e níveis de maré em que haviam sido coletados.

4.13. Análise Qualitativa dos Principais Grupos que Compõem o Plâncton

A comunidade planctônica do rio Cocó apresentou-se bastante diversificada, com predominância de gêneros bastante comuns em ambientes eutrofizados.

No domínio estuarino o fitoplâncton é sobretudo constituído, tal como no meio marinho, por uma maior abundância de diatomáceas, mas os dinoflagelados podem proliferar em certas épocas do ano. Pode ocorrer nos sistemas estuarinos a ocorrência de marés vermelhas causadas sobretudo pela proliferação maciça de dinoflagelados. Os fitoplanctontes presentes nos estuários tendem a ser quantitativamente abundantes, mas a sua diversidade é geralmente pouco elevada (DAY, 1981).

De acordo com Darley (1982), o metabolismo e o crescimento do fitoplâncton dependem fundamentalmente da disponibilidade de luz no meio, como fonte de energia para o processo fotossintético; dos nutrientes essenciais como o nitrogênio (N), o fósforo (P), e a sílica (Si) no caso específico das diatomáceas, além do carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O); em menor escala dos elementos traços como o ferro (Fe), o cobalto (Co), o cobre (Cu), o zinco (Zn), o molibdênio (Mo) e o manganês (Mn); e ainda de algumas vitaminas como a vitamina B₁₂, a tiamina ou biotina, porém em quantidades ínfimas.

Durante o ciclo anual da pesquisa, foram identificadas 37 unidades taxonômicas do fitoplâncton no rio Cocó, distribuídas em 19 diatomáceas (Chrysophyta), 11 clorofíceas (Chlorophyta), 06 cianofíceas (Cyanophyta) e 01 dinoflagelado (Pyrrophyta) (Tabela 08).

As diatomáceas constituíram as formas dominantes do fitoplâncton do rio Cocó, entre as espécies encontradas destaca-se as pertencentes do gênero *Melosira*, em função de possuir um caráter mais eurihalino o que proporciona a sua distribuição por todo o trecho estudado, principalmente nas estações mais internas e portanto menos salinas.

A identificação dos organismos fitoplanctônicos é essencial para o conhecimento da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, já que alguns gêneros afetam a qualidade da água, modificando seu odor e sabor e outros por serem tóxicos ao ser humano (Tabela 09).

O plâncton animal ou zooplâncton é um excelente indicador das condições físicas e químicas das massas de água e a sua composição e diversidade refletem em grande parte estas condições. A diversidade e composição do zooplâncton é um indicador não só das condições prístinas do sistema mas de sua deterioração. Alterações da diversidade e composição estão diretamente relacionadas com os fatores de estresse, tais como alta concentração de substâncias tóxicas, acidez ou basicidade (TUNDISI, 1997).

A abundância do zooplâncton estuarino é geralmente limitada por dois fatores principais. Em primeiro lugar a turbidez que funciona como um fator limitante à produção fitoplanctônica e conseqüentemente a produção secundária. Em segundo lugar em muitos sistemas estuarinos as correntes prevalecentes, que tendem a transportar os zooplanctontes para o domínio marinho. Muitos zooplanctontes estuarinos exibem estratégias próprias de retenção no interior do estuário, nomeadamente utilizando as correntes de entrada e de saída de água nestes ambientes, quer sejam parcial ou altamente estratificados (RÉ, 1984).

Assim como o fitoplâncton, o zooplâncton no rio Cocó se caracterizou por um baixo índice de diversidade, indicando o alto grau de degradação ambiental neste local.

Em todas as estações os organismos dominantes foram os pertencentes ao filo Rotífera. O filo Arthropoda se apresentou mais diversificado, sendo a classe Crustácea a mais freqüente e representada pelas sub-classes Copepoda, Cladocera e Ostracoda.

Os rotíferos têm sido amplamente utilizados como indicadores de poluição e das condições ambientais. As diversas abordagens propostas para este fim consideram desde as alterações na estrutura das suas comunidades e populações, até o uso de bioensaios e a verificação, em organismos expostos a poluentes, de síntese de enzimas vinculadas a processos fisiológicos de desintoxicação (SLADECK, 1983).

Alguns copépodas atuam como vetores de parasitas de humanos, tais como a dracunculose, outro carregam no corpo a bactéria da cólera e ainda outros são controladores biológicos em potencial, já que se alimentam de larvas de mosquito, como os transmissores da dengue e malária (SANTOS-SILVA, 1998).

Para uma melhor caracterização do trecho em estudo, optou-se em apresentar os resultados da análise qualitativa do plâncton, presente no rio Cocó, separados por estação de coleta.

4.13.1. Plâncton Presente na Estação de Coleta E1

O plâncton na desembocadura do estuário do rio Cocó (Estação E1), apresentou-se bastante diversificado com representantes de 31 gêneros do fitoplâncton.

Os gêneros de fitoplâncton predominantes foram *Coscinodiscus*, *Oscillatoria*, *Melosira*, *Nitzschia*, *Navícula*, *Pleurosigma*, *Ulotrix*, *Asterionella* e *Biddulphia*. Dentre esses gêneros, *Coscinodiscus* e *Oscillatoria* foram as de maior incidência (Tabela 08)

A ocorrência significativa do gênero *Coscinodiscus* pode estar relacionado com os teores de salinidade encontrados na foz do rio Cocó, juntamente com os elevados valores dos nutrientes, principalmente nitrato e fósforo, carregados das estações situadas na porção mais interna do estuário.

A microalga do gênero *Coscinodiscus* não é tóxica, no entanto, se encontrada em grande quantidade pode diminuir o índice de oxigênio da água provocando a morte de peixes ou a migração deles para outras áreas (LOBO, 2001).

O gênero *Oscillatoria* com maior participação no grupo das cianofíceas, é considerado comum em águas contaminadas (APHA, 1985), por ser tolerante à poluição aquática (PALMER, 1969).

O zooplâncton foi pouco diversificado, sendo representado por Copépodos, com uma maior frequência, Rotíferos, Larvas de Decápodos e Ostracoda e poucos representantes de Ostracoda, principalmente nos meses de menor pluviosidade.

Tabela 09 – Problemas associados com algas presentes na água do rio Cocó.

Problemas e Algas		Grupo Algal
Algas que Comumente Obstruem Filtros de ETA's		
<i>Oscillatoria</i>		Cianofíceas
<i>Anacystis</i>		Cianofíceas
<i>Chorella</i>		Clorofíceas
<i>Closterium</i>		Clorofíceas
<i>Spirogyra</i>		Clorofíceas
<i>Ulotrix</i>		Clorofíceas
<i>Zygnema</i>		Clorofíceas
<i>Asterionella</i>		Diatomáceas
<i>Cyclotella</i>		Diatomáceas
<i>Cymbella</i>		Diatomáceas
<i>Fragilaria</i>		Diatomáceas
<i>Melosira</i>		Diatomáceas
<i>Navícula</i>		Diatomáceas
<i>Nitzschia</i>		Diatomáceas
<i>Synedra</i>		Diatomáceas
Odores, Gostos e Sensações		
<i>Anacystis</i>		Cianofíceas
<i>Oscillatoria</i>		Cianofíceas
<i>Chlorella</i>		Clorofíceas
<i>Closterium</i>		Clorofíceas
<i>Scenedesmus</i>		Clorofíceas
<i>Spirogyra</i>		Clorofíceas
<i>Ulotrix</i>		Clorofíceas
<i>Volvox</i>		Clorofíceas
<i>Asterionella</i>		Diatomáceas
<i>Ceratium</i>		Dinoflagelado
Algas que Produzem Lodo		
<i>Anacystis</i>		Cianofíceas
<i>Oscillatoria</i>		Cianofíceas
<i>Spirogyra</i>		Clorofíceas
<i>Cymbella</i>		Diatomáceas
Algas que Causam Coloração na Água		
<i>Anacystis</i>		Cianofíceas
<i>Chlorella</i>		Clorofíceas
Algas Tóxicas de Água Doce		
<i>Oscillatoria</i>		Cianofíceas
Algas que Diminuem a Dureza da Água		
<i>Scenedesmus</i>		Clorofíceas
<i>Synedra</i>		Diatomáceas

FONTE: PALMER, 1962

Tabela 09 – Problemas associados com algas presentes na água do rio Cocó (Continuação)

Problemas e Algas		Grupo Algal
Algas Comuns em Águas Contaminadas		
<i>Anacystis</i>		Cianofícea
<i>Lyngbya</i>		Cianofícea
<i>Merismopedia</i>		Cianofícea
<i>Oscillatoria</i>		Cianofícea
<i>Chlorella</i>		Clorofícea
<i>Spirogyra</i>		Clorofícea
<i>Melosira</i>		Diatomácea
<i>Navícula</i>		Diatomácea
<i>Nitzschia</i>		Diatomácea
Plâncton e Outras Algas Presentes em Águas Superficiais		
<i>Lyngbya</i>		Cianofícea
<i>Oscillatoria</i>		Cianofícea
<i>Pediastrum</i>		Clorofícea
<i>Scenedesmus</i>		Clorofícea
<i>Zygnema</i>		Clorofícea
<i>Fragilaria</i>		Diatomácea
<i>Melosira</i>		Diatomácea
<i>Navícula</i>		Diatomácea
Algas que Comumente se Desenvolvem nas Paredes dos Reservatórios		
<i>Lyngbya</i>		Cianofícea
<i>Microspora</i>		Clorofícea
<i>Ulotrix</i>		Clorofícea
<i>Cymbella</i>		Diatomácea

FONTE: PALMER, 1962

4.13.2. Plâncton Presente na Estação de Coleta E2

Assim como a estação E1, a estação localizada no Parque Ecológico Adahil Barreto, apresentou uma grande diversidade de espécies, sendo 29 gêneros do fitoplâncton.

O fitoplâncton teve como principais representantes indivíduos dos gêneros *Oscillatoria*, *Melosira*, *Nitzschia*, *Coscinodiscus*, *Ulotrix*, *Pleurosigma* e *Navícula*. O gênero *Oscillatoria* foi a que se apresentou com maior frequência. Vale destacar a maior diversidade de espécies durante o período de estiagem quando comparado com o período de maior pluviosidade, provavelmente devido à maior turbidez na época das chuvas (Tabela 08).

As cianofíceas, como no caso das espécies do gênero *Oscillatoria*, são importantes ecologicamente como constituintes do plâncton, seja ele marinho ou

dulcícula. Nas cadeias alimentares, ocupam a posição de produtores primários, geralmente servindo de alimento para microscustáceos; na formação de um novo ecossistema, são colonizadores primários (organismos pioneiros). As toxinas liberadas por elas muitas vezes mantêm algum tipo de equilíbrio ecológico e as colocam numa posição em que isso é usado em relações de simbiose, juntamente com sua atividade autotrófica e a capacidade de fixar nitrogênio, sendo indicadoras de áreas poluídas.

Fonseca & Klein (1976) que praticamente iniciaram os estudos planctônicos no Ceará, constataram que a contribuição relativa do fitoplâncton em relação ao zooplâncton no estuário do rio Jaguaribe tende a ser maior no período seco do que no chuvoso, devido a turbidez da água.

O zooplâncton da presente estação se caracterizou por apresentar espécies de Rotíferos, Copépodos, Ostracodas, Cladoceras e Larvas de Decapoda. Sendo que Rotíferos e Copépodos foram evidentes durante todo o ciclo de coletas.

4.13.3. Plâncton Presente na Estação de Coleta E3

A comunidade planctônica encontrada nesta estação apresentou-se menos diversificada quando relacionada as anteriores.

Dos 26 gêneros encontrados, as espécies de fitoplâncton mais freqüentes foram *Melosira* e *Oscillatoria*, espécies indicadoras de águas poluídas. Vale salientar que esta estação se localiza a jusante do “lixão” do Jangurussu e possui em suas margens população totalmente desprovida de saneamento básico. Espécies como *Ulotrix*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*, *Coscinodiscus* e *Pinnularia*, também foram evidentes nesta estação de coleta (Tabela 08).

Klein (1981) em trabalho sobre as condições alimentares do camarão branco, *Pennaeus shimitti* Burkenroad, registrou o gênero *Nitzschia*, como sendo o grupo das diatomáceas mais abundante nas águas do estuário do rio Cocó.

O zooplâncton registrado nesta estação de coleta se mostrou com uma maior diversidade, sendo registrado indivíduos de diversas espécies de Rotíferos, Copépodos, Ostracoda e em menor freqüência espécies de Ciliados e Cladoceras.

4.13.4. Plâncton Presente na Estação de Coleta E4

O plâncton desta estação se apresentou com uma menor diversidade de espécies fitoplanctônica do que as demais estações. Esta área apresentou águas sempre turvas devido a utilização de suas margens por estabelecimentos comerciais que despejam seus efluentes diretamente no rio Cocó sem nenhum tratamento, assim como, a presença de grande número de animais, ocasionando uma redução qualitativa da comunidade planctônica.

O fitoplâncton foi representado por 25 gêneros. Os gêneros mais representativos foram *Melosira*, *Oscillatoria*, *Nitzschia*, *Ulothrix*, *Spirogyra*, *Pleurosigma* e *Coscinodiscus*, entre estes vale destacar a maior frequência de indivíduos do gênero *Melosira*, espécie de característica oligotrófica e indicadora de águas poluídas. A presença da espécie do gênero *Ceratium* único representante da classe Dinophyceae, demonstra o elevado processo de eutrofização que encontra as águas desta estação (Tabela 08).

O zooplâncton a montante do Lixão do Jangurussu foi representado por Rotíferos e Copépodos em maior frequência e por Cladoceros, Larvas de Decapodas e Ostracodas distribuídos no decorrer do ciclo de coletas. Espécies de Ciliados foram registrados durante o período de maior pluviosidade (janeiro a junho de 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando uma melhor compreensão dos dados obtidos optamos por relatar cada parâmetro separadamente, analisando cada estação de coleta e a interferência da variação de maré em cada uma delas.

Com o objetivo de propiciar uma visão geral e fornecer um banco de dados de fácil acesso, optou-se por apresentar os valores reais referentes aos resultados das análises das amostras de água (Tabelas 04, 05, 06 e 07).

Ao longo do trecho estudado foi observado uma grande influência do fluxo e refluxo da maré nas condições ambientais, as quais foram refletidas tanto nos resultados relativos aos parâmetros abióticos quanto aos bióticos, relacionados à biomassa fitoplanctônica.

Verificou-se que as águas do rio Cocó, nos pontos analisados encontram-se poluídas, principalmente por despejos domésticos, apresentando parâmetros em desacordo com a Resolução do CONAMA.

4.1. Temperatura do ar (°C)

A temperatura ambiente atua de forma direta nas propriedades físicas e químicas da água. Um terço da energia solar que chega à superfície da Terra é dissipada pela água dos lagos e oceanos. A viscosidade da água depende da temperatura e dos sais nela dissolvidos sendo essencial para a comunidade planctônica (ESTEVES, 1988).

A temperatura do ar observada durante o período da pesquisa apresentou uma amplitude anual de 19°C, decorrente de uma mínima de 21°C registrada em julho de 2001 e máxima de 40°C, durante o mês março e abril de 2002, registrada na estação de coleta E4 (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 15).

TABELA 04 – Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E1, no período de julho de 2001 a junho de 2002.

	Data de Coletas	Cond Maré	Temperatura (°C)		Salin. ‰	Ph	Transp. (cm)	Comp. Nitrogenados (mg.l ⁻¹)			Fósf. (mg.l ⁻¹)	O.D. (mg.l ⁻¹)	Clor. "a" (mg.m ⁻³)	Turb. (FTU)
			Ar	H ₂ O				Amônia NH ₃	Nitrito NO ₂ ⁻	Nitrato NO ₃ ⁻				
S E C O C H U V O S O	21/07/2001	PM	21	28	35	8,0	80,0	4,39	0,0132	1,32	0,03	5,49	2,05	nd
		BM	28	29	28	7,6	60,7	5,34	0,0528	2,20	0,04	5,49	6,42	nd
	18/08/2001	PM	27	26	37	7,3	39,5	3,33	0,0363	0,88	0,01	5,77	2,86	nd
		BM	29	28	35	7,1	31,0	3,51	0,0165	1,32	0,01	5,77	8,36	nd
	15/09/2001	PM	33	29	34	8,1	50,0	3,07	0,0231	0,88	0,01	5,63	2,10	10
		BM	34	29	35	8,0	45,0	2,67	0,0330	1,32	0,03	5,49	4,06	11
	20/10/2001	PM	35	30	36	8,2	85,0	5,42	0,0132	0,00	0,01	6,48	0,88	07
		BM	39	31	33	7,8	52,0	3,84	0,0100	0,04	0,01	6,84	2,06	14
	16/11/2001	PM	33	28	36	8,3	70,0	2,93	0,0165	0,00	0,04	5,91	1,38	10
		BM	34	29	35	8,1	50,0	4,94	0,0132	0,00	0,02	5,63	1,98	15
	22/12/2001	PM	32	30	34	8,3	65,0	2,27	0,0165	0,44	0,25	6,76	5,42	26
		BM	34	29	40	8,2	70,0	2,20	0,0066	0,88	0,07	6,62	1,63	23
	26/01/2002	PM	29	28	24	7,4	50,0	1,10	0,0231	0,00	0,42	4,37	4,37	14
		BM	29	28	22	7,6	37,0	1,65	0,0264	0,00	0,43	4,37	6,80	14
	23/02/2002	PM	29	28	33	8,4	30,0	3,48	0,0000	1,32	0,00	6,62	5,84	20
		BM	35	30	35	8,3	37,0	3,55	0,0165	2,20	0,08	7,32	4,29	24
16/03/2002	PM	35	30	30	8,0	48,0	2,93	0,0132	0,88	0,16	5,91	9,36	08	
	BM	37	30	20	7,4	28,0	1,28	0,0264	1,32	0,17	4,79	7,92	13	
13/04/2002	PM	29	27	00	7,1	40,0	1,05	0,1419	2,20	0,19	3,24	11,75	40	
	BM	32	27	00	7,2	25,0	1,20	0,1551	2,20	0,21	3,24	8,35	43	
10/05/2002	PM	28	28	03	7,5	18,0	1,00	0,0429	1,32	0,15	3,52	13,20	50	
	BM	28	29	03	7,4	11,0	1,15	0,0330	1,32	0,13	3,38	9,94	21	
16/06/2002	PM	33	29	30	7,8	52,0	3,54	0,0132	1,32	0,07	6,48	0,78	04	
	BM	37	28	08	7,0	32,0	0,98	0,0462	3,52	0,15	4,79	4,14	16	

nd = não determinado

TABELA 05 – Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E2, no período de julho de 2001 a junho de 2002.

	Data de Coletas	Cond Maré	Temperatura (°C)		Salin. ‰	Ph	Transp. (cm)	Comp. Nitrogenados (mg.l ⁻¹)			Fósf. (mg.l ⁻¹)	O.D. (mg.l ⁻¹)	Clor. "a" (mg.m ⁻³)	Turb. (FTU)
			Ar	H ₂ O				Amônia NH ₃	Nitrito NO ₂ ⁻	Nitrato NO ₃ ⁻				
S	21/07/2001	PM	21	26	00	7,0	45,5	3,42	0,2442	4,84	0,31	1,13	8,34	nd
		BM	28	27	00	6,9	65,0	2,76	0,1782	2,64	0,32	1,55	9,35	nd
E	18/08/2001	PM	27	26	02	6,3	23,0	4,03	0,6864	3,52	0,39	2,39	12,19	nd
		BM	29	28	00	6,4	16,5	3,59	0,6468	5,72	0,33	3,24	13,80	nd
C	15/09/2001	PM	27	27	01	7,0	31,0	2,45	0,0363	2,20	0,57	1,69	8,65	12
		BM	32	29	01	7,2	24,0	2,75	1,8018	8,36	0,53	2,68	11,61	11
O	20/10/2001	PM	31	28	00	7,1	24,0	4,68	0,1254	1,32	0,72	1,00	4,09	20
		BM	29	31	00	7,1	38,0	4,24	0,1320	2,20	0,60	1,13	0,68	18
O	16/11/2001	PM	30	27	01	7,2	20,0	3,11	0,1122	0,00	0,67	0,84	4,57	25
		BM	39	29	03	7,1	50,0	3,37	0,1881	0,00	0,66	1,41	6,16	26
C	22/12/2001	PM	34	30	00	7,0	50,0	1,98	0,6699	3,08	0,67	4,65	7,66	19
		BM	32	29	00	7,0	05,0	2,34	0,6864	3,08	0,75	6,48	5,71	13
H	26/01/2002	PM	25	28	03	6,6	20,0	9,74	0,0297	2,64	0,75	0,99	2,05	38
		BM	30	29	02	6,9	30,0	8,67	0,0231	1,32	0,73	0,85	0,91	33
U	23/02/2002	PM	40	30	00	7,0	68,0	4,83	0,1089	1,76	0,63	0,28	7,63	17
		BM	34	29	00	7,1	30,0	4,87	0,0363	1,76	0,62	2,11	5,78	17
V	16/03/2002	PM	31	28	00	7,0	06,0	3,92	0,0165	2,20	0,70	0,84	10,10	16
		BM	34	29	00	7,0	35,0	4,03	0,0297	1,32	0,64	1,41	11,17	15
O	13/04/2002	PM	30	27	00	7,0	80,0	2,51	1,0824	3,52	0,37	1,41	6,24	16
		BM	35	28	00	7,3	45,0	2,85	0,8580	2,20	0,42	1,27	8,85	20
S	10/05/2002	PM	27	27	03	7,2	12,0	3,00	0,0792	2,20	0,38	1,55	1,50	15
		BM	30	28	00	7,0	10,0	2,37	0,1749	5,28	0,26	2,25	3,91	17
O	16/06/2002	PM	31	27	00	6,9	80,0	2,61	0,1485	1,76	0,27	0,56	0,52	11
		BM	33	28	00	7,2	58,0	2,42	0,1848	4,84	0,32	1,41	1,31	12

nd = não determinado

TABELA 06 – Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E3, no período de julho de 2001 a junho de 2002.

	Data de Coletas	Cond Maré	Temperatura (°C)		Salin. ‰	Ph	Transp. (cm)	Comp. Nitrogenados (mg.l ⁻¹)			Fósf. (mg.l ⁻¹)	O.D. (mg.l ⁻¹)	Clor. "a" (mg.m ⁻³)	Turb. (FTU)
			Ar	H ₂ O				Amônia NH ₃	Nitrito NO ₂ ⁻	Nitrato NO ₃ ⁻				
S	21/07/2001	PM	21	27	02	7,1	24,0	7,17	0,5016	2,64	0,57	2,68	22,69	nd
		BM	28	28	00	7,2	20,0	7,58	0,3927	3,08	0,57	3,94	42,21	nd
E	18/08/2001	PM	27	26	00	6,3	11,0	6,51	0,2838	1,76	0,70	0,99	13,67	nd
		BM	29	29	00	6,6	09,0	5,93	0,4818	1,76	0,58	5,63	30,67	nd
C	15/09/2001	PM	26	27	02	7,1	25,0	9,92	1,2144	5,28	0,69	0,42	37,18	32
		BM	31	28	00	7,3	28,0	9,15	2,0460	6,16	0,75	2,96	19,17	30
O	20/10/2001	PM	30	28	00	7,2	23,0	12,35	0,0231	2,64	0,74	0,42	48,71	50
		BM	29	31	00	7,5	33,0	9,91	0,1089	2,64	0,69	5,77	80,99	37
O	16/11/2001	PM	30	28	00	7,0	26,0	9,92	0,0165	0,44	0,76	0,42	20,00	24
		BM	31	28	00	7,1	20,0	8,78	0,0231	0,44	0,69	1,13	16,26	23
C	22/12/2001	PM	32	29	00	7,2	20,0	6,00	0,0396	1,32	0,71	0,98	10,27	26
		BM	29	28	00	6,8	20,0	6,81	0,0165	1,76	0,77	0,28	10,44	24
H	26/01/2002	PM	27	28	00	6,8	50,0	7,06	0,2772	2,64	0,74	0,56	18,10	84
		BM	31	28	00	7,3	20,0	5,89	0,6336	2,20	0,68	1,41	12,51	43
U	23/02/2002	PM	33	30	00	7,4	15,0	12,32	0,0066	2,64	0,67	0,70	18,62	36
		BM	31	28	00	7,1	30,0	11,28	0,0066	4,84	0,78	0,84	12,22	52
V	16/03/2002	PM	31	28	00	7,2	30,0	4,83	0,3630	3,08	0,57	1,69	16,28	24
		BM	35	29	00	7,5	32,0	5,01	0,4422	3,08	0,50	2,53	8,41	20
O	13/04/2002	PM	28	27	03	6,7	40,0	0,98	0,0957	0,88	0,17	5,35	4,06	30
		BM	38	29	00	7,4	43,0	1,04	0,0891	0,44	0,14	4,93	4,50	35
S	10/05/2002	PM	27	26	00	7,2	10,0	1,93	0,1815	2,64	0,10	3,94	3,86	36
		BM	31	28	00	7,2	12,0	1,88	0,1155	3,08	0,13	4,51	2,79	70
O	16/06/2002	PM	29	26	00	6,7	40,0	1,87	0,3300	3,96	0,31	4,22	5,71	23
		BM	35	28	00	7,0	38,0	2,63	0,3564	3,96	0,29	4,22	3,81	26

nd = não determinado

TABELA 07 – Resultados das variáveis determinadas nas amostras de água, coletadas mensalmente na estação de coleta E4, no período de julho de 2001 a junho de 2002.

	Data de Coletas	Cond Maré	Temperatura (°C)		Salin. ‰	Ph	Transp. (cm)	Comp. Nitrogenados (mg.l ⁻¹)			Fósf. (mg.l ⁻¹)	O.D. (mg.l ⁻¹)	Clor. "a" (mg.m ⁻³)	Turb. (FTU)
			Ar	H ₂ O				Amônia NH ₃	Nitrito NO ₂ ⁻	Nitrato NO ₃ ⁻				
S	21/07/2001	PM	21	27	02	7,0	36,0	5,34	0,3927	2,20	0,62	1,83	35,58	nd
		BM	28	28	02	7,3	38,0	4,90	0,4224	3,08	0,57	6,06	27,57	nd
E	18/08/2001	PM	27	26	03	6,3	14,5	4,98	1,4982	3,52	0,51	1,97	9,31	nd
		BM	29	30	00	6,5	15,0	4,57	0,5544	2,64	0,41	5,35	29,96	nd
C	15/09/2001	PM	28	28	02	7,3	30,0	6,04	2,1252	13,64	0,79	2,96	22,32	31
		BM	37	31	00	7,5	29,0	6,19	0,6336	4,40	0,71	6,06	35,24	28
O	20/10/2001	PM	30	29	00	7,3	37,0	6,20	0,3960	3,08	0,71	2,68	100,88	40
		BM	34	36	00	8,0	32,0	4,78	0,7854	4,40	0,59	10,28	113,66	48
O	16/11/2001	PM	30	28	00	7,1	37,0	6,26	0,2244	1,76	0,24	1,13	11,09	35
		BM	37	30	00	7,5	36,0	6,44	0,3267	1,76	0,71	3,94	21,83	43
C	22/12/2001	PM	35	28	00	7,3	30,0	4,98	0,0264	1,32	0,75	1,69	11,16	21
		BM	32	28	01	7,0	36,0	5,20	0,0132	1,76	0,85	0,14	2,74	18
H	26/01/2002	PM	25	27	00	7,0	20,0	4,03	0,8118	3,52	0,65	0,70	23,45	82
		BM	32	29	00	7,4	32,0	3,29	0,9471	3,08	0,63	3,10	15,53	30
U	23/02/2002	PM	38	31	00	7,5	25,0	8,36	0,0825	3,96	0,78	1,13	17,40	61
		BM	34	29	00	7,3	33,0	8,54	0,0330	2,64	0,67	0,42	14,20	53
V	16/03/2002	PM	30	27	00	7,3	42,0	4,17	0,3432	3,08	0,55	2,68	7,82	23
		BM	40	30	00	7,4	40,0	4,03	0,4224	3,08	0,50	3,66	6,23	28
O	13/04/2002	PM	29	27	00	6,8	45,0	0,61	0,0363	0,00	0,13	4,93	5,02	24
		BM	40	29	00	7,5	42,0	0,63	0,0330	0,00	0,13	5,21	6,95	32
S	10/05/2002	PM	28	26	00	7,1	15,0	1,90	0,0561	1,76	0,11	3,94	4,72	40
		BM	29	28	00	7,0	13,0	1,85	0,0396	2,64	0,06	4,79	4,75	66
O	16/06/2002	PM	29	27	00	7,0	38,0	1,95	0,1320	3,08	0,30	4,65	7,48	25
		BM	35	28	00	7,0	38,0	1,88	0,1518	3,08	0,30	5,63	6,49	24

nd = não determinado

Na desembocadura do rio Cocó, estação de coleta E1, as temperaturas do ar variaram de 39°C no mês de outubro de 2001 a valores de 21°C no mês de julho de 2001 (Figura 16-E1).

Na estação de coleta E2 a temperatura mais elevada foi de 40°C no mês de fevereiro de 2002 e a menor foi de 21°C em julho de 2001 (Figura 16-E2).

A jusante do "lixão" do Jangurussu onde está situada a estação de coleta E3 as temperaturas variaram de 21°C em julho de 2001 a 38°C em abril de 2002 (Figura 16-E3).

Na estação de coleta E4 a máxima temperatura foi de 40°C nos meses de março e abril de 2002 e a mínima foi de 21°C em julho de 2001 (Figura 16-E4). As máximas temperaturas registradas nesta estação de coleta deve-se ao fato que a citada estação se localiza livre de qualquer local de sombra em suas margens para que se pudesse fazer a leitura do termômetro sem interferência direta da radiação solar.

Uma registro importante é que os valores de temperatura do ar registrado durante a baixa-mar foram em sua grande maioria superiores daqueles registrados na preamar, conseqüência direta da distância entre as estações já que as coletas de preamar foram realizadas durante as primeiras horas do dia e as de baixa-mar no período de maior incidência de radiação solar.

4.2. Temperatura da água (°C)

As variações que se verificam no ar e na água constituem importantes fatores das reações energéticas e ecológicas aplicados aos recursos hídricos. A temperatura da água exerce influência direta sobre vários tipos de organismos aquáticos e sobre o teor de gases dissolvidos na água, principalmente o oxigênio e gás carbônico (BRANCO, 1986).

Segundo Melo et al (1990), a temperatura é um fator de fundamental importância uma vez que sua elevação provoca um aumento considerável no número de microrganismos, desde que a água contenha uma quantidade suficiente de elementos nutritivos.

As intensas flutuações da luz no meio aquático, que podem ocorrer nas escalas espaciais e temporais, podem apresentar-se como limitante no processo

fotossintético e, conseqüentemente, na produção potencial da biomassa fitoplanctônica.

Durante o período anual de coletas, a temperatura da água apresentou uma amplitude de 10°C com valor máximo de 36°C durante a baixa-mar do mês de outubro de 2001 na estação E4 e valores mínimos de 26°C durante a preamar de agosto de 2001. Observou-se uma tendência à uniformidade das temperaturas da água ao comparar as condições de marés de cada estação de coleta. A máxima temperatura registrada na estação E4 deveu-se ao fato que o registro foi realizado próximo da margem, que se encontra desprovida de vegetação ciliar e na superfície da água do rio Cocó (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 17).

Moreira (1994) referiu a amplitude de 6,3°C na temperatura da água do rio Cocó, decorrente de uma mínima de 24,5°C na estação localizada na foz do estuário e uma máxima de 30,8°C na porção superior do estuário sob a ponte da Avenida Engenheiro Santana Júnior.

A temperatura das águas do estuário do rio Cocó manteve-se relativamente elevada durante todo o período em que foi amostrada, fato esperado, tendo em vista tratar-se de um ecossistema tropical.

Nas proximidades da foz do rio, o valor mínimo de temperatura da água foi de 26°C na preamar do mês de agosto de 2001 e 27°C na baixa-mar de abril de 2002. Os valores máximos foram de 30°C na preamar dos meses de outubro e dezembro de 2001 e março de 2002 e de 31°C na baixa-mar do mês de outubro de 2001 (Figura 18-E1).

Na estação E2 a temperatura da água atingiu valores mínimos durante a preamar de 26°C nos meses de julho e agosto de 2001 e na baixa-mar de 27°C, registrada no mês de julho do mesmo ano. Os valores máximos foram de 30°C durante a preamar dos meses de dezembro de 2001 e fevereiro de 2002 e de 31°C na baixa-mar do mês de outubro de 2001 (Figura 18-E2).

No caso da estação E3, a menor temperatura da água registrada na preamar foi de 26°C e na baixa-mar foi 28°C. As maiores foram de 30°C na preamar de fevereiro de 2002 e 31°C na baixa-mar de outubro de 2001 (Figura 18-E3).

As menores temperaturas da água registradas na estação E4, foram de 26°C na preamar dos meses de agosto de 2001 e maio de 2002 e de 28°C na baixa-mar dos meses de julho e dezembro de 2001 e maio e junho de 2002. As máximas

temperaturas da água foram de 31°C na preamar em fevereiro de 2002 e 36°C na baixa-mar em outubro de 2001 (Figura 18-E4).

As temperaturas mais elevadas das estações foram registradas no mês de outubro de 2001, período de estiagem e de maior incidência da radiação solar.

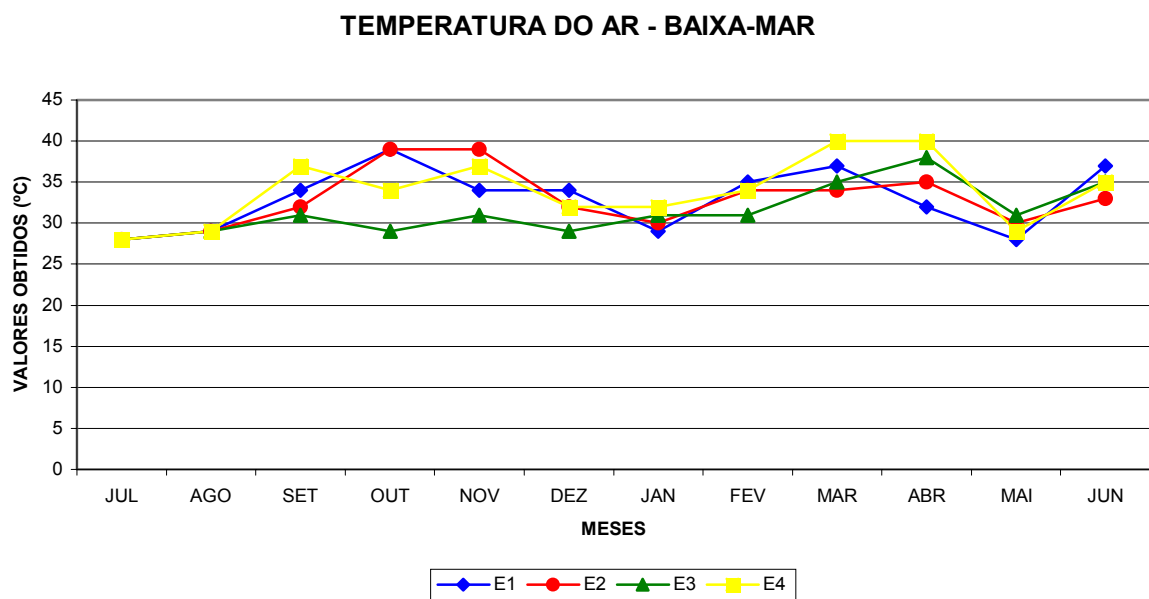
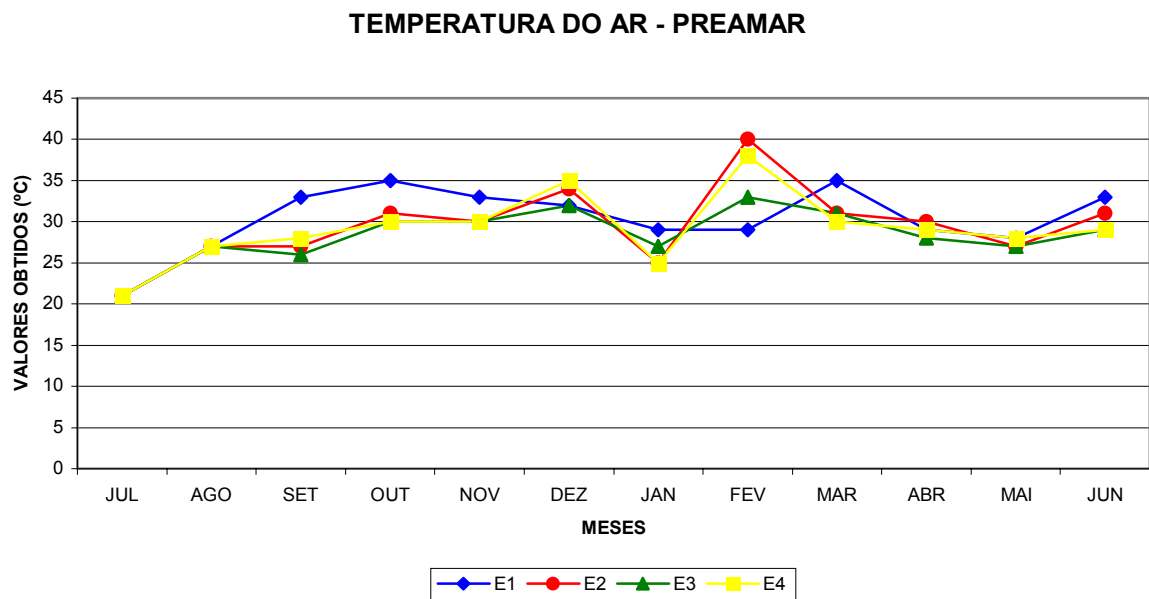


Figura 15 – Variação espacial da temperatura do ar (°C), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

TEMPERATURA DO AR

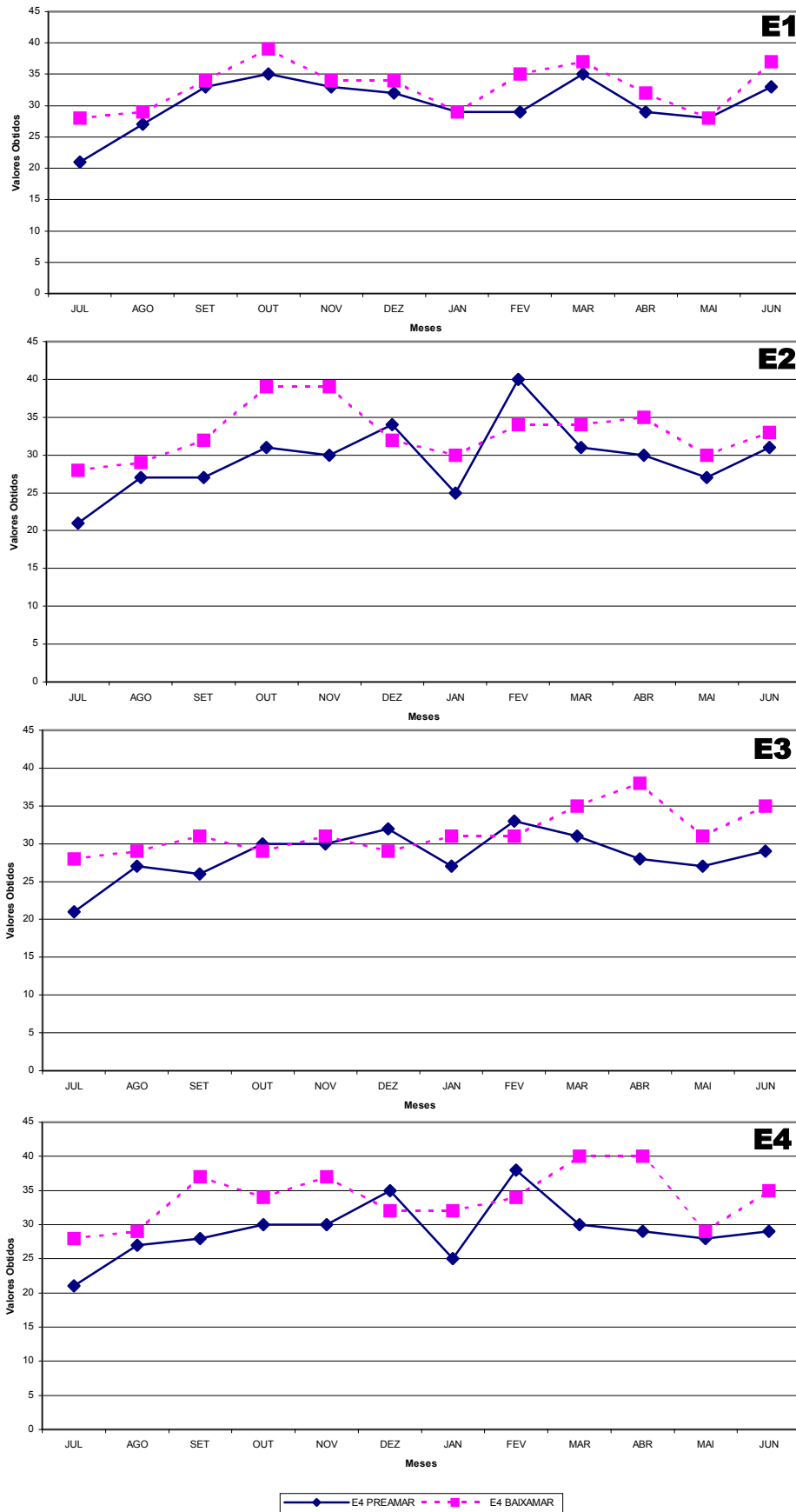


Figura 16 – Variação sazonal da temperatura do ar (°C), no rio Cocó.

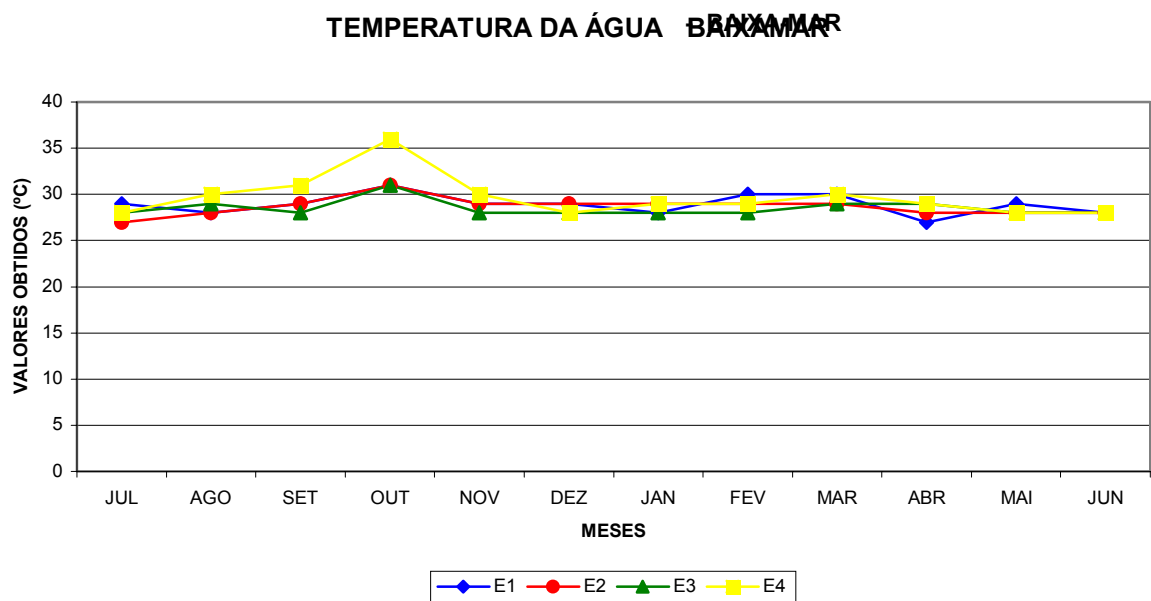
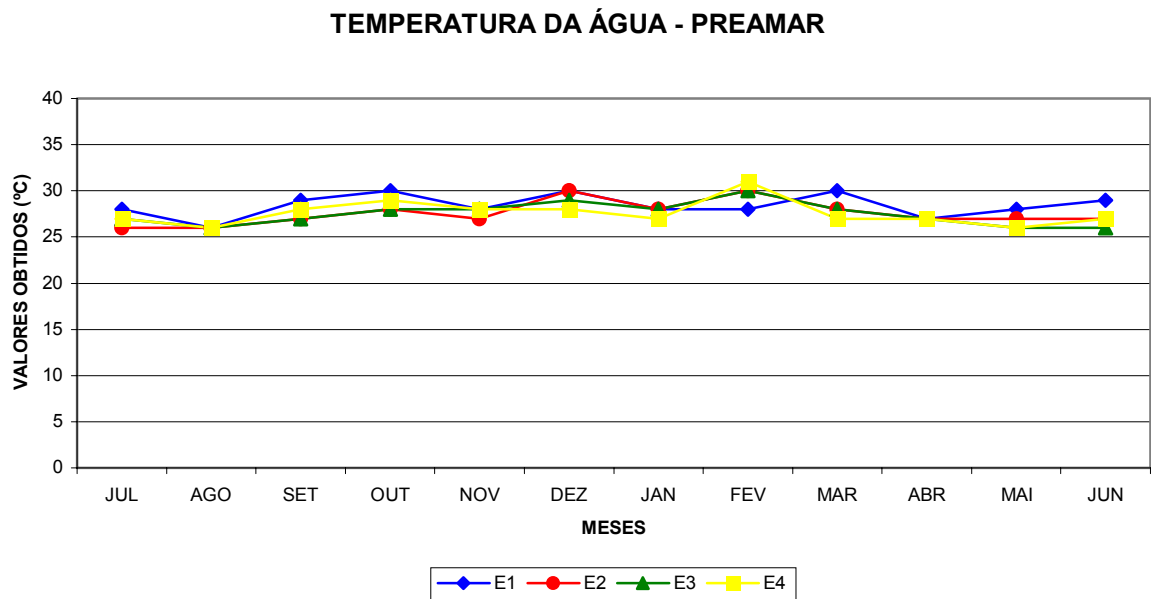


Figura 17 – Variação espacial da temperatura da água (°C), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

TEMPERATURA DA ÁGUA

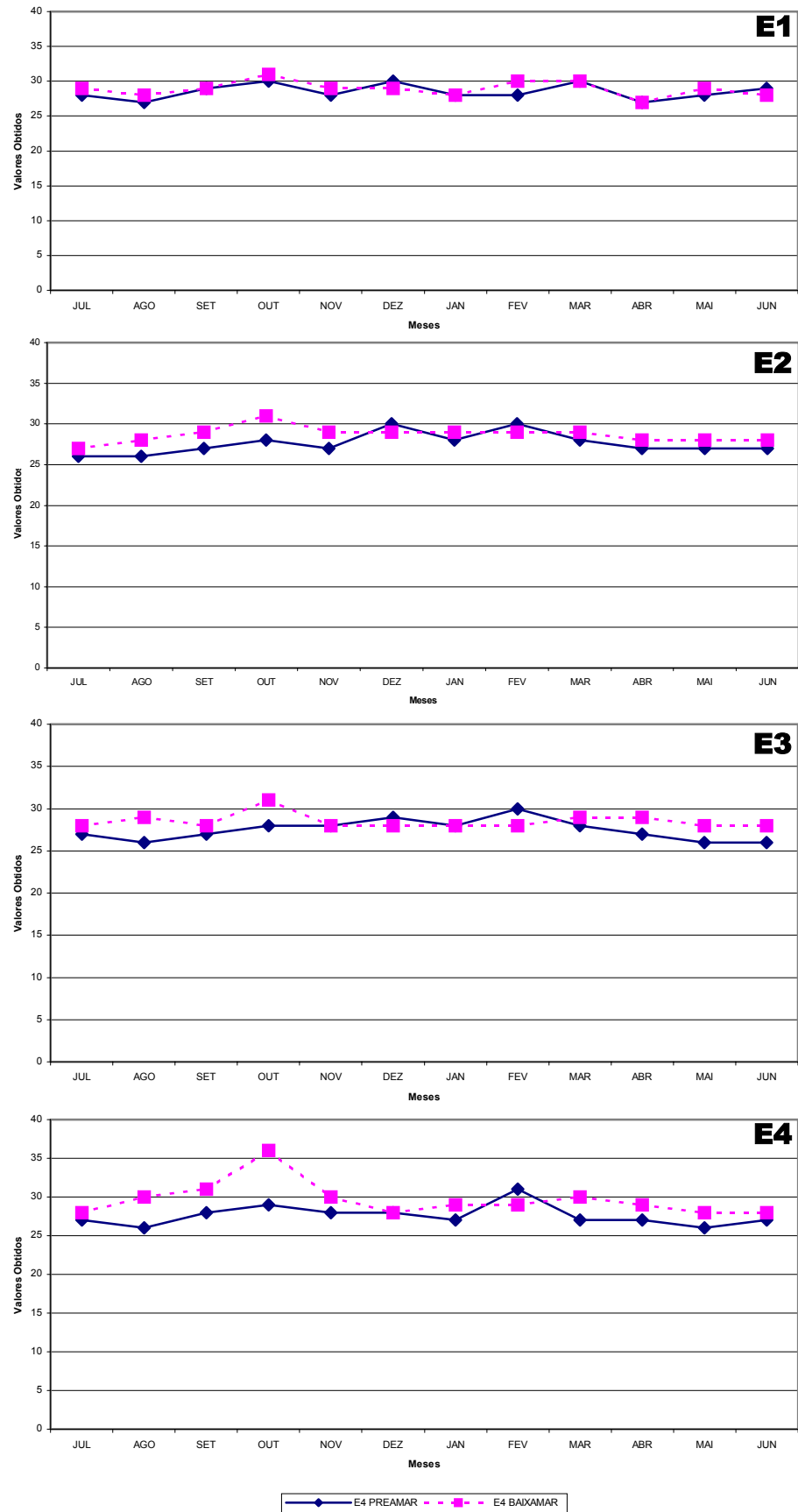


Figura 18 – Variação sazonal da temperatura da água (°C), medidas durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

4.3. Salinidade da água (‰)

A área do estuário do rio Cocó, estudada na presente pesquisa, apresentou um regime de salinidade que foi desde o hiperhalino, com valores máximos de 40 ‰, ao limnético, com valor mínimo de 0 ‰, de acordo com a classificação do Sistema de Veneza, referido por Smayda (1983) (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 19).

Pinheiro-Joventino & Lima-Verde (1988) em estudo da ocorrência e distribuição de macroalgas no estuário do rio Cocó registraram valores de 38 ‰ no período de estiagem para esta porção do estuário.

Façanha & Vieira (1992) registraram valores máximos de 40 ‰ no mês de outubro para o estuário em estudo.

As águas com características limnéticas foram detectadas na porção mais interna do trecho em estudo (estações E3 e E4). A estação E2 apresentou-se como oligohalina com variações de salinidade durante a preamar e a porção do rio Cocó onde foram registradas as salinidades mais elevadas e as águas classificadas como hiperhalinas foram a inferior (Estação E1).

Os maiores valores de salinidade medidas no estuário do rio Cocó foram observadas na estação E1 que sofre maior influência do mar. O caso atípico desta estação foi no mês de abril, período onde se registrou maiores precipitações no município de Fortaleza, causando uma queda na salinidade sendo registrado valores de até 0 ‰ tanto na preamar como na baixa-mar. Os valores máximos de salinidades foram de 37 ‰ em agosto de 2001 na preamar e 40 ‰ na baixa-mar de dezembro do mesmo ano (Figura 20-E1).

Na estação E2 o maior valor máximo obtido foi de 3 ‰ tanto na preamar dos meses de janeiro e maio de 2002 como na baixa-mar de novembro de 2001. O valor mínimo foi de 0 ‰ tanto para preamar como para baixa-mar (Figura 20-E2).

Na estação E3 foi registrado uma variação muito pequena de salinidade sendo a mínima de 0 ‰ e a máxima de 3 ‰ na preamar de abril de 2002. Durante a baixa-mar desta estação não foi registrado nenhuma variação na salinidade registrando valores constantes de 0 ‰ indício que não ocorreu nenhuma influência do mar nesta área (Figura 20-E3).

Já a porção mais interna do estuário, na estação E4, o valor máximo de 3 ‰ foi registrado em agosto de 2001 para a preamar e 2 ‰ na baixa-mar no mês de

julho de 2001. O valor mínimo foi de 0 ‰ tanto na preamar quanto na baixa-mar. (Figura 20-E4).

Considerando as médias anuais das salinidades nas estações a montante (E3 e E4), estas foram de 1 ‰ na preamar e 0 ‰ na baixa-mar, enquanto que na estação E1, localizada na Praia do Caça e Pesca, as médias foram de 28 ‰ na preamar e 25 ‰ na baixa-mar.

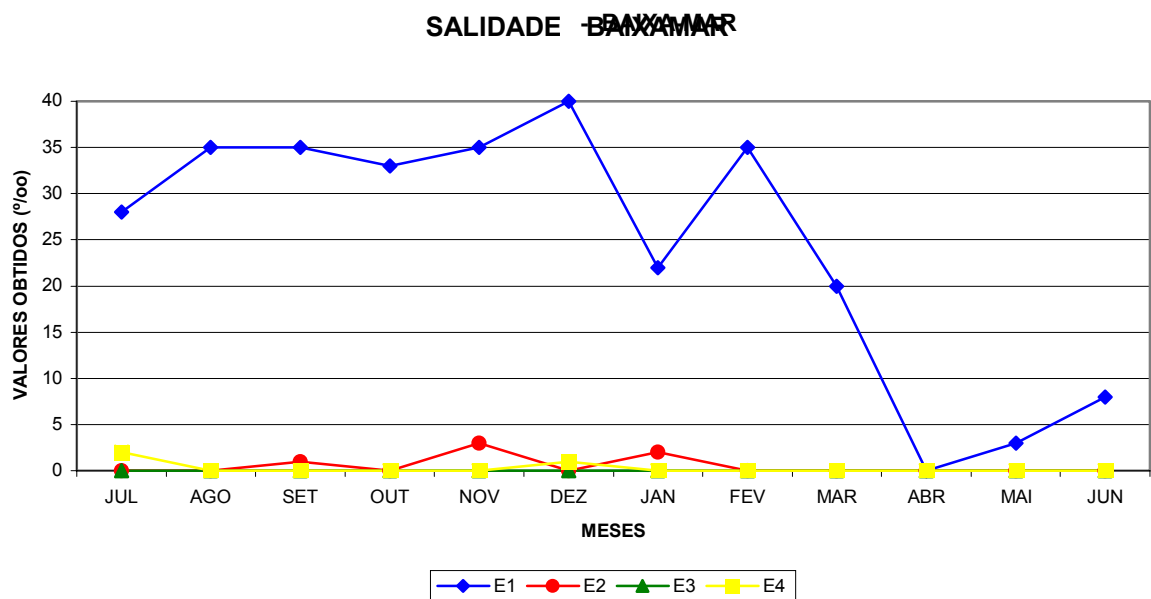
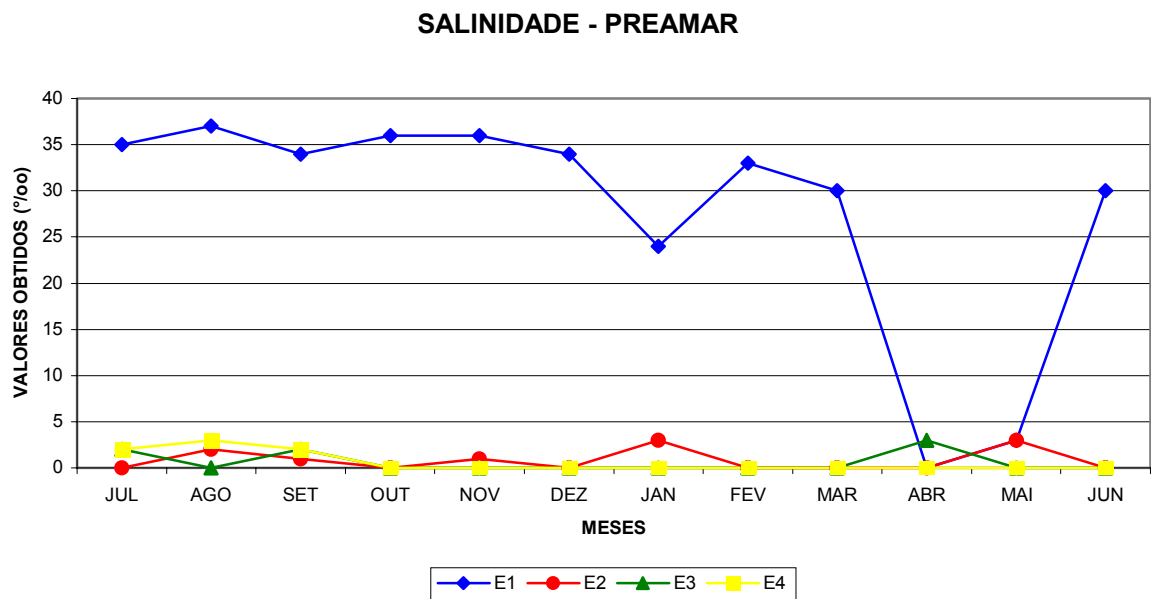


Figura 19 – Variação espacial da salinidade da água (‰), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

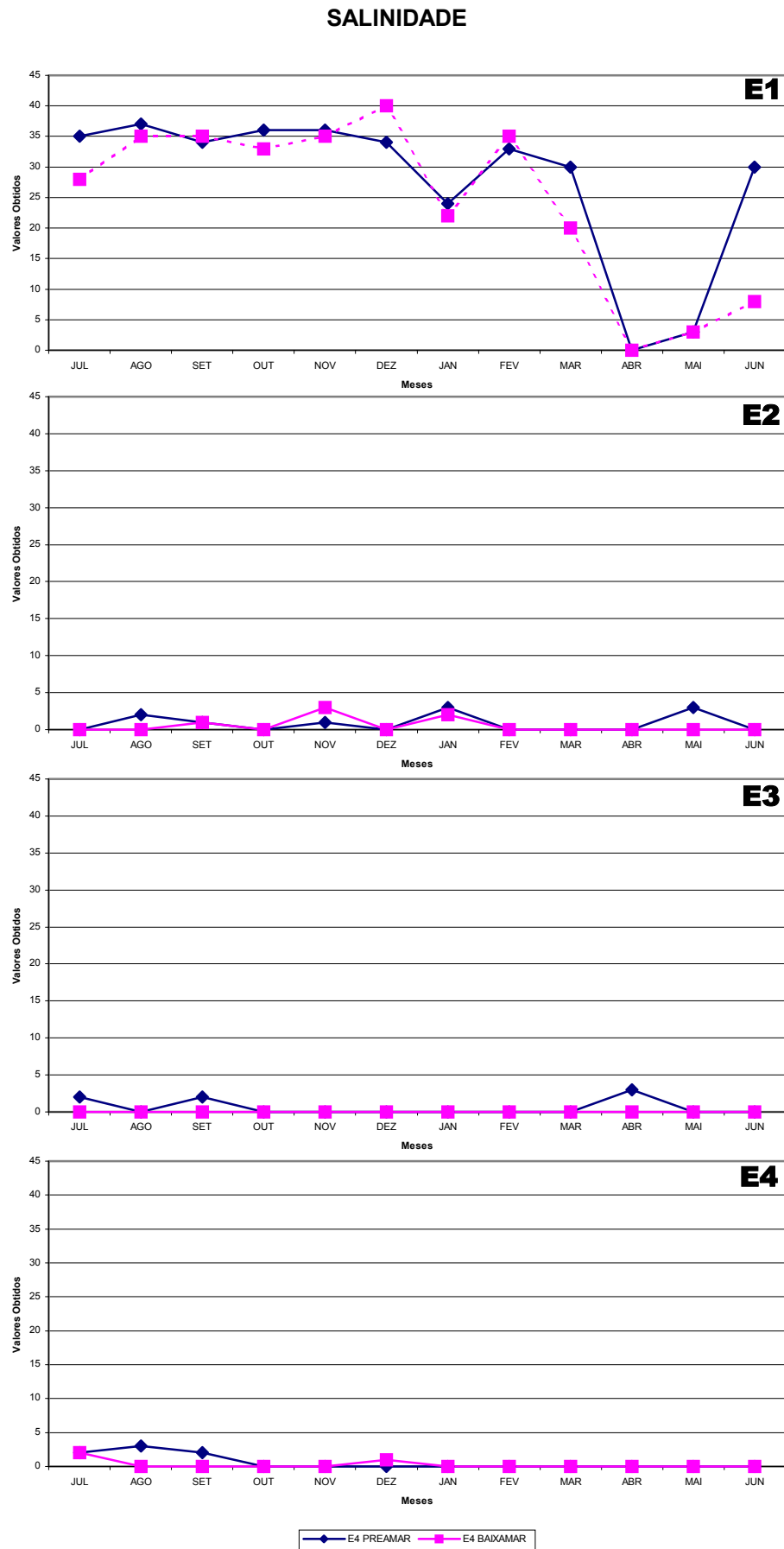


Figura 20 – Variação sazonal da salinidade da água (‰), no rio Cocó.

4.4. Transparência da água (cm)

A transparência da água, do ponto de vista ótico, é um índice inverso da turbidez.

Durante o tempo de duração da pesquisa, o valor mínimo de transparência da água foi de 5 cm, medido na estação E2, durante a baixa-mar de dezembro de 2001. O máximo registrado foi de 85 cm, ocorrendo na estação E1, durante a preamar de outubro de 2001 (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 21).

Ao compararmos as condições de marés das estações de coletas E1 e E2 verificou-se uma diferença significativa, isso se deveu à presença de banhistas e pescadores na primeira estação e ao acelerado processo de assoreamento ocasionando uma menor profundidade na baixa-mar da estação E2.

Analisando apenas a estação E1, o valor mínimo medido durante as preamares foi 18 cm e nas baixa-mares foi de 11 cm registrados durante o período chuvoso (maio de 2002). Os valores máximos observados de transparência da água foram de 85 cm na preamar de outubro de 2001 e 70 cm na baixa-mar de dezembro de 2001 (período seco) (Figura 22-E1).

Os dados relativos à estação E2 revelaram que os valores mínimos de transparência da água foram 12 cm na preamar de maio de 2002 e 5 cm na baixa-mar de dezembro de 2001. Os maiores valores foram calculadas em 80 cm nas preamares dos meses de abril e julho de 2002 e de 65 cm na baixa-mar de julho de 2001 (Figura 22-E2).

Na estação E3, os valores mínimos de transparência da água foi de 10 cm registrado na preamar de maio de 2002 e 9 cm em agosto de 2001 para a baixa-mar. Os valores máximos, tanto das preamares (50 cm) como das baixa-mares (43 cm), ocorreram em meses que compõem a quadra invernososa, ou seja, janeiro e abril de 2002, respectivamente (Figura 22-E3).

Na porção superior do estuário na estação E4, a variação sazonal da transparência foi pouco marcante, com valores máximos registrados no mês de abril de 2002 de 45 cm na preamar e 42 cm na baixa-mar do mesmo mês. Já os menores valores foram obtidos em agosto de 2001 na preamar (14,5 cm) e na baixa-mar de maio de 2002 (13 cm) (Figura 22-E4).

Quando comparadas os quatro trechos do rio, verificou-se em média, a maior transparência da água (85 cm) ocorreu próximo à foz, seguida da estação situada no Parque Ecológico Adahil Barreto, estação E2 (80 cm), diminuindo na sua porção superior com 50 cm na estação E3 e 45 cm na estação E4.

De acordo com Moreira (1994), a penetração da luz é maior nas águas da porção inferior do estuário, onde a proporção das águas de origem oceânica é maior do que as de origem fluvial, geralmente mais turva.

Outro fator que se pode relacionar é o grau de poluição na porção mais interna do rio (estações E3 e E4). O maior incremento de esgotos registrados e despejos de estabelecimentos comerciais nas margens do rio Cocó fazem com que as citadas estações apresentem valores médios anuais de transparência menores do que nas estações mais externas (estações E1 e E2), dificultando a vida aquática nesses locais.

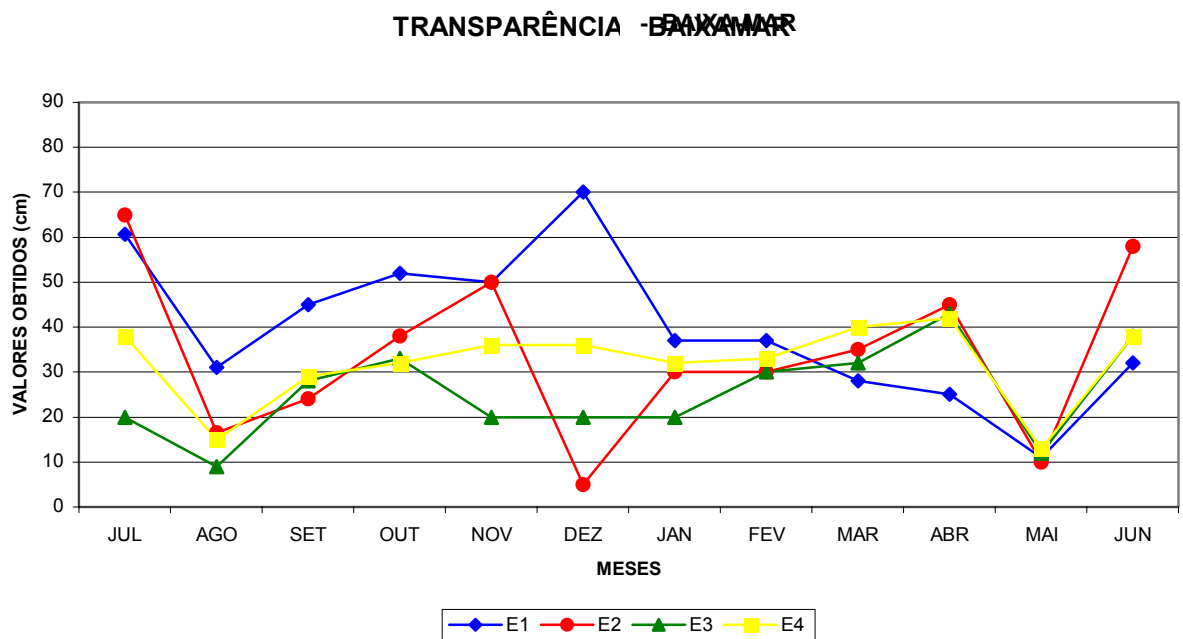
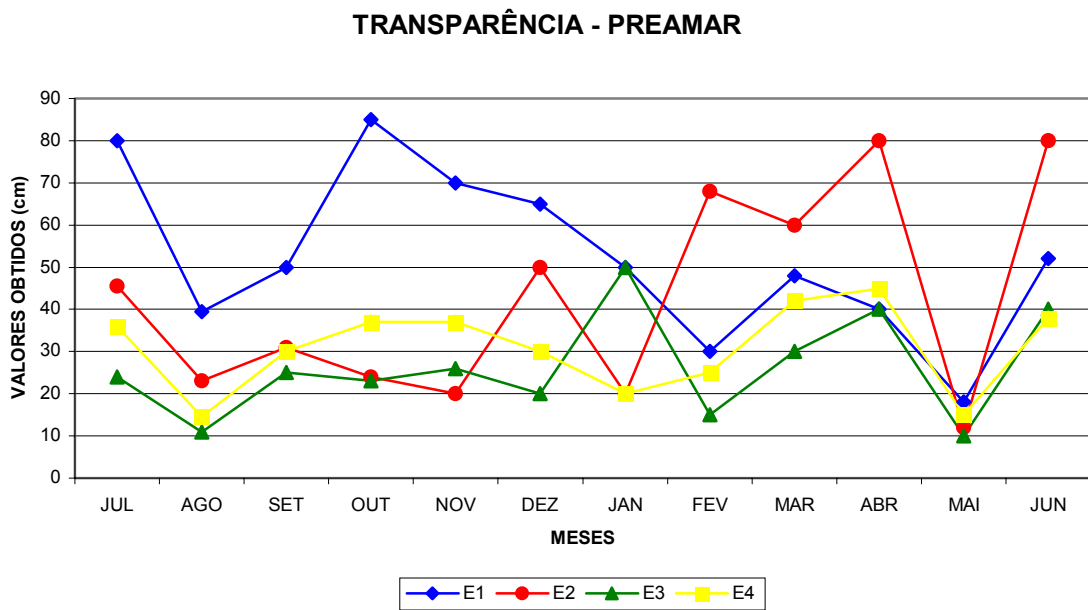


Figura 21 – Variação espacial da transparência da água (cm), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

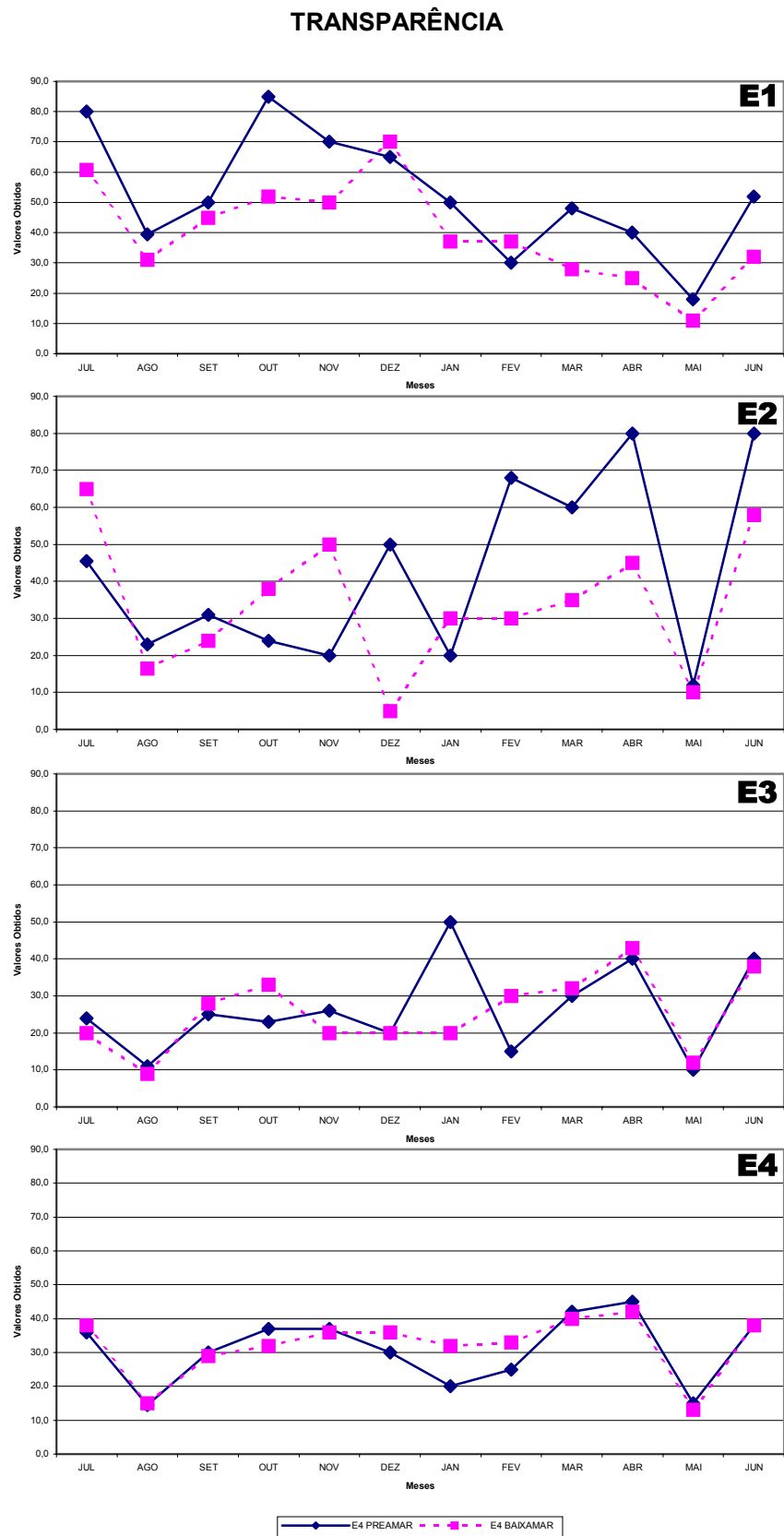


Figura 22 – Variação sazonal da transparência da água (cm), no rio Cocó.

4.5. Potencial Hidrogeniônico da Água (pH)

O pH da água do rio Cocó apresentou-se de um modo geral neutro, com tendência a alcalino. A variação anual não foi muito acentuada mesmo levando em conta as condições de maré.

A amplitude de pH foi de 2,1 com valor máximo de 8,4 na preamar de fevereiro de 2002 da estação E1 e valores mínimos de 6,3 na preamar do mês de agosto de 2001 das estações E2, E3 e E4 (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 23).

Vieira & Façanha (1994) em estudos dos parâmetros físico-químicos e pesquisa de coliformes totais, fecais e *Vibrio parahaemolyticus* nas águas do rio Cocó encontraram valores variando na faixa de 6,73 e 8,66, havendo uma tendência maior a alcalinidade.

Miranda (1986), encontrou, em análises do pH das águas do rio Ceará, valores na faixa da alcalinidade. Entretanto, em dados obtidos por Alcântara-Filho (1978), os valores de pH de amostras das águas do mesmo rio haviam se apresentado ligeiramente ácidos, o que o autor atribuiu, possivelmente, às medidas terem sido efetuadas em períodos de grandes precipitações pluviométricas. Nossos dados condizem com o primeiro autor, pois os valores que tendiam à acidez só foram registrados durante o período de estiagem (Agosto de 2001), mostrando uma diferença entre esses dois estuários urbanos.

Os maiores valores de pH foram registrados na estação E1. Na preamar o menor valor obtido foi 7,1 em abril de 2002 e o maior foi 8,4 em fevereiro do mesmo ano. Na baixa-mar, os valores variaram entre 7,0 em junho de 2002 a 8,3 em fevereiro de 2002. O pH na preamar se mostrou, na maioria das coletas, superior aos registrados na baixa-mar (Figura 24-E1).

Na estação E2, localizada no Parque Ecológico Adahil Barreto, os menores valores de pH foram registrados no mês de agosto de 2001 tanto na preamar como na baixa-mar com valores de 6,3 e 6,4, respectivamente. Os maiores valores foram registrados em novembro de 2001 e maio de 2002 com o valor de 7,2 na preamar e na baixa-mar o valor foi de 7,3 em abril de 2002. Não houve variação significativa dos valores de preamar e baixa-mar (Figura 24-E2).

Essa estação foi à única que não se enquadrou nos critérios estabelecidos pela Legislação, apresentando valores de pH levemente ácidos.

Segundo Horne (apud COSTA & MACEDO, 1987/89), a maior intensidade dos processos químicos e biológicos que são comuns aos ecossistemas estuarinos acarreta grandes flutuações no pH nestes ambientes, podendo ser encontrados tantos valores altos (alcalinos), quanto neutros e baixos (ácidos).

Na estação E3, os valores na baixa-mar se mostraram um pouco mais elevados do que os na preamar. Os menores valores foram obtidos no mês de agosto de 2001 de 6,3 e 6,6 para a preamar e baixa-mar, respectivamente. Na preamar, o maior valor de pH foi 7,4 obtido em fevereiro de 2002. Na baixa-mar, o valor máximo de 7,5 foi registrado em outubro de 2001 e março de 2002 (Figura 24-E3).

Na estação E4, o pH da água variou, na maré enchente de 6,3 (agosto de 2001) a um máximo de 7,50 (fevereiro de 2002), e na maré vazante, de um mínimo de 6,5 (agosto de 2001) a 7,50 (setembro, novembro de 2001 e abril de 2002) (Figura 24-E4).

Comparando-se os dados das quatro estações de coleta, observou-se que os menores valores de pH foram no mês de agosto de 2001 (período de estiagem) e que o pH é maior nas proximidades da foz (devido à influência marinha), diminuindo à medida que se penetra no estuário, ficando clara a variação espacial deste parâmetro.

As estações E1, E3 e E4 se mantiveram dentro do padrão exigido pelo CONAMA, sendo a estação de coleta E2 a única exceção.

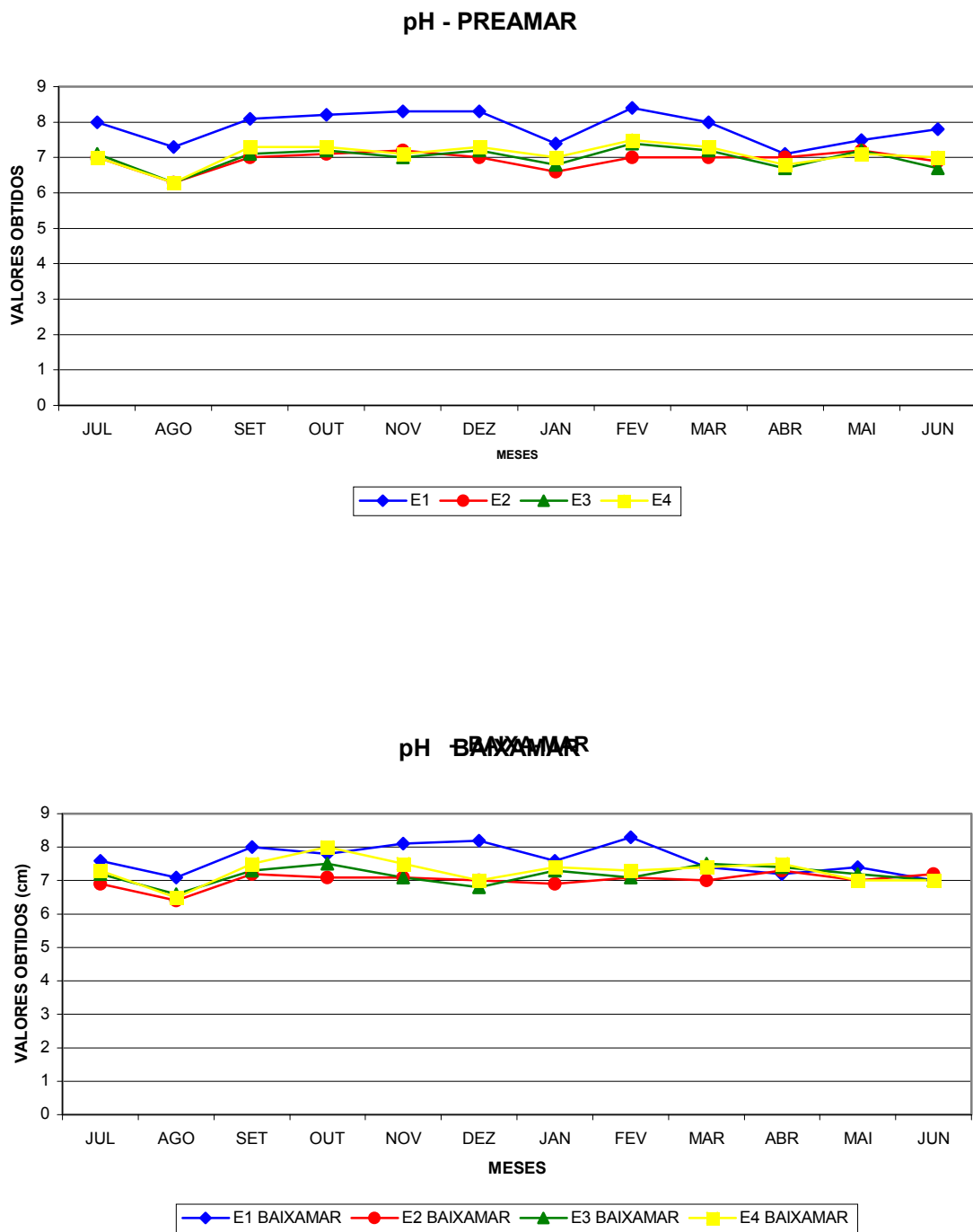


Figura 23 – Variação espacial do potencial hidrogeniônico da água (pH), medido durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

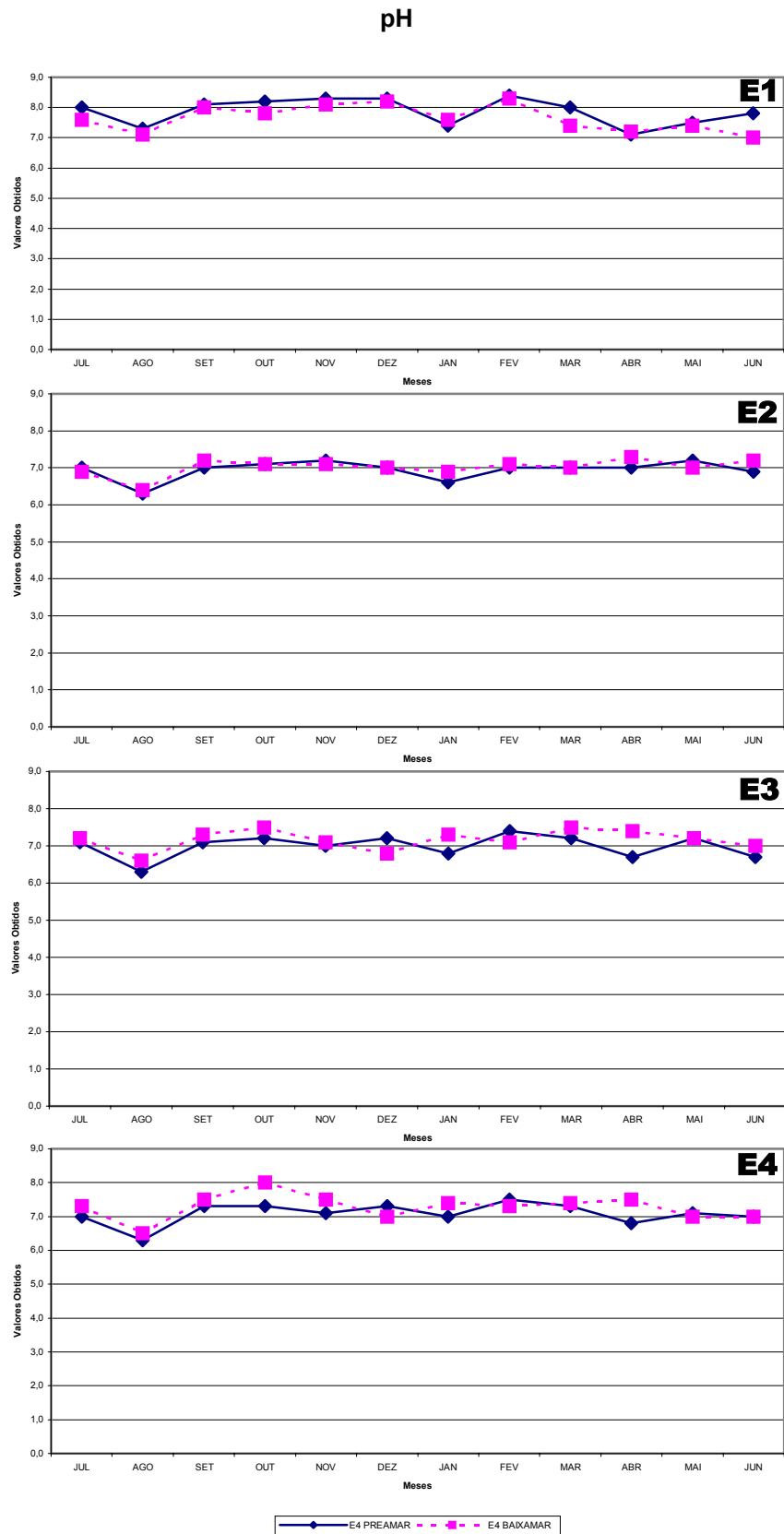


Figura 24 – Variação sazonal do potencial hidrogeniônico da água, no rio Cocó.

4.6. Turbidez (FTU)

A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação e os principais responsáveis pela turbidez da água são principalmente as partículas suspensas e em menor proporção os compostos dissolvidos.

A turbidez nas águas do estuário do rio Cocó, foi determinada apenas a partir da terceira coleta, em setembro de 2001, mas pode ser considerada representativa já que no ciclo anual, contemplou quatro meses de estiagem (setembro a dezembro/2001) e seis meses do período chuvoso (janeiro a junho/2002).

A limitação da produção do fitoplâncton vem sendo associada à redução da disponibilidade de luz na água, devido à presença de materiais em suspensão, pois mesmo sendo pequenas as flutuações anuais da intensidade da radiação solar, é marcante a diminuição da produção durante o período das chuvas, quando ocorre o aumento da turbidez das águas provocada pela drenagem urbana, conforme constatado por Feitosa (1988), Eskinazi-Leça (1990), Resurreição (1990), Sassi (1991), Koenig & Eskinazi-Leça (1991).

Altos valores de turbidez podem provocar danos à biota aquática, pois limitam a penetração da radiação solar e com isso reduzem a fotossíntese, além de provocar alterações nos processos de reprodução e crescimento de peixes (BRANCO, 1986; ZUCCARI, 1992; FEPAM, 1996).

Nas águas do rio Cocó a turbidez variou de 4 FTU na estação E1, durante a preamar de junho de 2002, enquanto que a maior, 84 FTU, ocorreu na estação E3, durante a preamar de janeiro do mesmo ano (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 25).

No caso específico da estação E1, a menor turbidez foi registrada na preamar de junho de 2002 (4 FTU) e na baixa-mar de setembro de 2001 (11 FTU). Os maiores registros foram 50 FTU na preamar de maio e 43 FTU na baixa-mar de abril de 2002. Considerando o ciclo anual verifica-se um acréscimo deste parâmetro durante o período de maior precipitação devido a uma maior mistura da água. Durante a baixa-mar de maio de 2002 observou-se um decréscimo da turbidez da água devido a menor profundidade do rio Cocó (Figura 26-E1).

Na estação de maior área de mangue preservado, estação E2, observou-se menores registros (11 FTU) tanto na preamar de junho de 2002, quanto na baixa-mar de setembro de 2001. Maiores valores foram obtidos no mês de janeiro de 2002 para a preamar (38 FTU) e baixa-mar (33 FTU). A elevação da turbidez em

janeiro de 2002 provavelmente está relacionada com as primeiras chuvas que carregam grandes quantidades de sólidos para a drenagem natural da região (Figura 26-E2).

Na estação E3 registrou-se menores valores de 23 FTU na preamar de junho de 2002 e 20 FTU na baixa-mar do mês de março do mesmo ano, os registros máximos foram de 84 FTU na preamar de janeiro de 2002 e 70 FTU na baixa-mar de maio de 2002. Analisando o ciclo anual verifica-se maior oscilação deste parâmetro durante o primeiro semestre de 2002 quando da ocorrência de chuvas na região (Figura 26-E3).

Na porção mais interna do estuário, estação E4, os registros variaram de 21 FTU na preamar de dezembro de 2001 e 18 FTU na baixa-mar de dezembro de 2001 e março de 2002 a valores de 82 FTU na preamar de janeiro de 2002 e 66 FTU na baixa-mar de maio do mesmo ano (Figura 26-E4).

Grande variação ocorreu durante a preamar e baixa-mar das estações E3 e E4 no período de maior pluviosidade. Amplitude significativa dos valores de turbidez destas estações foram observadas nos meses de janeiro e maio de 2002. Na preamar ocasionada pelo carreamento de material sólido elevando consideravelmente a turbidez e a diminuição brusca na baixa-mar deve-se ao menor volume de água no rio Cocó e maior incidência da agitação das águas promovida pela atmosfera.

Analisando a porção do estuário estudada, verifica-se uma relação inversa deste parâmetro com a transparência das águas com uma maior turbidez nas estações mais internas e afastadas da foz (estações E3 e E4) e menores concentrações nas estações situadas próximas a desembocadura do rio (estações E1 e E2).

Os fatores que mais contribuíram para elevar a turbidez no trecho do rio Cocó estudado deve-se a ocorrência de fortes chuvas no primeiro semestre de 2002 e devido à pequena profundidade do estuário contribuindo para uma maior turbidez pela mistura natural das águas, fenômeno bastante significativo durante as coletas de baixa-mar.

Sperling (1997b), observou a interferência do aumento da turbidez com o avanço da eutrofização e o impacto deste aumento na balneabilidade. Isso também foi observado no ecossistema aqui estudado.

Constatou-se que os valores de turbidez encontram-se de acordo com a Resolução (até 100 NTU) para as estações E3 e E4, exatamente as que apresentaram as máximas concentrações deste parâmetro.

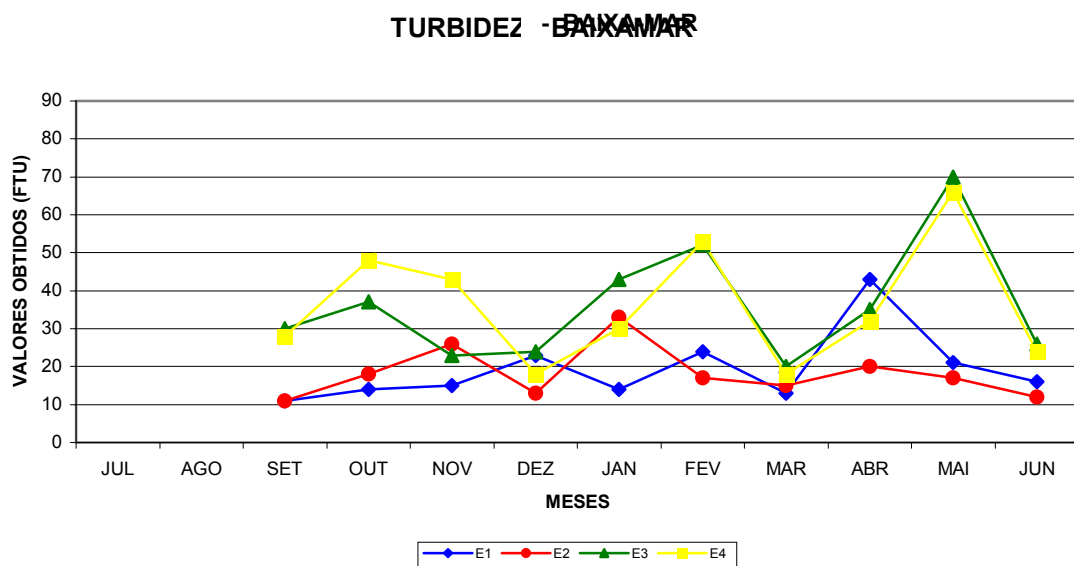
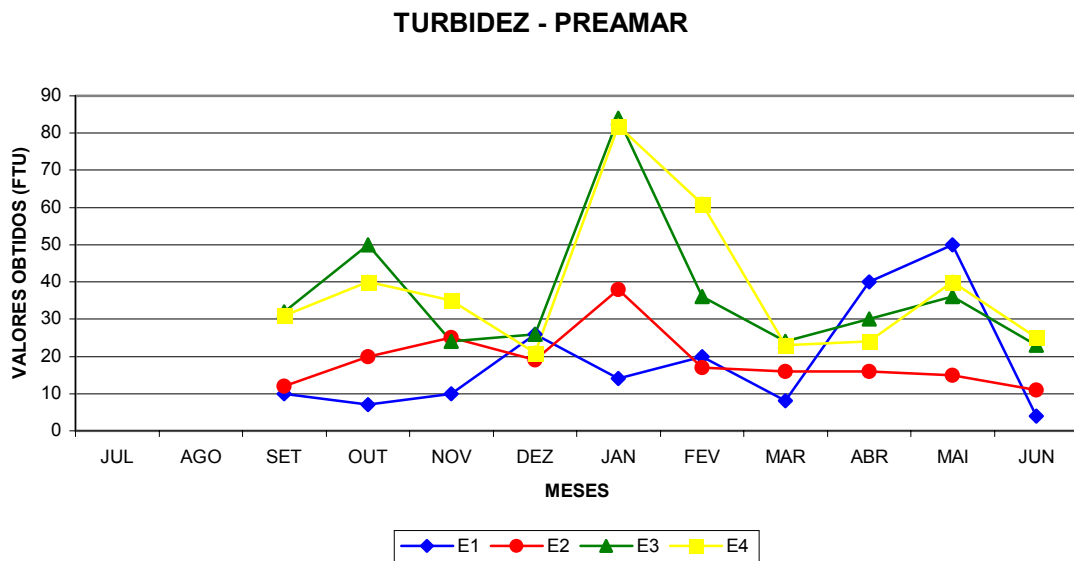


Figura 25 – Variação espacial da turbidez da água (FTU), medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

TURBIDEZ

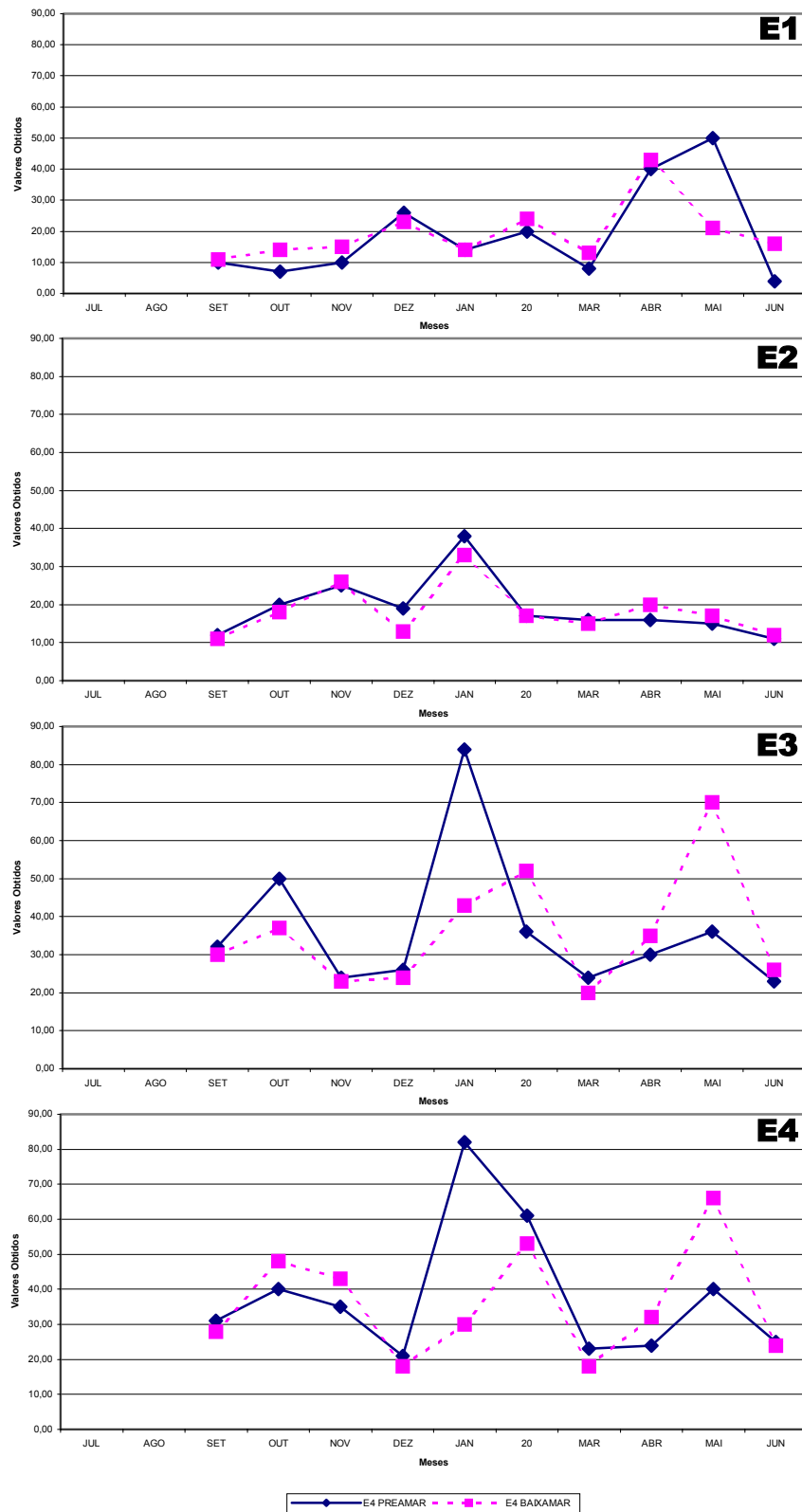


Figura 26 – Variação sazonal da turbidez da água, no rio Cocó.

4.7. Concentração de Oxigênio Dissolvido na Água (mg.l⁻¹)

A determinação do oxigênio dissolvido proporciona informações sobre as reações bioquímicas e biológicas que ocorrem na água, além de indicar a capacidade dos corpos de água em promover a sua autodepuração. A concentração do oxigênio dissolvido na água varia em função da temperatura, da altitude e da aeração da água. A elevação da temperatura diminui a solubilidade do oxigênio na água, e a presença de cachoeiras ou ainda de fortes chuvas pela turbulência provocada por esses fenômenos favorece a oxigenação (BRANCO, 1986; ZUCCARI, 1992).

A ação fotossintética de um corpo hídrico conduz ao comportamento de variáveis que estimulam o acréscimo do oxigênio e uma correspondente redução do pH e da dureza da água. Logicamente o inverso deve ocorrer durante a noite. Portanto o controle algal das águas é importante não só quanto a produtividade biológica, mas com relação aos processos bioquímicos que lhe são inerentes.

Ao analisar todas as medidas de concentração de oxigênio na água do estuário do rio Cocó, durante o período de pesquisa, o menor registro foi de 0,14 mg/l, na estação de coleta E4, durante a baixa-mar de dezembro de 2001, enquanto que a maior foi de 10,28 mg/l na mesma estação durante a baixa-mar de outubro de 2001. Valores máximos deveu-se ao fato que a citada estação possui as margens livres de qualquer edificação e passível de uma maior reoxigenação atmosférica no período de estiagem, assim como, pelo constante despejo de matéria orgânica rica em compostos nitrogenados favorecendo uma maior produtividade primária neste trecho. Os valores mínimos estão associados à elevada turbidez apresentada dessa estação durante as coletas (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 27).

Os resultados obtidos na estação situada na foz do rio Cocó, estação E1, apresentaram as menores concentrações de 3,24 mg/l no mês de abril de 2002, tanto para a preamar quanto para baixa-mar e as maiores foram registradas na preamar de dezembro de 2001 (6,76 mg/l) e na baixa-mar de fevereiro de 2002 (7,32 mg/l). Com exceção das concentrações determinadas em fevereiro de 2002 (ocorrência de chuvas), os valores de preamar foram sempre superiores aos de baixa-mar (Figura 28-E1).

Na porção estuarina situada no Parque Ecológico Adahil Barreto (estação E2) as menores concentrações de oxigênio dissolvido foram de 0,28 mg/l na preamar de fevereiro de 2002 e 0,85 mg/l na baixa-mar de janeiro do mesmo ano. As maiores concentrações foram registradas no mês de dezembro de 2001 com valores de 4,65 mg/l na preamar e 6,48 na baixa-mar (Figura 28-E2).

Ao compararmos as demais estações de coleta concluímos ser essa estação a que apresentou as menores concentrações de oxigênio dissolvido fato que se deve à proliferação de microorganismos aeróbicos, responsáveis pela decomposição aeróbica e pela presença de grandes quantidades de macrófitas aquáticas (aguapés).

Na estação E3 a menor concentração de oxigênio dissolvido na água de preamar foi 0,42 mg/l nos meses de setembro a novembro de 2001 e nas de baixa-mar foi 0,28 mg/l no mês de dezembro do mesmo ano, ao passo que as maiores ocorreram com 5,35 mg/l para a preamar de abril de 2002 e 5,77 mg/l na baixa-mar de outubro de 2001. Observou-se que as concentrações de oxigênio nas águas de preamar permaneceram muito pequenas durante o segundo semestre de 2001, o que não ocorreu na baixa-mar, devido a maior reoxigenação atmosférica observada no momento das coletas (Figura 28-E3).

No caso da estação E4, as menores concentrações de oxigênio dissolvido foram registradas na preamar de janeiro de 2002 (0,70 mg/l) e na baixa-mar de dezembro de 2001 (0,14 mg/l) já as maiores concentrações se registraram na preamar de abril de 2002 (4,93 mg/l) e na baixa-mar de outubro de 2001 (10,28 mg/l). Durante todo o ciclo de coletas está foi a estação que mais se verificou oscilações entre os valores de preamar e baixa-mar (Figura 28-E4).

Comparando-se as quatro estações do estuário, verificou-se maior concentração de oxigênio dissolvido na água das estações E1, onde é maior a influência da maré, e da estação E4, influenciada pela ação dos ventos que proporcionam as trocas gasosas entre a superfície da água e a atmosfera. Verificando a média anual das estações e relacionando-as com as condições de maré, observou-se maiores volumes de oxigênio dissolvido na baixa-mar do que os registrados na preamar devido a menor profundidade do rio, sendo a estação E1 a única exceção.

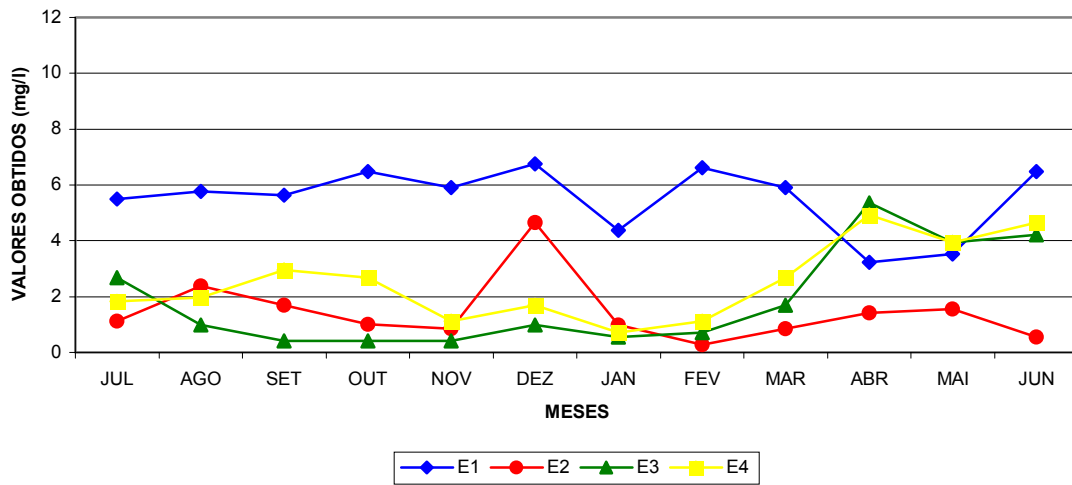
Foram registradas oscilações entre os valores de oxigênio dissolvido na preamar e baixa-mar nas estações mais internas (E3 e E4). Este fato pode ser

atribuído ao caráter não conservativo e/ou interativo do oxigênio, decorrente da intensa participação deste gás nos processos físico-químicos da água e principalmente bioquímicos, resultantes da atividade metabólica dos organismos (BURTON, 1976; HEAD, 1976; e Mc LUSKY, 1989).

Em termos médios, nenhuma das estações se enquadraria na legislação em relação aos conteúdos de oxigênio dissolvido, caracterizando o alarmante estado de degradação causado por interferências antrópicas que vem dificultando a vida aquática neste rio.

Almeida et al (1999) referem valores médios de oxigênio dissolvido variando de 1,0 a 7,1 mg/l, com resultados em desacordo com o CONAMA (≥ 5 mg/l) ao longo das estações amostradas nas água do rio Cocó.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO - PREAMAR



OXIGÊNIO DISSOLVIDO - BAIXAMAR

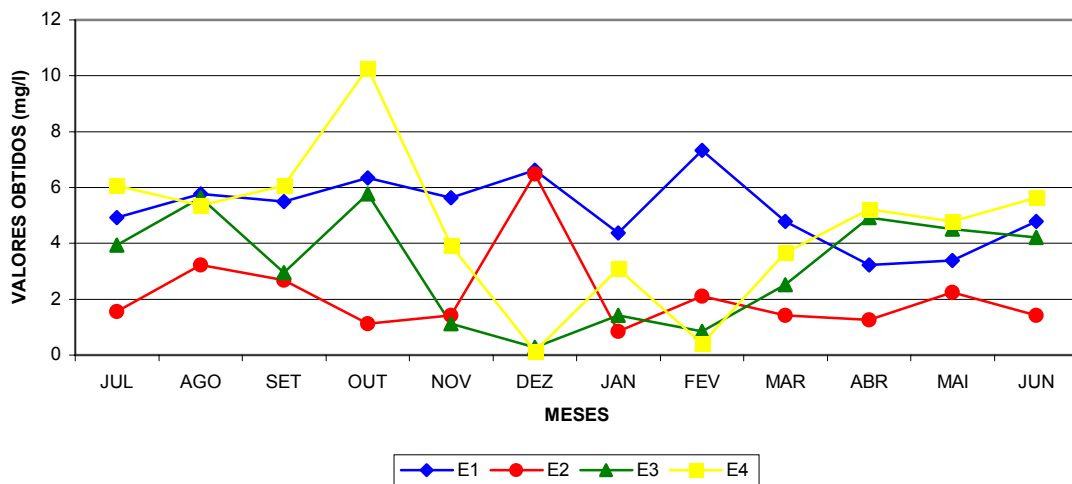


Figura 27 – Variação espacial da concentração de oxigênio dissolvido (mg.l⁻¹) da água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

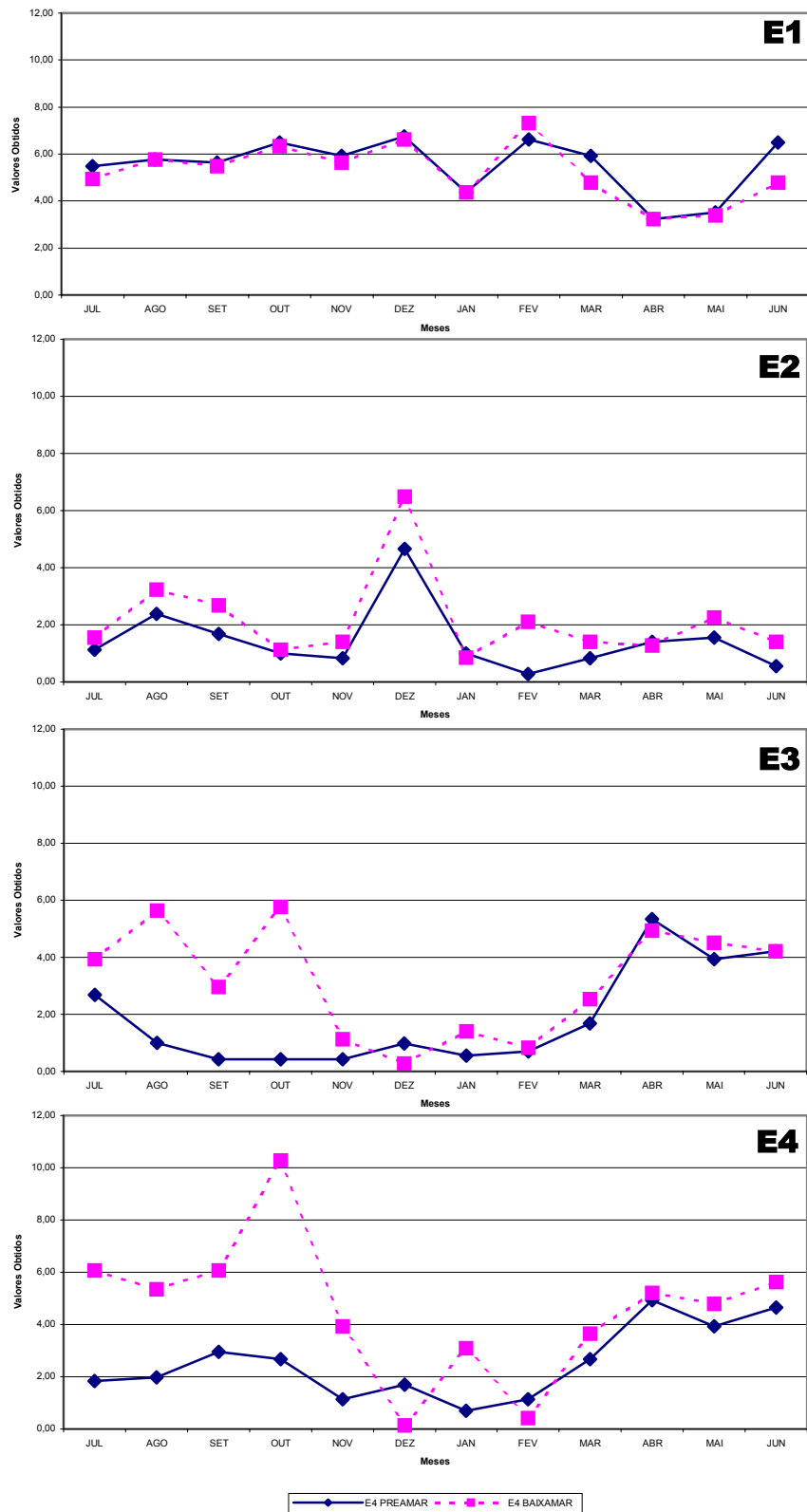


Figura 28 – Variação sazonal da concentração de oxigênio dissolvido na água do rio Cocó.

4.8. Concentração de Amônia (NH₃) Dissolvido na Água (mg.l⁻¹)

Os compostos nitrogenados são importantes elementos no metabolismo de ecossistemas aquáticos e quando presentes em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante na produção primária. A amônia é formada pela decomposição tanto aeróbica como anaeróbica da parte nitrogenada da matéria orgânica por organismos heterotróficos. A amonificação e a excreção por animais aquáticos são as principais fontes deste composto para o ambiente aquático.

São bastante conhecidas as implicações ecológicas resultantes das altas concentrações de nitrogênio presentes na água, principalmente aquelas na forma amoniacal e de nitritos, que estão ligadas à dinâmica do oxigênio no meio aquático. Assim, corpos de água com altas concentrações de nitrogênio podem apresentar oxigênio dissolvido com baixos valores, afetando a vida aquática, como a comunidade de peixes (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1988).

Durante todo o período desta pesquisa, observou-se uma maior concentração de amônia na estação E3, localizada nas proximidades do bairro Castelão, onde a ação antrópica é o grande fator de poluição do rio e onde se verificou as menores concentrações de oxigênio dissolvido.

Segundo Conte (1992) e FEPAM (1996), a fonte mais comprometedora do ciclo de nitrogênio é o despejo de esgoto doméstico, sem tratamento prévio, lançado *in natura* nos corpos de água. Nossos dados condizem com os autores, visto que, as estações que apresentaram maiores concentrações de amônia foram aquelas que sofreram maiores interferências antrópicas (estações E3 e E4).

Os valores de amônia, levando em consideração o trecho em estudo, apresentaram uma amplitude de 11,74 mg/l com mínima de 0,61 mg/l na preamar de abril de 2002 da estação E4 e máxima de 12,35 mg/l na preamar de outubro de 2001 da estação E3 (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 29).

A menor concentração de amônia na estação E1 foi registrada no mês de maio de 2002, sendo esta de 1,00 mg/l em preamar e 0,98 mg/l em baixa-mar de junho do mesmo ano. Concentrações maiores foram registradas em outubro de 2001 no valor de 5,42 mg/l em preamar e 5,34 mg/l em baixa-mar de julho de 2001 (Figura 30-E1).

Na estação E2, a concentração mínima de amônia ocorreu no mês de dezembro de 2001 com valores de 1,98 mg/l (na preamar) e 2,42 mg/l (na baixa-mar). Ainda para a mesma estação, os valores máximos foram obtidos no mês de janeiro de 2002 com valores de 9,74 mg/l para a preamar e 8,67 mg/l para a baixa-mar. Mesmo possuindo uma taxa de decomposição elevada, já que possui em suas margens uma área reservada de mangue, esta estação não registrou altas concentrações de amônia devido, provavelmente, a influência marinha provinda da foz do rio Cocó (Figura 30-E2).

No caso da estação E3, as concentrações mínimas foram obtidas no mês de abril de 2002, com valores de 0,98 mg/l para a preamar e 1,04 mg/l para a baixa-mar. As máximas concentrações foram observadas na preamar de outubro de 2001 com valor de 12,35 mg/l e na baixa-mar de fevereiro de 2002 com valor de 11,28 mg/l. As altas concentrações de amônia nesta estação indicam que o rio foi recentemente poluído, provavelmente, por esgotos domésticos e industriais, por não ter transcorrido tempo suficiente para que ocorresse sua oxidação para nitrato. (Figura 30-E3).

Com relação ao trecho mais a montante da área deste estudo (estação E4), as concentrações mínimas foram 0,61 mg/l, na preamar e 0,63 mg/l na baixa-mar de abril de 2002. As máximas registradas foram 8,36 mg/l na preamar e 8,54 mg/l na baixa-mar de fevereiro de 2002. As maiores concentrações deste parâmetro nesta estação deveu-se a presença de animais soltos e estabelecimentos comerciais despejando seus dejetos diretamente nas águas do rio Cocó (Figura 30-E4).

Considerando todo o ciclo de coletas, pode-se observar maiores concentrações deste parâmetro no período de estiagem. No mês de abril de 2002 foram registradas as menores concentrações de amônia, em decorrência dos maiores índices pluviométricos registrados no Estado do Ceará, fazendo com que ocorresse maior diluição deste composto nitrogenado pela coluna de água e pela maior oxidação favorecendo o processo de nitrificação.

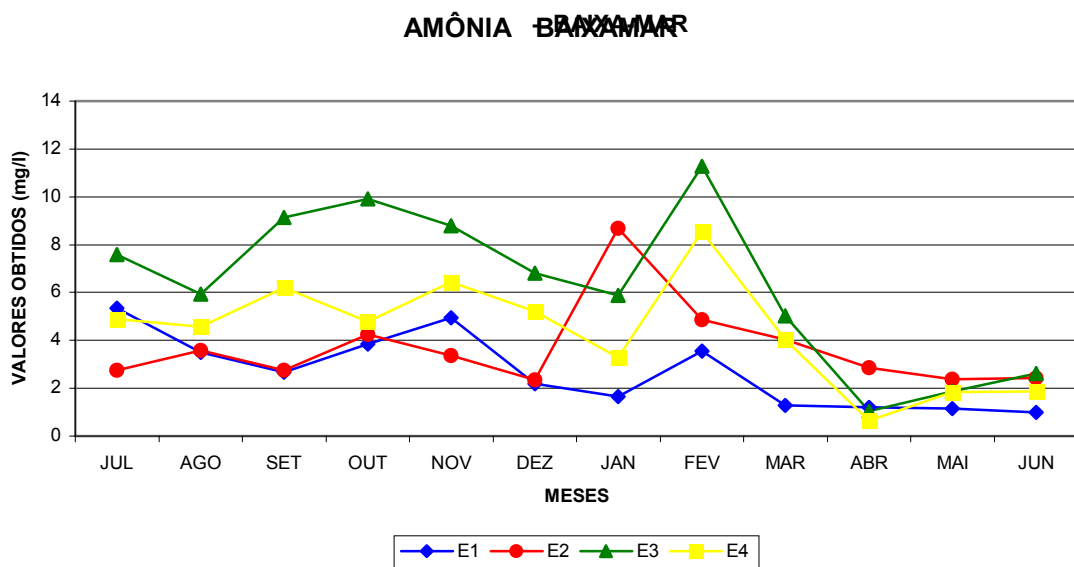
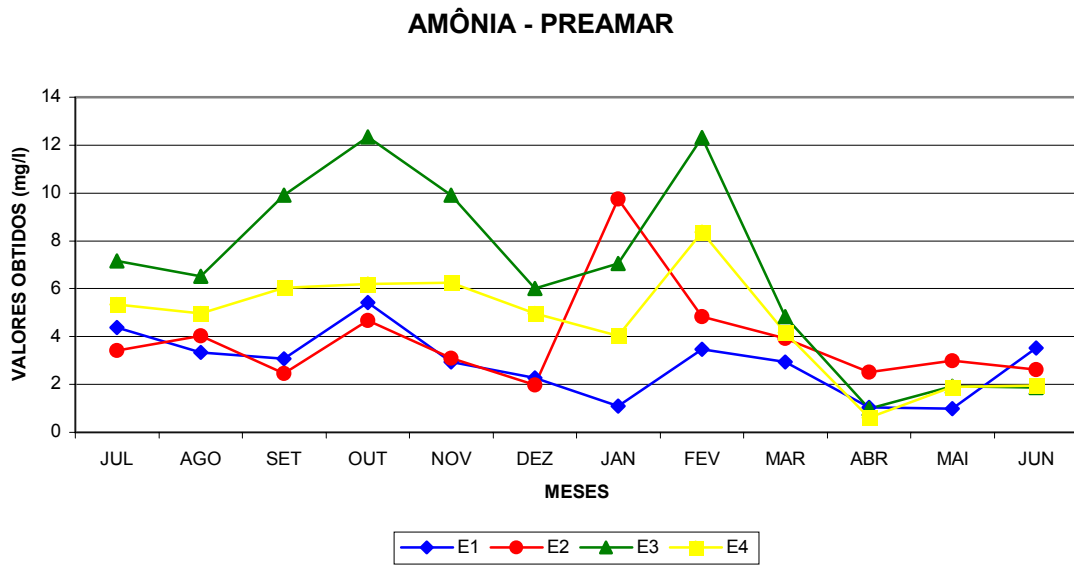


Figura 29 – Variação espacial da concentração de amônia (mg.l^{-1}) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

AMÔNIA

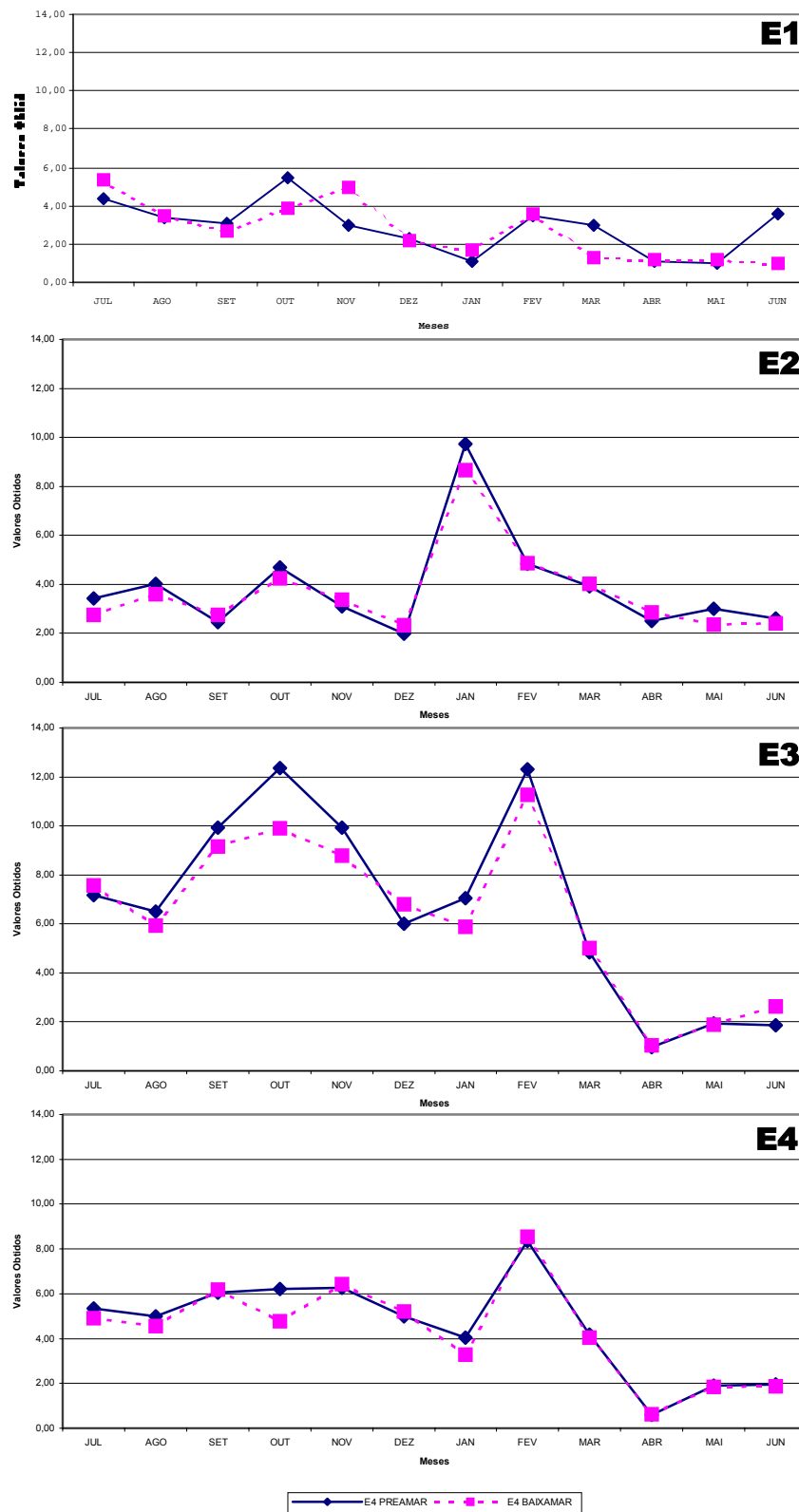


Figura 30 – Variação sazonal de amônia na água do rio Cocó.

4.9. Concentração de Nitrito (NO_2^-) Dissolvido na Água (mg.l^{-1})

O nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia (forma mais reduzida) e nitrato (forma mais oxidada). O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica recente.

A concentração de nitrito na água do rio Cocó possuiu uma amplitude de 2,1252 mg/l com máxima de 2,1252 mg/l na preamar de setembro de 2001 na estação E4 e mínima de 0,0000 mg/l na preamar de fevereiro de 2002 na estação E1. Levando em consideração a variação espacial, a estação que apresentou valores menores de nitrito foi à estação E1 devido à grande oxigenação desta área. Picos da concentração de nitrito foram observados nas demais estações no período de estiagem (maior incidência solar nas águas), principalmente no mês de setembro de 2001 (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 31).

Concentrações elevadas de íons nitrito na água são em geral associadas à baixa disponibilidade de oxigênio, o que, segundo Hattori (1983), acelera as reações de desnitrificação no meio, reduzindo as concentrações de nitrato, e temporariamente, aumentando as de nitrito, antes que seja completado o processo, cujo produto resultante é a forma gasosa de nitrogênio. Relações semelhantes podem ser feitas para as águas do rio Cocó, onde as maiores concentrações de nitrito correspondem às menores de oxigênio dissolvido (Estações E3 e E4).

As menores concentrações de nitrito nas águas do estuário do rio Cocó, durante todo o período de pesquisa, foram determinadas na estação E1, com valores mínimos de 0,0000 mg/l na preamar de fevereiro de 2002 e 0,0066 mg/l na baixa-mar de dezembro de 2001. As maiores foram de 0,1419 mg/l na preamar e 0,1551 mg/l na baixa-mar de abril de 2002 (Figura 32-E1).

No que diz respeito à variação sazonal de nitrito na estação E1, a única afirmativa segura que se pode fazer é que as maiores concentrações foram exatamente no mês de maior precipitação pluviométrica, registrada durante o período de amostragem (abril de 2002) e que no período seco ocorreu uma diminuição destas concentrações.

Com relação à porção do estuário situada no Parque Ecológico Adahil Barreto (estação E2), as concentrações mínimas foram 0,0165 mg/l na preamar de março de

2002 e 0,0231 mg/l na baixa-mar de janeiro de 2002. As máximas registradas foram 1,0824 mg/l, na preamar de abril de 2002, e 1,8018 mg/l na baixa-mar de setembro de 2001 (Figura 32-E2).

Na estação E3, as concentrações mínimas foram de 0,0066 mg/l no mês de fevereiro de 2002, tanto para a preamar quanto para a baixa-mar. As máximas se concentraram no mês de setembro de 2001 com valores de 1,2144 mg/l na preamar e 2,0460 mg/l na baixa-mar, sendo esta última a maior concentração de nitrito durante todo o período de pesquisa (Figura 32-E3).

A estação que apresentou maiores concentrações de nitrito foi à estação E4, confirmando o elevado grau de poluição em que se encontra o rio Cocó neste trecho. A máxima concentração de nitrito na preamar foi registrada em setembro de 2001 com valor de 2,1252 mg/l. Na baixa-mar esse valor foi de 0,9471 mg/l em janeiro de 2002. As concentrações mínimas foram 0,0264 mg/l na preamar e 0,0132 mg/l na baixa-mar de dezembro de 2001 (Figura 32-E4).

O período onde se registrou as maiores concentrações de nitrito registrados na estação E4, corresponderam a elevados teores de oxigênio, fato que deveu-se às altas concentrações de clorofila "a" na camada superficial da citada estação.

Comparando-se as quatro porções do estuário verificou-se que as concentrações de nitrito diminuíram à medida que se tornou maior a influência das águas marinhas.

Moreira (1994) também observou uma variação espacial do nitrito no estuário do rio Cocó em decorrência da penetração das águas salinas, proporcionando uma grande redução deste nutriente, não acontecendo o mesmo na porção superior do estuário, onde mesmo nas preamares a penetração das águas salgadas é mínima.

Considerando as médias anuais das estações, todas das estações se enquadraram na Legislação vigente para diferentes usos, apresentando valores médios anuais menores de 1,0 mg/l, valor mínimo de nitrito, exigido pela Resolução nº 20 do CONAMA. Valores maiores que o permitido pela Legislação foram registrados no mês de setembro de 2001 para as estações de coleta E2, E3 e E4.

O número de picos no decorrer do período de coletas, tanto no período de estiagem como no período de maior pluviosidade, resulta da interferência antrópica neste ambiente.

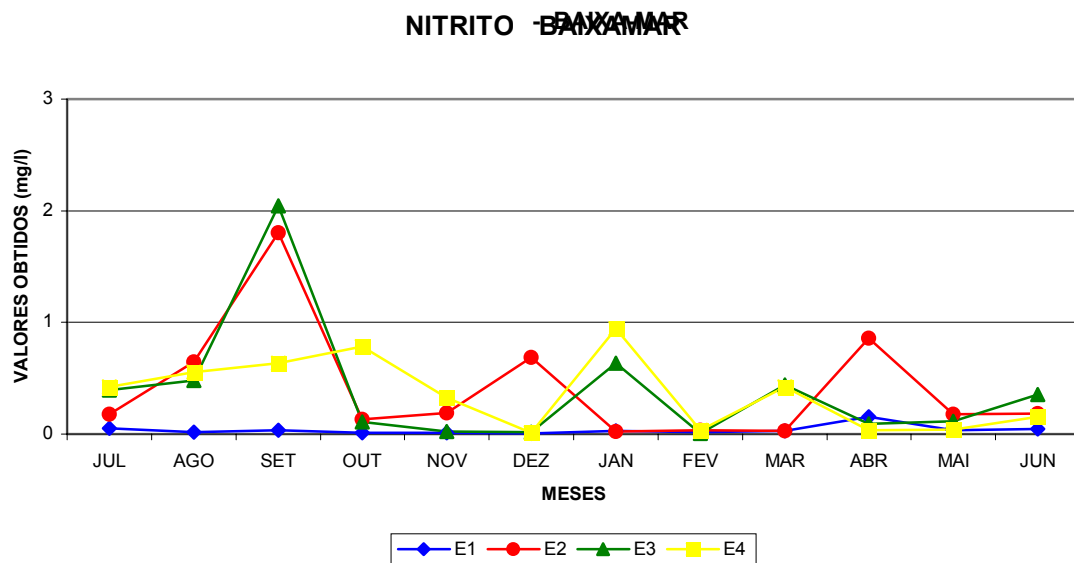
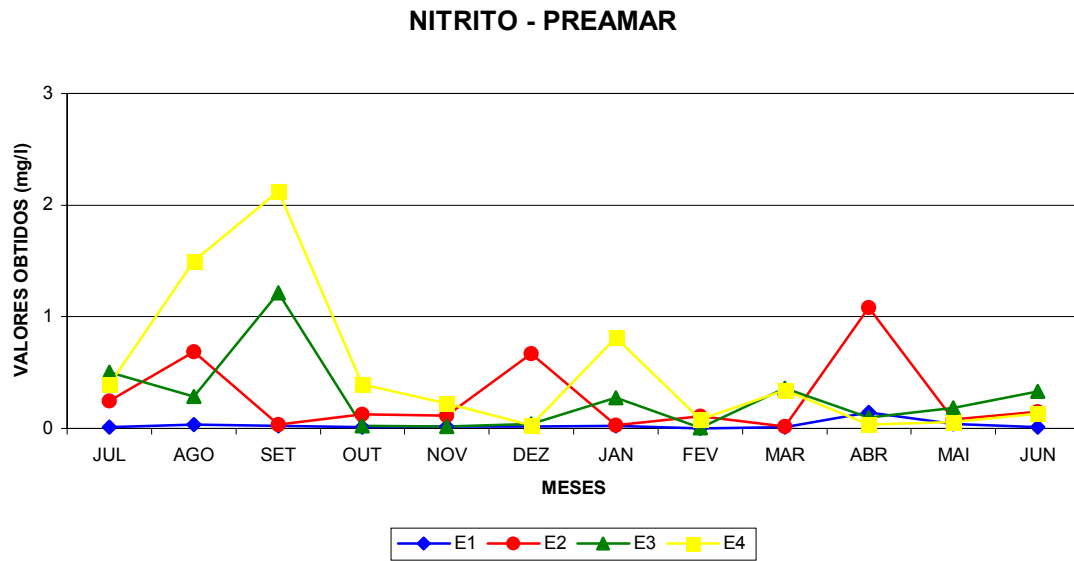


Figura 31 – Variação espacial da concentração de nitrito (mg.l^{-1}) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

NITRITO

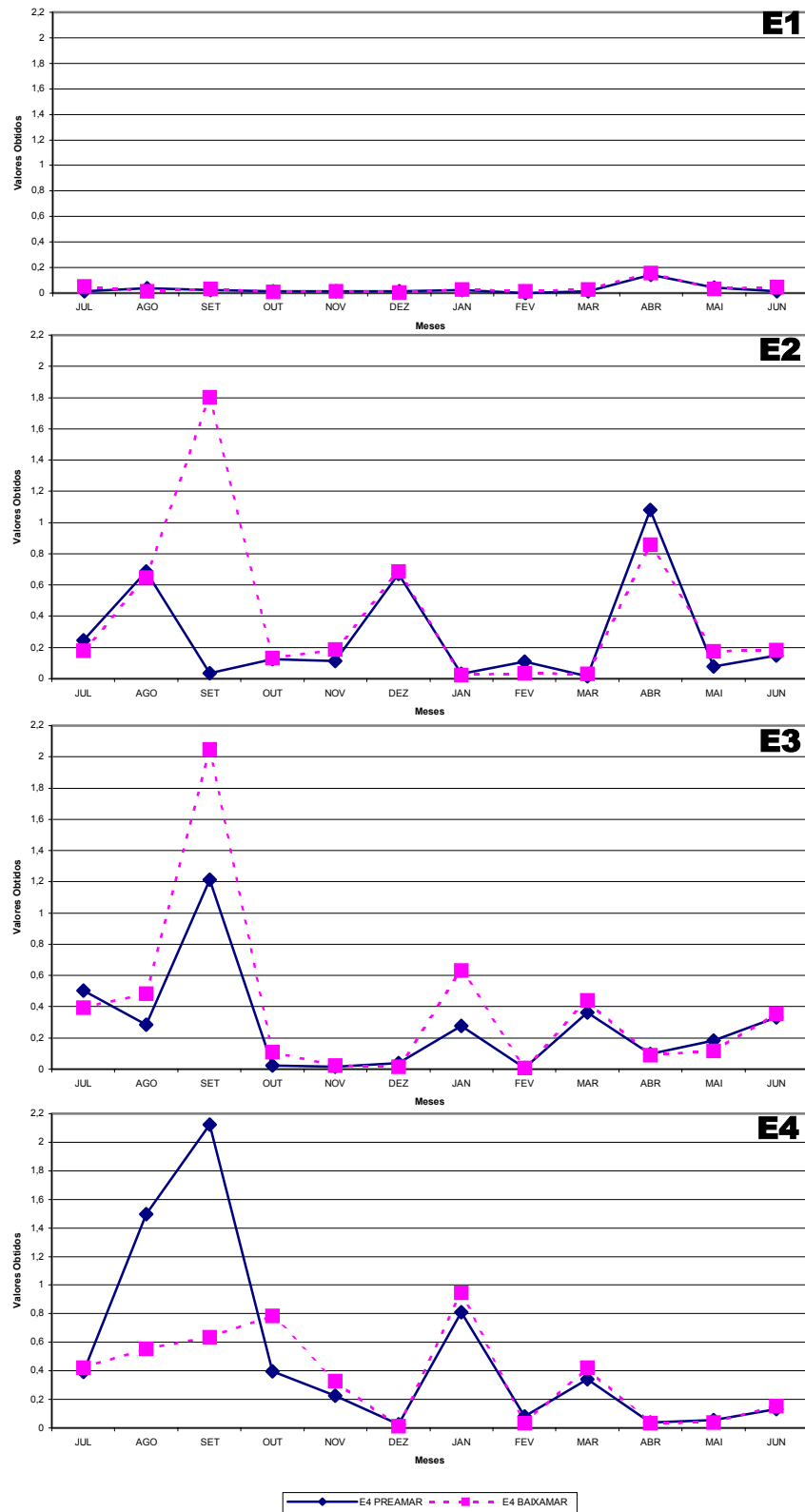


Figura 32 – Variação sazonal de nitrito na água do rio Cocó.

4.10. Concentração de Nitrato (NO_3^-) Dissolvido na Água (mg.l^{-1})

Dentre as diferentes formas de compostos nitrogenados, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários.

A concentração de nitrato no rio Cocó variou de 13,64 mg/l na preamar de setembro de 2001 da estação de coleta E4 a valores de 0,00 mg/l. Observou-se uma maior concentração desse composto nitrogenado nas estações mais afastadas da desembocadura do rio (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 33).

Analisando os resultados obtidos durante o ciclo anual de coletas na estação E1, observou-se valores mínimos de 0,00 mg/l na preamar dos meses de outubro e novembro de 2001 e janeiro de 2002, na baixa-mar esses valores foram registrados nos meses de novembro de 2001 e janeiro de 2002. Os valores máximos foram de 2,20 mg/l na preamar do mês de abril de 2002 e 3,52 mg/l na baixa-mar de junho do mesmo ano. Pela curva de variação anual das concentrações de nitrato para a estação E1 observou-se maior concentração deste nutriente na baixa-mar do que na preamar. O fato desta estação apresentar as menores concentrações de nitrato fez com que a concentração de organismos produtores (fitoplâncton) fosse escassa (Figura 34-E1).

No caso da estação E2, a menor concentração de nitrato, detectadas em suas águas foi 0,00 mg/l, tanto para a preamar quanto baixa-mar em novembro de 2001. O maior teor detectado, entre os valores de preamar chegou a 4,84 mg/l, tendo ocorrido no mês de julho de 2001, enquanto que, entre as baixa-mares, o valor máximo determinado foi 8,36 mg/l, no mês de setembro do mesmo ano (Figura 34-E2).

Na porção mais interna do trecho coberto por este estudo, no bairro Castelão (estação E3), as menores concentrações foram registradas em novembro de 2001, com 0,44 mg/l, atingindo os máximos de 5,28 mg/l (preamar) e 6,16 mg/l (baixa-mar) em setembro do mesmo ano. Ao longo do ciclo anual, os valores menores foram registrados nos meses de janeiro e abril de 2002, quando da ocorrência de chuvas no momento da realização das coletas (Figura 34-E3).

Na estação E4, a montante do Jangurussu, as menores concentrações de nitrato registradas durante todo o ciclo anual foram 0,00 mg/l do mês de abril de 2002, já as maiores concentrações foram de 13,64 mg/l na preamar de setembro de

2001 e 4,40 na baixa-mar dos meses de setembro e outubro do referido ano. A curva anual desse parâmetro para estação E4 se mostrou-se bastante instável apresentando picos no período seco e valores mínimos no período de chuvas (Figura 34-E4).

Observou-se que as maiores concentrações de nitrato para a estação E4 foram registradas no período de estiagem (setembro de 2002), onde se verificou maior incidência de radiação solar favorecendo a produtividade biológica deste trecho devido a maior concentração de nutrientes, como o fósforo e o próprio nitrato.

Considerando a variação anual das estações observou-se uma maior concentração de nitrato em setembro de 2001 nas estações E2, E3 e E4 período caracterizado por menor índice pluviométrico, esses picos resultaram em uma maior concentração de organismos autotróficos fotossintetizantes nas referidas estações. Observou-se também um acréscimo deste nutriente no mês de maior pluviosidade (abril/2002) nas estações de coleta E1 e E2 e uma diminuição nas estações E3 e E4 devido ao carregamento deste nutriente das estações mais internas para as mais próximas da desembocadura do rio Cocó.

Em lagos tropicais a concentração e a distribuição de nitrato parece estar diretamente relacionadas com o grau de oxigenação da coluna d'água (ESTEVES, 1988).

Os valores de nitrato nas estações de coleta pode ter sido resultado de sua entrada a partir das margens e pela nitrificação, favorecida pelo oxigênio dissolvido em concentrações elevadas, principalmente, nas estações de coleta E3 e E4, que superaram a concentração mínima ($\geq 0,3$ mg/l) para as bactérias nitrificantes oxidarem nitrogênio amoniacal em nitrito e este em nitrato (SAWYER et al., 1994).

Os valores médios de nitrato nas estações encontram-se de acordo com o estabelecido pela legislação (≤ 10 mg/l de NO_3^-), exceção foi registrada no mês de setembro de 2001 na estação de coleta E4 que apresentou valor de 13,64 mg/l.

Almeida et al (1999) também obteve resultados de nitrato de acordo com o estabelecido na legislação sendo os resultados próximos ao encontrado por esta pesquisa se considerarmos as médias anuais.

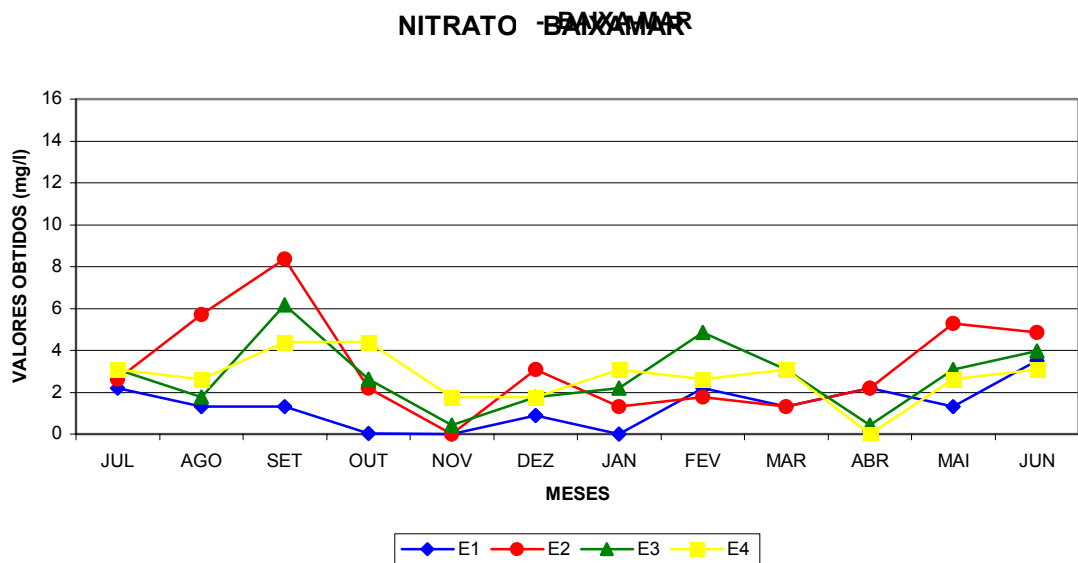
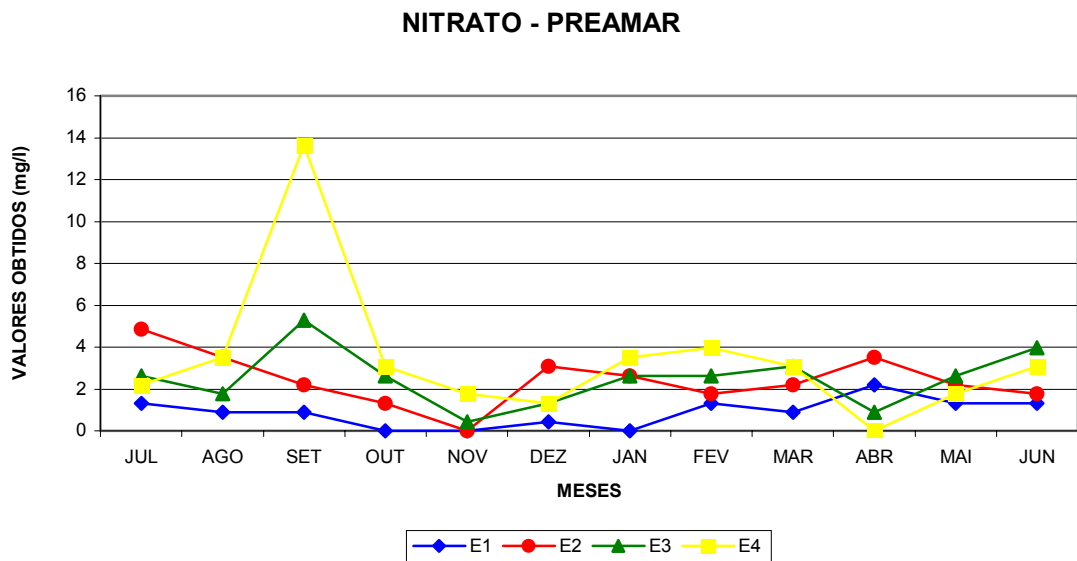


Figura 33 – Variação espacial da concentração de nitrato (mg.l^{-1}) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

NITRATO

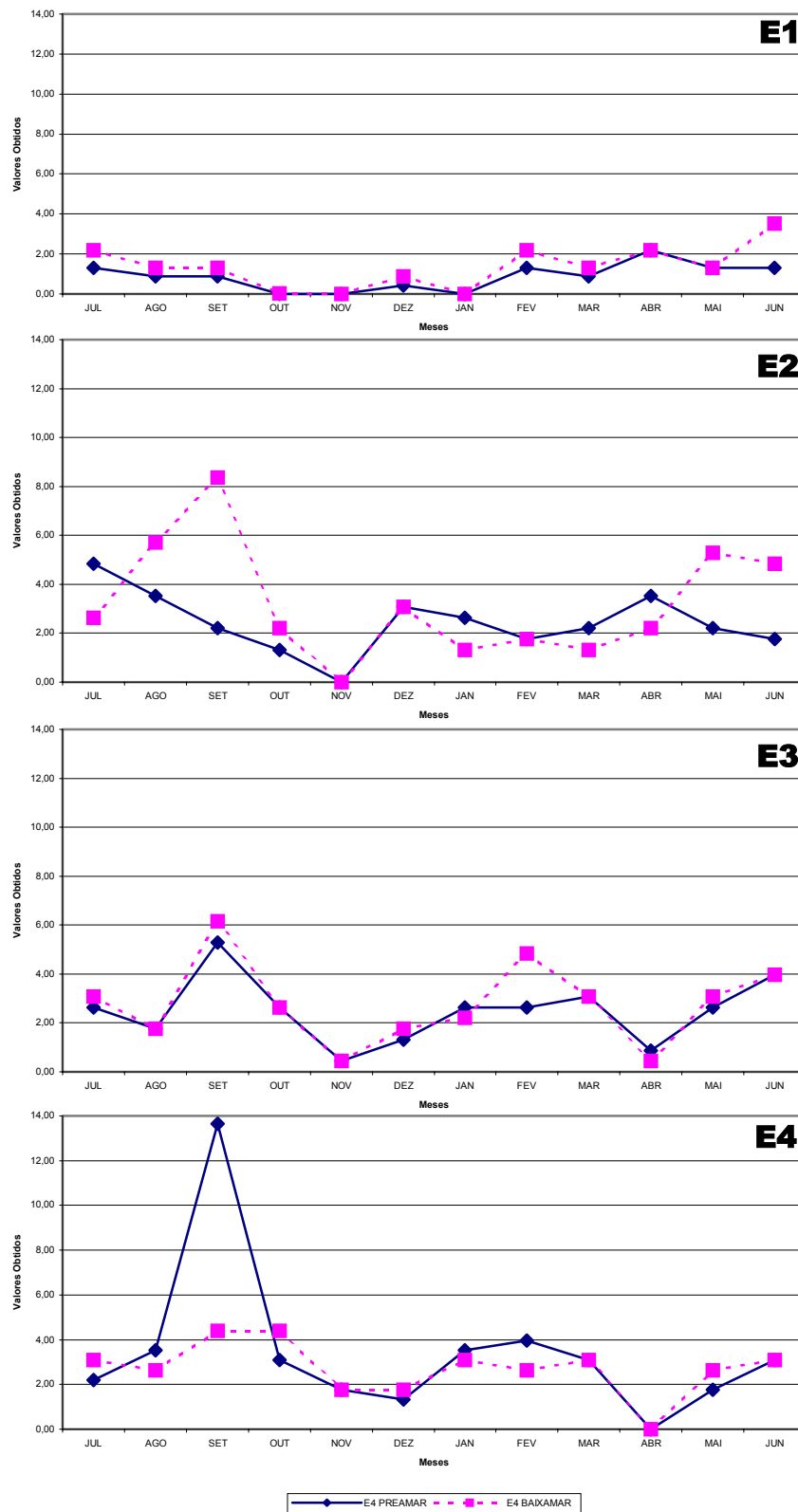


Figura 34 – Variação sazonal de nitrato na água do rio Cocó.

4.11. Concentração de Fósforo (P) Dissolvido na Água (mg.l⁻¹)

O fósforo constitui elemento de grande importância nos processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, sendo o principal responsável pela eutrofização artificial das águas continentais.

De todos os nutrientes, o fósforo e o nitrogênio são aqueles que com maior frequência são identificados como limitantes da produção fitoplanctônica. Nos corpos d'água continentais, o fósforo tem sido identificado como o principal responsável pela limitação da produção de biomassa (SCHINDLER & FREE, 1974; SCHINDLER, 1977), enquanto que nas águas marinhas costeiras, inclusive em alguns mares semifechados e estuários, o nitrogênio tem sido detectado como o fator limitante mais frequente (GRANÉLI, 1987; BERLAND, BONIN & MAESTRINE, 1980; NIXON & PILSON, 1983 E CARACO et al., 1987).

A concentração de fósforo no rio Cocó variou de 0,85 mg/l na baixa-mar de dezembro de 2001 da estação de coleta E4 a 0,00 mg/l na preamar de fevereiro de 2002 da estação de coleta E1. Analisando a variação temporal deste parâmetro observou-se maiores níveis de concentração durante o período de estiagem seguidos de um decréscimo significativo nos meses onde se verificou maiores índices pluviométricos (abril e maio de 2002). Verificou-se também a influência das águas interiores nas concentrações de fósforo, registrando os valores mais elevados nas estações E3 e E2 e os menores na estação E1 situado na foz do estuário do rio Cocó (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 35).

Oliveira (1997) em estudos de caracterização das águas do rio Cocó a montante, nas proximidades e a jusante do “lixão” do Jangurussu, encontrou valores médios de fósforo total variando de 0,87 mg/l a 7,42 mg/l, sendo a menor concentração a montante do “lixão” e a maior nas proximidades do “lixão”. Durante o nosso estudo esse fato foi comprovado quando menores concentrações de fósforo foram registradas na estação a montante do Jangurussu (estação E4) e maiores na estação localizada a jusante do “lixão” (estação E3).

Nas proximidades da desembocadura do rio Cocó na praia do Caça e Pesca onde se situava a estação de coleta E1, as maiores concentrações foram determinadas no mês de janeiro de 2002, as quais variaram de 0,42 mg/l na preamar e 0,43 mg/l na baixa-mar. As menores concentrações de fósforo na preamar foi de

0,00 mg/l em fevereiro de 2002 e 0,01 mg/l na baixa-mar de agosto e outubro de 2001. (Figura 36-E1).

Na estação E2 as menores concentrações de fósforo registradas foram 0,27 mg/l na preamar de junho de 2002 e 0,26 mg/l na baixa-mar de maio do mesmo ano. Os maiores teores (0,75 mg/l) foram detectados em janeiro de 2002, no caso das preamares e em dezembro de 2001, no caso das baixa-mares. (Figura 36-E2).

Analisando-se os dados da estação E3, observou-se que tanto o mínimo de preamar (0,10 mg/l), assim como o de baixa-mar (0,13 mg/l) ocorreram em maio de 2002, enquanto que os máximos foram registrados em meses distintos, sendo o de preamar (0,76 mg/l) em novembro de 2001 e o de baixa-mar (0,78 mg/l) em fevereiro de 2002. Verificou-se uma queda brusca nas concentrações de fósforo durante o período de maior índice pluviométrico registrado no período de coletas (abril de 2002) (Figura 36-E3).

A presença de fósforo no meio aquático pode ter como origem à introdução de esgoto doméstico, a intemperização de rochas e também processos de erosão e lixiviação de solos agrícolas (ESTEVES, 1988; CONTE, 1992; FEPAM, 1996). No rio Cocó maiores concentrações deste parâmetro no trecho onde se localizava a estação E3 evidencia as interferências antrópicas, principalmente pelo despejo de lixo e esgotos da população que vive as suas margens.

A estação E4 foi a que se verificou maior variação das concentrações se comparados os índices de preamar e baixa-mar durante o ciclo anual de pesquisa. Sendo que as menores concentrações foram registradas também no mês de maio de 2002 coincidindo com a observação feita para a estação E3, com valores de 0,11 mg/l (preamar) e 0,06 mg/l (baixa-mar). Os níveis mais elevados deste parâmetro foram registrados nos meses de setembro de 2001 na preamar (0,79 mg/l) e dezembro de 2001 na baixa-mar (0,85 mg/l) (Figura 36-E4).

Os valores médios de fósforo em todas as estações de coleta ficaram bem acima do que o permitido pela Legislação ($\leq 0,025$ mg/l P), caracterizando o estuário do rio Cocó como altamente eutrofizado.

Os resultados obtidos para o fósforo nas amostras da água do rio Cocó, podem ser considerados baixos comparando-se aos valores máximos encontrados por Conte (1992) para o Ribeirão Lavapés em Botucatu-SP, em seu trecho mais poluído por esgoto doméstico (2,05 mg/l), e compatíveis com resultados obtidos pela FEPAM (1996), no Rio Gravataí, no Rio Grande do Sul, com valores máximos de

0,79 mg/l, ou ainda aqueles determinados por D'Assumpção & Amorim (1997), no açude do Curu, localizado no mesmo Estado da presente pesquisa, que atingiram 0,69 mg/l.

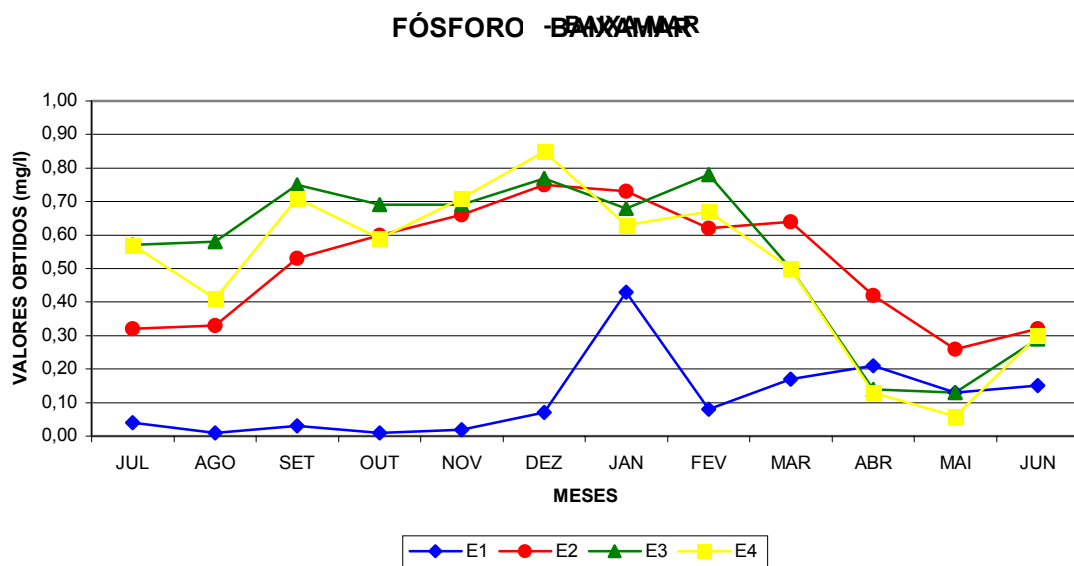
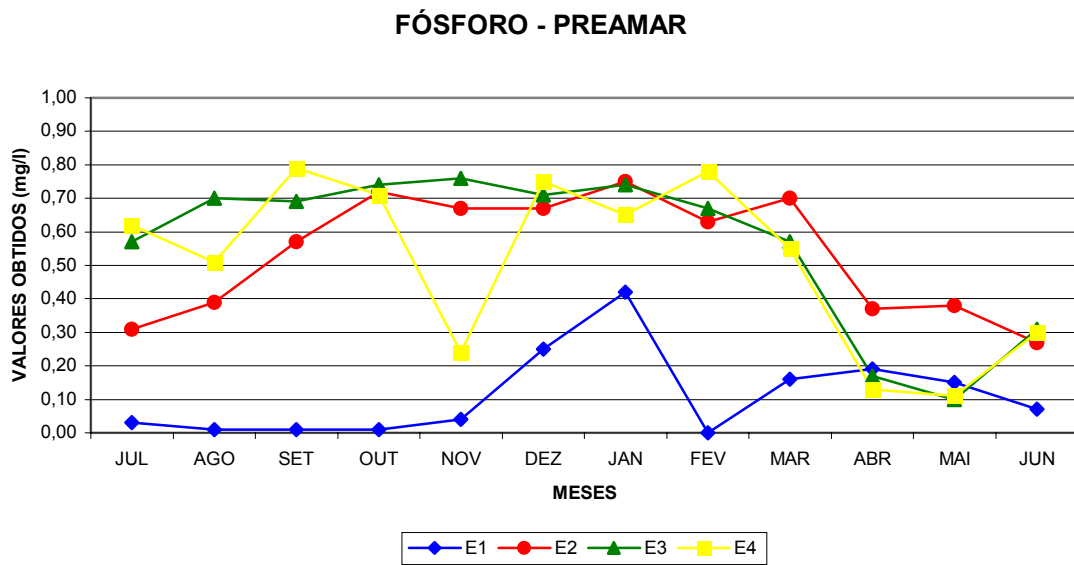


Figura 35 – Variação espacial da concentração de fósforo (mg.l^{-1}) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

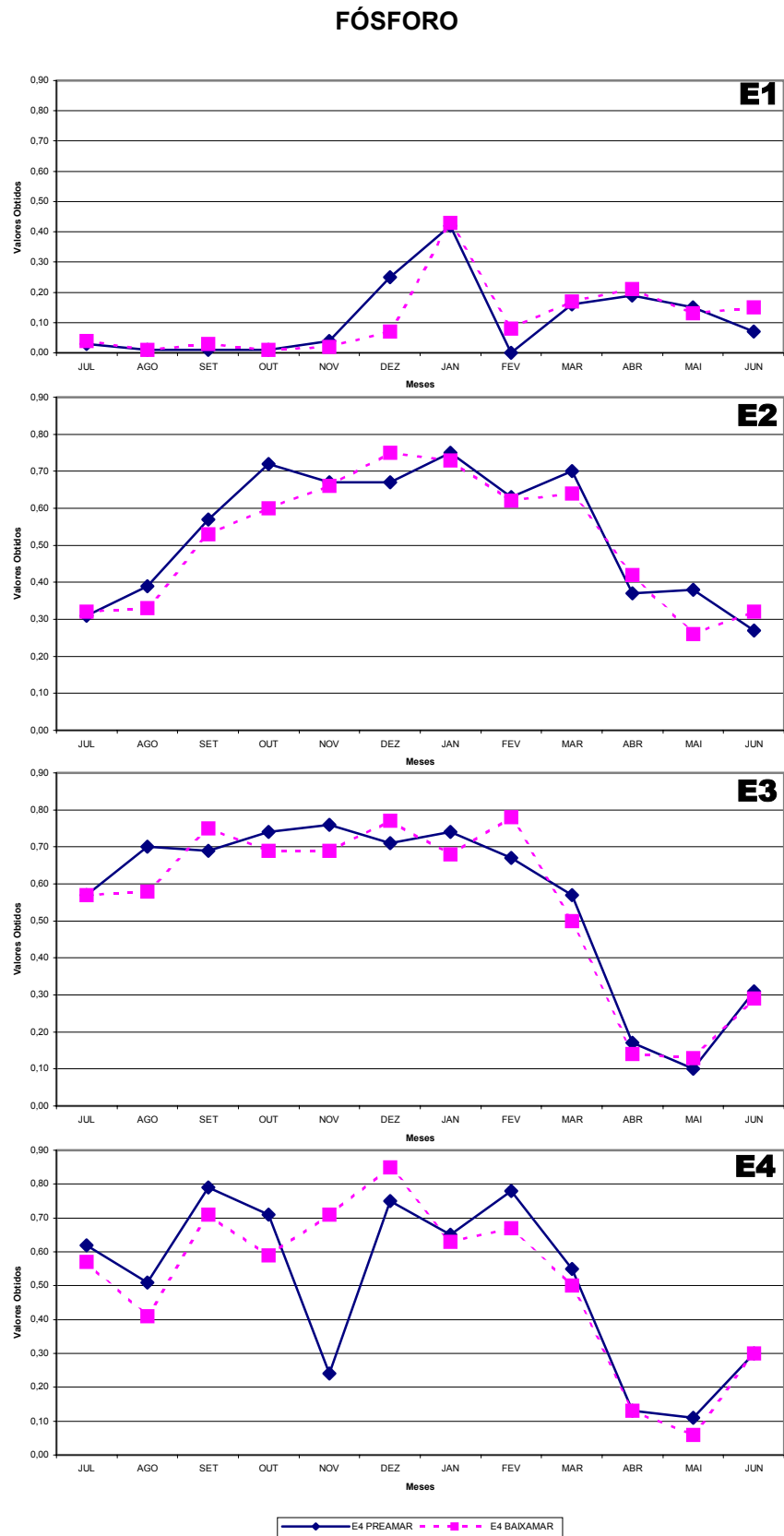


Figura 36 – Variação sazonal de fósforo na água do rio Cocó.

4.12. Concentração de Clorofila "a" (mg cl."a" . m⁻³)

Considerando a clorofila um dos principais pigmentos responsáveis pela fotossíntese, o conhecimento de sua concentração pode dar indicações da biomassa do fitoplâncton presente na área em estudo. A produtividade fitoplanctônica nas regiões tropicais, onde está situado o rio Cocó, depende principalmente da disponibilidade de radiação dentro do próprio corpo d'água e da concentração de nutrientes especialmente fosfato, amônia e nitrito.

Analisando a faixa de estuário estudada durante o ciclo anual analisamos grande variação deste parâmetro nas estações E1 e E2 próximo à foz com picos em diversos meses, o mesmo não ocorrendo nas estações mais afastadas da desembocadura do rio, estações E3 e E4, que apresentaram uma sazonalidade bastante evidente ao verificarmos os maiores picos situados no mês de outubro de 2001 no período de seca e maior incidência solar e menores concentrações durante a quadra invernos e de alta nebulosidade (Tabelas 04, 05, 06 e 07 e Figura 37).

As concentrações de clorofila "a" apresentaram um gradiente crescente de suas médias da porção inferior (estações E1 e E2) para a superior (estações E3 e E4), variando neste caso, inversamente com a salinidade e com a transparência da água e diretamente com a concentração dos nutrientes.

Os valores da clorofila "a" no estuário do rio Cocó apresentaram uma grande amplitude com valor de 113,14 mg.cl."a".m⁻³. A menor concentração ocorreu na preamar da estação E2 em junho de 2002 (0,52 mg.cl."a".m⁻³) e a maior (113,66 mg.cl."a".m⁻³) na baixa-mar da estação E4, em outubro de 2001.

De um modo geral, a diminuição da produtividade durante o período de maior pluviosidade esta associado à diminuição da transparência da água, que reflete a maior atenuação da luz no meio, causada pela grande quantidade de material em suspensão na água, os quais são carregados para o estuário pela drenagem terrestre, quando das grandes chuvas.

As menores concentrações obtidas na estação E1 foram de 0,78 mg.cl."a".m⁻³ na preamar de junho de 2002 e 1,63 mg.cl."a".m⁻³ na baixa-mar de dezembro de 2001, enquanto que as máximas foram de 13,20 mg.cl."a".m⁻³, na preamar, e 9,94 mg. cl."a".m⁻³, na baixa-mar, no mês de maio de 2002 para as duas situações (Figura 38-E1).

Uma particularidade identificada nesta estação ao analisar o ciclo anual foi quando se verificou uma maior concentração na estação chuvosa não refletindo uma sazonalidade muito bem definida, fato que se deve ao carreamento de organismos autotróficos das estações mais internas do estuário para esta área. É importante citar a observação de manchas marrons formadas pelo excesso de diatomáceas em trechos da praia do futuro próximos a desembocadura do rio Cocó no mês de março de 2002 (período de maior pluviosidade).

A estação E2 apresentou teor mínimo de 0,52 mg. cl."a".m⁻³ na preamar de junho de 2002 e 0,68 mg. cl."a".m⁻³ na baixa-mar de outubro de 2001. As maiores concentrações registradas foram de 12,19 mg.cl."a".m⁻³ na preamar e 13,80 mg.cl."a".m⁻³ na baixa-mar de agosto de 2002 durante o período de estiagem. Analisando os resultados obtidos durante todo o ciclo de coletas verificou-se grandes picos no período de estiagem (segundo semestre de 2001) e no início do período de chuvas (primeiro trimestre de 2002) (Figura 38-E2).

Ao analisar a estação E3, a concentração de clorofila "a" apresentou uma grande variação principalmente quando nos referimos ao período seco e período chuvoso. Os menores teores foram 3,86 mg.cl."a".m⁻³, na preamar, e 2,79 mg.cl."a".m⁻³ na baixa-mar de maio de 2002 (maior pluviosidade), e os maiores chegaram a 48,71 mg.cl."a".m⁻³ na preamar e 80,99 mg.cl."a".m⁻³ na baixa-mar no mês de outubro de 2001 (menor pluviosidade) (Figura 38-E3).

A estação E4 seguiu a mesma tendência da estação E3 com menores concentrações registradas na preamar de maio de 2002 (4,72 mg.cl."a".m⁻³) e na baixa-mar de dezembro de 2001 (2,74 mg.cl."a".m⁻³), maiores registros foram observados durante o período de outubro de 2001 com concentração que chegaram a 100,88 mg.cl."a".m⁻³ na preamar e 113,66 mg.cl."a".m⁻³ na baixa-mar (Figura 38-E4).

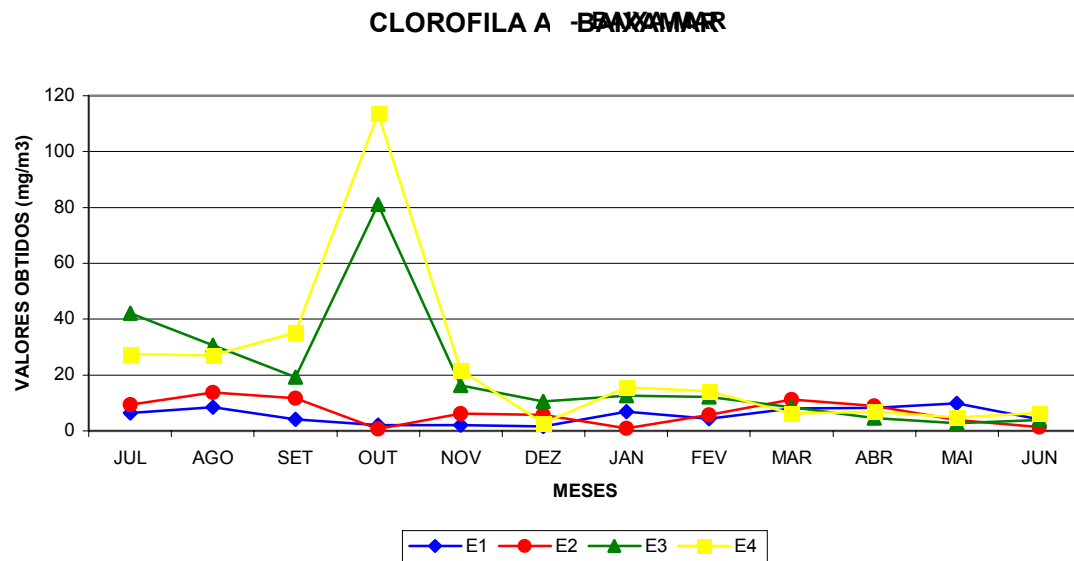
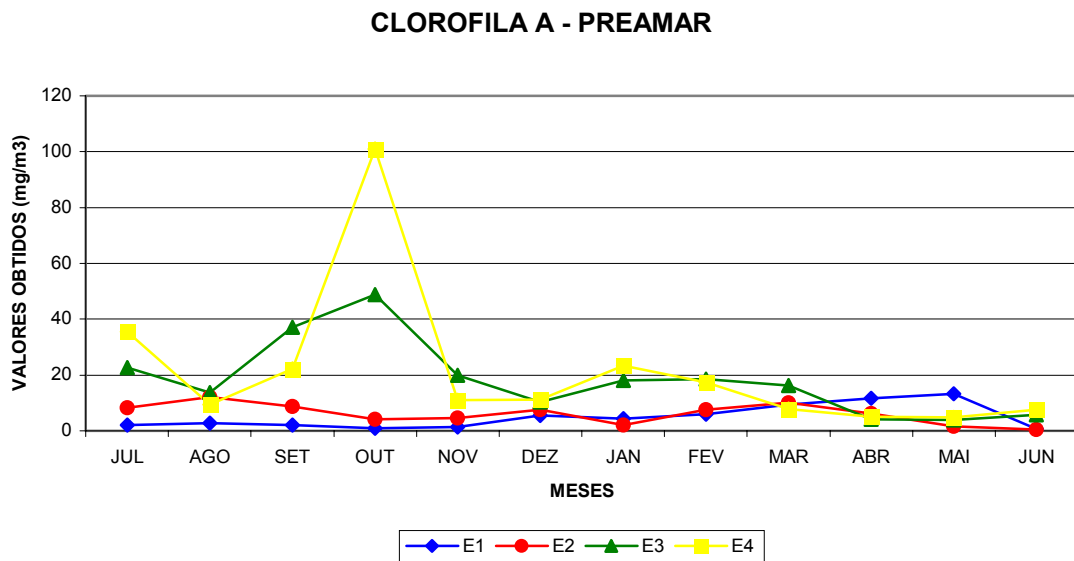


Figura 37 – Variação espacial da concentração de clorofila “a” (mg. cl”a” . m⁻³) na água, medida durante o ciclo anual de coletas no rio Cocó.

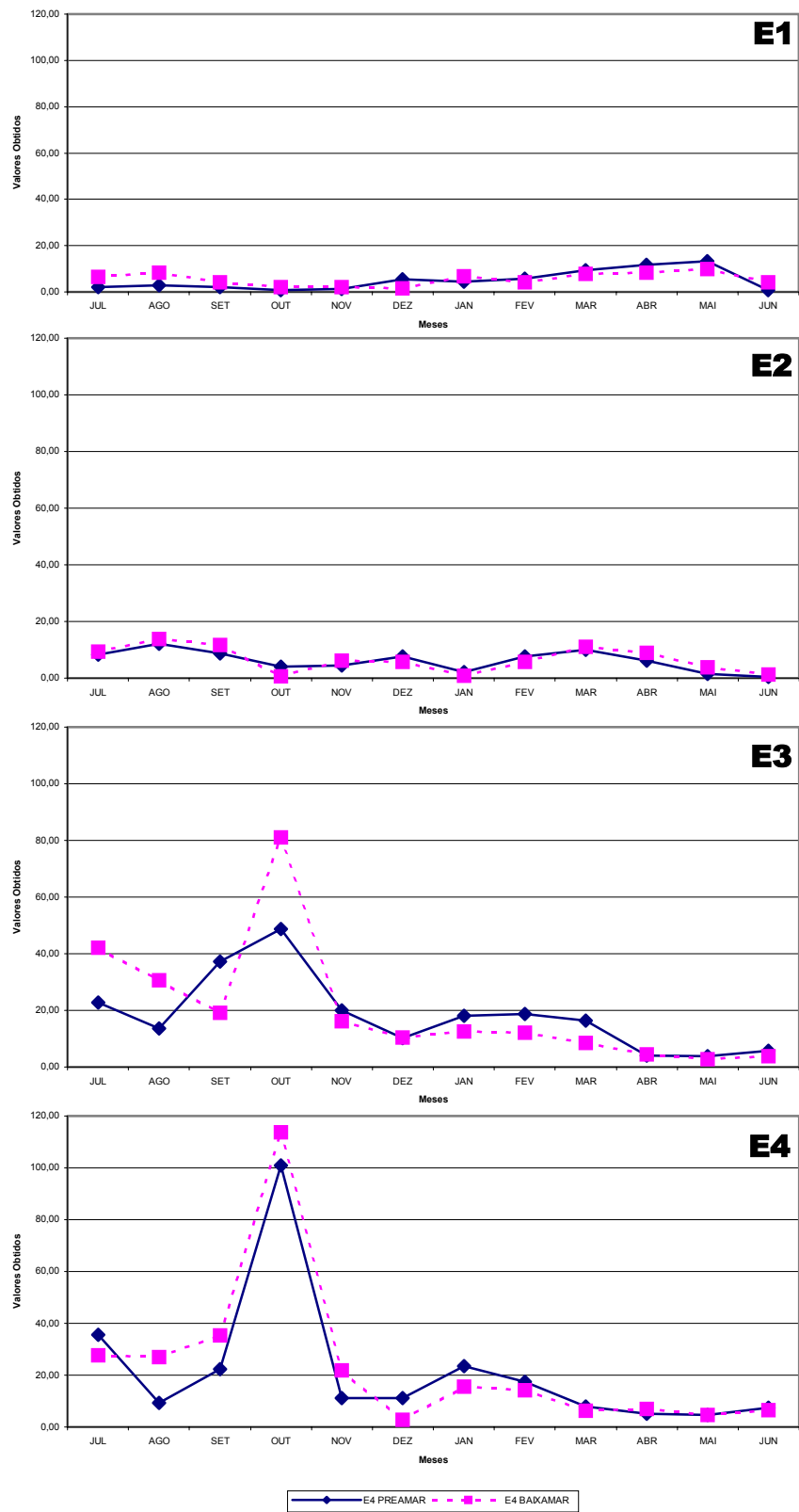


Figura 38 – Variação sazonal da concentração de clorofila “a” na água do rio Cocó.

4.14. Análise de Correlação Múltipla de Pearson nas Estações de Coleta

Os resultados das correlações de Pearson entre as diversas variáveis analisadas na água do estuário do rio Cocó são apresentadas nas tabelas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17.

Pelo fato das estações de coleta apresentarem características bem definidas preferiu-se separar os dados por estações de coleta.

Para esta análise foram consideradas apenas as correlações de maior significância ($\alpha = 0,01$).

4.14.1. Estação de Coleta E1

Esta estação foi a que se verificou maior correlação entre os parâmetros. (Tabelas 10 e 11)

O oxigênio dissolvido correlacionou-se positiva e significativamente com o pH ($\alpha = 0,01$, $r = 0,784$) na preamar e com a salinidade tanto na preamar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,887$), como na baixa-mar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,874$) evidenciando a influência da maré na concentração desse parâmetro, visto que, a estação E1 situa-se na desembocadura do rio Cocó facilitando a reoxigenação atmosférica ocasionada pelas ondas e pela dinâmica de marés que funciona como um sistema tampão elevando os valores de pH.

Houve uma correlação positiva e significativa entre transparência da água e salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = 0,738$) durante a baixa-mar, indicando que a penetração da luz nas águas de origem oceânica é maior do que as de origem fluvial, geralmente mais turvas (estações E2, E3 e E4).

Durante a preamar a amônia se correlacionou positiva e significativamente com a salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = 0,751$) e com a concentração de oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = 0,740$), ambas relações estão associados as particularidades da citada estação, visto que a mesma apresentou as menores concentrações de amônia se comparada com as demais estações. A concentração de amônia nesta estação deveu-se ao despejo de esgotos das barracas as margens da praia do Caça e

Pesca e da presença de banhistas durante os finais de semana, período em que ocorriam as coletas.

Houve correlação significativa e negativa entre o nitrito e a salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = -0,781$), nitrito e pH ($\alpha = 0,01$, $r = -0,718$) e nitrito e oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = -0,753$) durante a preamar. Este deveu-se ao processo de nitrificação, já que uma alta disponibilidade de oxigênio, como no caso da citada estação, favoreceu uma maior concentração do nitrato, produto final nesse processo e menor concentração de nitrito, produto intermediário.

O fósforo se relacionou negativa e significativamente com a amônia ($\alpha = 0,01$, $r = -0,727$) durante a preamar, evidenciando a alternância entre o fósforo e o nitrogênio como limitantes da produção, na presença de um gradiente salino, sendo o fósforo limitante nas águas menos salinas e o nitrogênio nas águas sob maior influência marinha (GRANÉLI & GRANÉLI, 1982; GRANÉLI, 1987; CARACO et al., 1987).

A turbidez se relacionou negativa e significativamente com a salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = -0,847$) durante a preamar. Um fator que pode ter contribuído para esta correlação foi o das coletas de preamar terem sido realizadas nas primeiras horas do dia quando se verificou menor presença de banhistas nesta área proporcionando menor agitação nas águas favorecendo uma menor turbidez da mesma. Já na baixa-mar houve uma correlação positiva e significativa da turbidez com o nitrito ($\alpha = 0,01$, $r = 0,806$), visto que a citada estação apresentou menores valores de turbidez favorecendo o processo de nitrificação devido maior concentração de oxigênio dissolvido.

A clorofila "a" se correlacionou negativa e significativamente durante a preamar com a salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = -0,837$) e com a amônia ($\alpha = 0,01$, $r = -0,712$), já na baixa-mar essa correlação foi com a transparência ($\alpha = 0,01$, $r = -0,771$) e com a concentração de oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = -0,720$), evidenciando uma menor biomassa fitoplanctônica.

Houve uma correlação positiva e significativa entre clorofila "a" e turbidez ($\alpha = 0,01$, $r = 0,835$) durante a preamar, fato esperado devido as particularidades encontradas nesta estação.

4.14.2. Estação de Coleta E2

Esta estação apresentou uma menor correlação entre os parâmetros analisados, fato que se deveu a própria dinâmica do manguezal (Tabelas 12 e 13).

Verificou-se uma correlação positiva e significativa entre a temperatura da água e a temperatura do ar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,794$), durante a preamar, devido aos processos naturais de absorção da radiação pelos corpos d'água.

Houve correlação negativa e significativa entre transparência e salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = -0,729$) durante as coletas de preamar, indicando um maior tempo de residência da água e a menor interferência marinha.

A turbidez se correlacionou positiva e significativamente com a amônia, tanto na preamar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,835$) como na baixa-mar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,769$), evidenciando o fato que a citada estação apresentou menores valores de turbidez se comparado com as demais estações e mesmo se tratando de um manguezal apresentou uma reduzida concentração de amônia.

Tabela 10 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E1, durante a preamar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	*0,646	1										
Salin.	0,175	0,297	1									
Transp.	0,123	0,434	*0,588	1								
PH	0,358	*0,645	*0,669	0,470	1							
Oxig. Dis.	0,372	0,498	**0,887	0,473	**0,784	1						
Amônia	0,105	0,312	**0,751	*0,640	*0,580	**0,740	1					
Nitrito	-0,166	-0,472	**0,781	-0,314	**0,718	**0,753	-0,551	1				
Nitrato	-0,413	-0,381	*0,580	-0,522	-0,417	-0,421	-0,245	*0,593	1			
Fósforo	0,009	0,087	-0,422	-0,152	-0,403	-0,443	**0,727	0,240	-0,170	1		
Turbidez	*0,761	-0,520	**0,847	*0,643	-0,521	*0,712	*0,702	0,618	0,542	0,272	1	
Clorofila "a"	-0,109	-0,141	**0,837	*0,683	-0,443	*0,680	**0,712	0,573	0,530	0,401	**0,835	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

Tabela 11 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E1, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila “a”
T° AR	1											
T° Água	0,531	1										
Salin.	0,185	0,486	1									
Transp.	0,198	0,301	**0,738	1								
PH	0,234	0,542	*0,705	*0,614	1							
Oxig. Dis.	0,456	*0,587	**0,874	*0,620	*0,684	1						
Amônia	-0,083	0,366	*0,682	*0,606	0,468	0,533	1					
Nitrito	-0,192	*-0,630	*-0,695	-0,345	-0,469	*-0,664	-0,330	1				
Nitrato	0,025	-0,337	-0,453	-0,275	-0,438	-0,178	-0,271	0,456	1			
Fósforo	-0,239	-0,437	-0,514	-0,378	-0,297	-0,536	*-0,620	0,302	-0,050	1		
Turbidez	-0,277	-0,522	-0,470	-0,242	-0,204	-0,319	-0,268	**0,806	0,369	0,139	1	
Clorofila “a”	*-0,624	-0,418	*-0,638	**0,771	*-0,677	**0,720	-0,413	0,438	0,249	0,397	0,333	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

Tabela 12 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E2, durante a preamar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	**0,794	1										
Salin.	-0,448	-0,281	1									
Transp.	0,462	0,254	** -0,729	1								
PH	0,237	0,221	-0,365	0,097	1							
Oxig. Dis.	0,008	0,240	0,032	-0,142	-0,167	1						
Amônia	-0,161	0,146	0,491	-0,321	-0,450	-0,336	1					
Nitrito	0,054	-0,075	-0,208	0,349	-0,273	0,528	-0,348	1				
Nitrato	-0,476	-0,259	-0,027	0,197	-0,414	0,358	-0,026	0,509	1			
Fósforo	0,357	*0,632	0,022	-0,305	0,115	0,056	0,466	-0,355	-0,487	1		
Turbidez	-0,310	0,141	0,519	-0,484	-0,527	-0,042	**0,835	-0,149	-0,079	0,620	1	
Clorofila "a"	0,032	-0,025	-0,274	0,080	-0,345	0,317	-0,223	0,323	0,417	0,062	-0,258	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

Tabela 13 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E2, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.

	T° AR	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	*0,693	1										
Salin.	0,294	0,185	1									
Transp.	0,244	-0,239	0,151	1								
PH	0,549	0,228	0,079	0,332	1							
Oxig. Dis.	-0,263	-0,025	-0,255	*-0,672	-0,247	1						
Amônia	-0,035	0,339	0,415	-0,038	-0,202	-0,385	1					
Nitrito	-0,120	-0,055	-0,010	-0,283	0,152	0,379	-0,380	1				
Nitrato	-0,469	-0,234	-0,321	-0,362	-0,130	0,313	-0,426	*0,702	1			
Fósforo	0,437	*0,676	0,454	-0,219	0,176	0,193	0,517	-0,076	-0,524	1		
Turbidez	0,084	0,097	*0,698	0,186	-0,408	-0,459	**0,769	-0,426	*-0,637	0,369	1	
Clorofila "a"	-0,298	-0,393	-0,159	-0,114	-0,371	0,230	-0,341	0,518	0,318	-0,211	-0,373	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

Tabela 14 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E3, durante a preamar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	*0,628	1										
Salin.	-0,548	-0,236	1									
Transp.	-0,086	-0,024	0,240	1								
PH	0,307	*0,627	-0,120	-0,280	1							
Oxig. Dis.	-0,260	-0,552	0,442	0,222	-0,252	1						
Amônia	0,198	*0,607	-0,216	-0,279	0,416	** -0,856	1					
Nitrito	-0,539	-0,366	0,443	0,083	-0,051	-0,097	0,040	1				
Nitrato	-0,231	-0,220	0,065	0,081	0,183	-0,071	0,096	**0,776	1			
Fósforo	0,181	0,552	-0,321	-0,068	0,116	** -0,946	**0,822	0,074	-0,016	1		
Turbidez	-0,340	0,131	-0,158	0,412	-0,152	-0,318	0,238	-0,038	0,073	0,289	1	
Clorofila "a"	-0,072	0,255	0,026	-0,090	0,330	* -0,654	**0,808	0,312	0,353	*0,633	0,276	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

Tabela 15 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E3, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	0,000	1										
Salin.	,	,	,a									
Transp.	**0,721	0,298	,a	1								
PH	0,380	0,371	,a	0,557	1							
Oxig. Dis.	0,114	*0,590	,a	0,102	0,114	1						
Amônia	*-0,634	0,116	,a	-0,123	-0,010	-0,388	1					
Nitrito	-0,050	-0,182	,a	-0,002	0,142	0,040	0,170	1				
Nitrato	-0,128	-0,212	,a	0,133	0,136	-0,059	0,340	*0,624	1			
Fósforo	*-0,633	0,002	,a	-0,217	-0,162	-0,559	**0,907	0,239	0,228	1		
Turbidez	-0,218	-0,103	,a	-0,407	0,060	0,220	-0,126	-0,172	0,186	-0,313	1	
Clorofila "a"	-0,560	**0,741	,a	-0,032	0,193	0,441	0,531	-0,015	-0,001	0,382	-0,053	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

a Variável é Constante. Não é possível fazer a correlação.

Tabela 16 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E4, durante a preamar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	*0,699	1										
Salin.	-0,488	-0,309	1									
Transp.	0,036	0,167	-0,329	1								
PH	0,526	*0,699	-0,559	0,269	1							
Oxig. Dis.	-0,099	-0,376	-0,132	0,350	-0,170	1						
Amônia	0,343	**0,728	0,218	-0,150	0,428	**0,768	1					
Nitrito	-0,341	-0,163	**0,756	-0,337	-0,277	-0,153	0,262	1				
Nitrato	-0,058	0,185	0,451	-0,155	0,238	-0,058	0,375	**0,832	1			
Fósforo	0,209	0,552	0,255	-0,123	0,425	*0,595	**0,739	0,402	0,504	1		
Turbidez	-0,130	0,267	-0,130	*0,642	0,077	-0,600	0,319	0,127	0,060	0,293	1	
Clorofila "a"	-0,097	0,377	-0,018	0,162	0,262	-0,148	0,388	0,061	0,093	0,438	0,186	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

Tabela 17 – Correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas na estação de coleta E4, durante a baixa-mar das águas do rio Cocó.

	T° Ar	T° Água	Salin.	Transp.	pH	Oxig. Dis.	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo	Turbidez	Clorofila "a"
T° Ar	1											
T° Água	0,225	1										
Salin.	-0,490	-0,328	1									
Transp.	*0,611	-0,036	0,255	1								
PH	0,509	*0,636	-0,098	0,511	1							
Oxig. Dis.	-0,001	*0,667	-0,076	-0,117	0,396	1						
Amônia	-0,064	0,224	0,127	0,013	0,139	-0,305	1					
Nitrito	-0,090	*0,577	-0,106	-0,109	0,344	0,484	0,118	1				
Nitrato	-0,221	0,510	-0,027	-0,250	0,229	0,443	0,339	*0,635	1			
Fósforo	0,011	0,219	0,276	0,293	0,248	-0,316	**0,800	0,326	0,317	1		
Turbidez	-0,415	0,183	-0,446	*-0,696	0,129	0,182	0,122	-0,134	0,088	-0,358	1	
Clorofila "a"	-0,059	**0,931	-0,061	-0,071	*0,590	**0,745	0,227	*0,581	0,573	0,224	0,243	1

* Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,05$ ** Correlação significativa ao nível $\alpha = 0,01$

4.14.3. Estação de Coleta E3

As correlações apresentadas nesta estação evidenciam o elevado processo antrópico que sofre o rio Cocó a jusante do “lixão” do Jangurussu (Tabelas 14 e 15).

A transparência da água apresentou uma correlação significativa e positiva com a temperatura da água ($\alpha = 0,01$, $r = 0,721$), em decorrência da localização da estação, sob a ponte da Avenida Deputado Paulinho Rocha e por apresentar uma maior ação antrópica diminuindo a transparência da água.

Observou-se uma correlação negativa e significativa entre amônia e oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = -0,856$) durante a preamar, pelo fato desta estação se localizar em uma área em que a população, que vive em suas margens, não ser beneficiada com saneamento básico em suas residências e por despejar seus resíduos diretamente no rio aumentando a concentração de amônia, e conseqüentemente diminuindo o oxigênio dissolvido disponível no meio aquático.

Na preamar, o nitrato se correlacionou positivo e significativamente com o nitrito ($\alpha = 0,01$, $r = 0,776$), evidenciando o processo de desnitrificação devido o menor aporte de oxigênio disponível para o processo de oxidação.

Observou-se uma correlação negativa e significante durante a preamar do fósforo com o oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = -0,946$) e positiva e significante desse parâmetro com a amônia, tanto na preamar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,822$) como na baixa-mar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,907$), evidenciando um elevado processo de degradação antrópica pelo despejo de esgotos domésticos, aumentando as concentrações desse nutrientes e diminuindo o oxigênio dissolvido essencial a vida aquática, devido o processo de decomposição da matéria orgânica.

Houve uma correlação positiva e significativa da clorofila “a” com a amônia ($\alpha = 0,01$, $r = 0,808$) na preamar e entre a clorofila “a” e a temperatura da água na baixa-mar ($\alpha = 0,01$, $r = 0,741$), provavelmente ocasionado pela maior penetrabilidade da radiação solar favorecendo o processo fotossintético, resultando numa maior taxa de excreção e decomposição do fitoplâncton mais freqüente nesta estação.

4.14.4. Estação de Coleta E4

Evidenciou uma semelhança entre as correlações observadas nas estação de coleta E3, fato que se deve à poluição neste trecho do rio Cocó (Tabelas 16 e 17).

Durante a preamar, verificou-se uma correlação positiva e significativa entre amônia e temperatura da água ($\alpha = 0,01$, $r = 0,728$) e uma correlação negativa e significativa entre amônia e oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = -0,768$), resultado do processo de despejo doméstico e industrial já que na citada estação, se evidenciou estabelecimentos comerciais despejando seus resíduos diretamente no rio favorecendo uma aumento da concentração de amônia e a concernente diminuição de oxigênio dissolvido por conta da produção de nitrito cuja concentração é um bom indicador do processo de poluição. O aumento da temperatura da água neste trecho deve-se ao fato que a citada estação se encontrar as margens livres de vegetação ciliar.

O nitrito se correlacionou positivo e significativo com a salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = 0,756$) e com o nitrato ($\alpha = 0,01$, $r = 0,832$), durante a preamar, caso particular desta estação que mesmo apresentando concentrações maiores de oxigênio dissolvido justificando as concentrações elevadas de nitrito e nitrato, sem que houve uma justificativa física ou química para tal fato.

Houve uma correlação positiva e significativa entre fósforo e amônia ($\alpha = 0,01$, $r = 0,739$), tanto na preamar como na baixa-mar, observação verificada também na estação de coleta E3, comprovando o elevado processo de degradação em que se encontra o rio Cocó neste trecho.

Na baixa-mar, a clorofila “a” se relacionou positiva e significativamente com a temperatura da água ($\alpha = 0,01$, $r = 0,931$) e com a concentração de oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = 0,745$), fatores intimamente relacionados com o processo fotossintético, evidenciando a maior frequência de organismos produtores nesta área.

4.15. Análise de Regressão Múltipla

A análise com multivariáveis é recomendada nos casos em que se pretende prognosticar a produção do fitoplâncton, como sugerido por Verdinelli & Sarti (1982) e por Boynton, Kemp & Keefe (1982).

Esta análise levou em consideração apenas as correlações significativas (nível de significância de 1% a 5%) entre Clorofila "a" e os demais parâmetros físico-químicos. As estações que apresentaram coeficientes de correlação com níveis de significância superiores a 0,05 não foram selecionadas para entrar no modelo.

As equações de regressão foram obtidas através do software SPSS 10.1 e foram dispostas por estações de coletas para melhor compreensão.

4.15.1. Estação de Coleta E1

Durante a preamar da estação de coleta situada na foz do rio Cocó os parâmetros que apresentaram maior correlações com a clorofila "a" foram: salinidade ($\alpha = 0,01$, $r = -0,837$); transparência ($\alpha = 0,05$, $r = -0,683$); pH ($\alpha = 0,05$, $r = -0,443$); oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,05$, $r = -0,680$); amônia ($\alpha = 0,01$, $r = -0,712$) e turbidez ($\alpha = 0,01$, $r = 0,835$) sendo as equações de regressão expressas por: (Tabela 10)

- **Clorofila "a"** = $12,799 - 0,282 \times [\text{salinidade}]$
- **Clorofila "a"** = $12,732 - 0,148 \times [\text{transparência}]$
- **Clorofila "a"** = $39,010 - 4,323 \times [\text{pH}]$
- **Clorofila "a"** = $18,565 - 2,460 \times [\text{oxigênio dissolvido}]$
- **Clorofila "a"** = $11,490 - 2,257 \times [\text{amônia}]$
- **Clorofila "a"** = $0,831 + 0,247 \times [\text{turbidez}]$

Considerando apenas as correlações com nível de significância de 1% podemos expressar a clorofila “a” de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{Clorofila "a"} = 7,021 - 0,125 \times [\text{salinidade}] - 0,313 \times [\text{amônia}] + 0,136 \times [\text{turbidez}]$$

Na baixa-mar houve correlação significativa entre clorofila “a” e temperatura do ar ($\alpha = 0,05$, $r = -0,624$); salinidade ($\alpha = 0,05$, $r = -0,638$); transparência ($\alpha = 0,01$, $r = -0,771$); pH ($\alpha = 0,05$, $r = -0,677$) e oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = -0,720$) (Tabela 11).

Os resultados do modelo foram:

- **Clorofila “a”** = 20,939 – 0,468 x [temperatura do ar]
- **Clorofila “a”** = 8,695 – 0,131 x [salinidade]
- **Clorofila “a”** = 10,820 – 0,133 x [transparência]
- **Clorofila “a”** = 38,935 – 4,376 x [pH]
- **Clorofila “a”** = 14,188 – 1,664 x [oxigênio dissolvido]

Pelo fato que as correlações ao nível de 1% serem negativas não foi possível estimar uma expressão entre elas.

4.15.2. Estação de Coleta E2

Nenhuma variável foi selecionada na estação situada no Parque Ecológico Adahil Barreto para tomar parte no modelo de regressão múltipla, visto que nenhum dos parâmetros analisados, tanto na preamar como na baixa-mar, apresentou coeficientes de correlação estatisticamente significativos com a clorofila “a”, permitindo inferir ser uma área de transição entre as áreas estuarina e fluvial. (Tabelas 12 e 13).

4.15.3. Estação de Coleta E3

Durante a preamar, a clorofila “a” se correlacionou significativamente com o oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,05$, $r = -0,654$); amônia ($\alpha = 0,01$, $r = 0,808$) e fósforo ($\alpha = 0,05$, $r = 0,633$) (Tabela 14). Os resultados do modelo foram:

- **Clorofila “a”** = $27,590 - 5,004 \times [\text{oxigênio dissolvido}]$
- **Clorofila “a”** = $-0,387 + 2,768 \times [\text{amônia}]$
- **Clorofila “a”** = $-2,020 + 36,166 \times [\text{fósforo}]$

Levando em consideração todos os parâmetros que apresentaram correlação significativa, temos:

$$\text{Clorofila “a”} = -6,866 + 1,347 \times [\text{oxigênio dissolvido}] + 3,179 \times [\text{amônia}] + 2,127 \times [\text{fósforo}]$$

Na baixa-mar a clorofila “a” se correlacionou positiva e significativamente com a temperatura da água ($\alpha = 0,01$, $r = 0,741$), sugerindo a seguinte expressão (Tabela 15):

- **Clorofila “a”** = $-500,775 + 18,284 \times [\text{temperatura da água}]$

4.15.4. Estação de Coleta E4

Durante a preamar da estação situada a montante do “lixão” do Jangurussu a clorofila “a” não apresentou coeficiente de correlação com níveis de significância inferiores a 0,05 com nenhum dos parâmetros analisados não sendo possível a aplicação do modelo de regressão proposto (Tabela 16).

Na baixa-mar a clorofila “a” se relacionou significativamente com os seguintes parâmetros: temperatura da água ($\alpha = 0,01$, $r = 0,931$); pH ($\alpha = 0,05$, $r = 0,590$);

oxigênio dissolvido ($\alpha = 0,01$, $r = 0,745$) e nitrito ($\alpha = 0,05$, $r = 0,581$) (Tabela 17). Os resultados das regressões múltiplas foram:

- **Clorofila "a"** = $-351,736 + 12,649 \times [\text{temperatura da água}]$
- **Clorofila "a"** = $-324,772 + 47,819 \times [\text{pH}]$
- **Clorofila "a"** = $-14,728 + 8,398 \times [\text{oxigênio dissolvido}]$
- **Clorofila "a"** = $3,518 + 54,998 \times [\text{nitrito}]$

Aplicando o modelo proposto para todos os parâmetros com correlação significativa com a clorofila "a", temos:

$$\text{Clorofila "a"} = -300,194 + 10,342 \times [\text{temperatura da água}] + 0,626 \times [\text{pH}] + 2,456 \times [\text{oxigênio dissolvido}] + 3,183 [\text{nitrito}]$$

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na realização da presente pesquisa sobre o “*standing-crop*” da água do estuário do rio Cocó, parece-nos lícito concluir:

a) O rio Cocó apresenta-se bastante assoreado evidenciando a destruição e ocupação de suas margens provocando a aceleração do processo erosivo. Nas estações E1, localizada na praia do Caça e Pesca e a estação E2, localizada no Parque Ecológico Adahil Barreto, evidenciaram bancos de areia durante as coletas de baixa-mar;

b) Durante o período de coletas foi possível evidenciar nas estações mais internas do rio Cocó (estações E3 e E4) o elevado processo de degradação antrópica, resultado do despejo de dejetos domésticos e indústrias diretamente nas margens do rio.

c) O alarmante estado de degradação causado por interferências antrópicas vem dificultando a vida aquática neste rio e resultando em concentrações de oxigênio dissolvido bem menor do que o padrão exigido pelo CONAMA.

d) Foram registradas concentrações de fósforo bem acima do que é permitido pela legislação vigente ($\leq 0,025$ mg/l P) evidenciando o avançado processo de eutrofização por efeito antrópico;

e) Resultados em desacordo com os padrões do CONAMA, indicam um alto grau de poluição da água do rio Cocó, podendo suas águas serem destinadas a usos menos exigentes, como navegação e harmonia paisagística.

f) Evidenciou-se a variação sazonal condicionada ao regime hidrológico da microrregião nas estações de coleta e da biomassa do fitoplâncton (Clorofila “a”) no trecho em estudo.

g) A biomassa do fitoplâncton (clorofila “a”) do estuário do rio Cocó no trecho em estudo apresentou um gradiente crescente entre o trecho a jusante (estações E1 e E2) e o de montante (estações E3 e E4), variando, neste caso, inversamente proporcional com a salinidade e com a transparência da água e diretamente proporcional com a concentração de nutrientes;

h) A comunidade planctônica do rio Cocó caracterizou-se por ser rica quantitativamente e pobre em biodiversidade, fato comum em ambientes estuarinos. O grupo predominante em todo o trecho em estudo foi o das diatomáceas, com 19 gêneros, seguindo-se das clorofíceas com 11 gêneros e cianofíceas com 06 gêneros. Os dinoflagelados foram representados por apenas 01 gênero durante o período de estudo (julho de 2001 a junho de 2002).

i) A predominância do gênero *Melosira* caracteriza o trecho do rio Cocó em estudo como poluído, principalmente por esgotos domésticos;

j) Na estação situada a montante do “lixão” do Jangurussu (estação E4) foi registrada a presença de espécies do gênero *Ceratium*, comprovando o acelerado processo de eutrofização que encontra as águas do rio Cocó neste trecho;

k) No grupo das cianofíceas o gênero mais significativo foi *Oscillatoria*, evidenciando problemas como: alteração de odor e sabor na água e indicativo de poluição na água do rio Cocó;

l) Os rotíferos e copépodos foram os principais representantes da comunidade zooplanctônica em todo trecho em estudo, sendo registrado, com menor frequência, espécies de ciliados, cladoceras, ostracodas e larvas de decápoda.

m) A estação E1 apresentou maior número de correlações estatisticamente significativas entre os parâmetros analisados, entretanto evidenciou-se uma menor biomassa fitoplanctônica, ocasionada pelos banhistas que freqüentam a praia do Caça e Pesca e pelas interferências antrópicas com o despejo de esgotos das barracas situadas nas margens da desembocadura do rio Cocó.

n) O menor número de correlações foi obtido na estação de coleta E2, devido algumas relações de causa e efeito deste trecho onde se encontra na área de mangue.

o) O estudo de correlação das estações E3 e E4 ressaltou o acelerado processo de degradação que se encontra o rio Cocó neste trecho onde se destacou uma maior ação antrópica por despejo de esgotos domésticos e industriais diretamente no rio.

p) As análises de regressão entre a clorofila “a” e os diversos parâmetros analisados apresentaram relações direta e inversamente proporcionais, em cada estação de coleta e nas diferentes condições de maré, evidenciando as intensas variações espaço-temporais das condições ambientais do estuário do rio Cocó.

q) As equações resultantes da análise de regressão múltipla, apresentadas neste trabalho se mostraram bastante úteis na descrição das interrelações dos parâmetros analisados, sendo que os mesmos, estão associados às condições ambientais que o rio Cocó se encontrou durante o período de estudo que foi de julho de 2001 a junho de 2002.

r) Foi evidente a falta de conhecimento da população que vive às suas margens das conseqüências dos impactos ocasionados no rio Cocó sendo necessárias e urgentes práticas de educação ambiental nas escolas que atendem essas comunidades na intenção de mostrar a importância de se preservar o ecossistema em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA-FILHO, P. de. **Contribuição para o conhecimento da biologia e ecologia do caranguejo – Uca, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustácea – Decapoda – Brachyra) no manguezal do Rio Ceará (Brasil).** 1978. 103p. (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo.

ALMEIDA, M.M.M. et al. Avaliação qualitativa das águas do principal rio da Região Metropolitana de Fortaleza. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: Editora ABES, 1999.

A.P.H.A. **Standard methods for the examination of water and waste-water.** 16 ed. Washington: A.P.H.A., A.W.W.A. and W.P.C.F, 1985. 128p.

AUTARQUIA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Plano diretor de drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza.** Fortaleza: Secretária de Planejamento e Coordenação, 1978. 565p. (Mimeografado)

AUTARQUIA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Análise do diagnóstico ambiental da área de proteção ambiental do rio Cocó.** Fortaleza: AUMEF, 1987.

AUTARQUIA MUNICIPAL DE FORTALEZA. **Proposta de ampliação das faixas de proteção da sub-bacia B2-Rio Cocó.** Fortaleza: Secretaria de Desenvolvimento Urbano, 1989. 18p. (mimeografado)

BERLAND, B.R.; BONIN, D.J.; MAESTRINI, S.Y. Azote ou phosphore? Considerations sur le'paradoxe nutritionnel de la Mer Mediterraneo. **Oceanologica Acta**, Paris, v.3, p.135-141, 1980.

BICUDO, C.E.M. ; BICUDO, R.M.T **Algas de águas continentais Brasileiras – chave ilustrada para identificação de gêneros.** São Paulo: Ed. USP, 1970.

BOYNTON, W.R.; KEMP, W.M.; KEEFE, C.W. A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. In: KENNEDY, V.S. (Ed.) **Estuarine comparisons.** New York: Academic Press, 1982. p.69-90.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária.** 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640p.

BRANDÃO, R.L. Sistema de informação para gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – projeto SINFOR: diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Fortaleza: CPRM, 1995. (Série Ordenamento Territorial).

BRANDINI, F.P. et al. Planctonologia na plata-forma continental do Brasil: diagnose e revisão bibliográfica. FEMAR, 1997. 196p.

BRASIL. Legislação federal: Controle da poluição ambiental. São Paulo: Cetesb, 1995. 213 p (Série Documentos).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 36**. Normas e padrão da potabilidade da água destinada ao consumo humano. Diário Oficial, Brasília, 1990 (Redatilografado pelo SAMA/CVS-SES).

BURTON, J. D.; LISS, P. S. (Ed.) **Estuarine chemistry**. London: Academic Press, 1976. 229p.

CARLBERG, R. New Baltic manual with methods for sampling and analysis of physical, chemical and biological parameters. **Coop. Res. Rep. Sr. A**, Sweden, n. 29, p.145, 1972.

CARACO, N. et al. Nutrient limitation of phytoplankton growth in brackish in coastal ponds. **Canadian J. of Fish. Aquat. Sci.**, v.44, p.473-476, 1987.

CASTRO, J.L. et al. **Administração Lúcio Alcântara**. Fortaleza: PMF, 1982.

CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: Cetesb, 1987. 150 p.

CONTE, M.L. Espécies químicas dissolvidas no Ribeirão Lavapés, Botucatu-SP. Botucatu, 1992. 123p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

CONTE, M.L. **Avaliação de recursos hídricos. Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: Editora UNESP, 2001.

COSTA, K.M.P da, MACEDO, S.J. de. Estudo hidrológico do Rio Timbó (Pernambuco-Brasil). **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE.**, Recife, v.20, p.7-34, 1987/89.

D'ASSUMPÇÃO, A.L.G.; AMORIM, B. Qualidade da água em reservatórios da bacia hidrográfica do Curu – CE –Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, 1997, Vitória. **Anais...** Vitória: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997. 8p. (236.DOC) (CD-ROM).

DA SILVA, E. V. **Modelo de aproveitamento de los manglares de marisco y Barro Preto – Aquiraz – Ceará – Brasil**. 1987. 347p. (Dissertação de Mestrado). Zaragoza.

DARLEY, W.M. **Algal Biology**: a physiological approach. Oxford: Black-well Scientific Publications, 1982. 168 p. (Basic microbiology, 9).

DAY, J.H. **Estuarine ecology with particular reference to southern Africa**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1981. 441p.

DYER, K. R. **Estuaries**: A Physical Introduction. London: John Wiley & Son, 1973. 140p.

Di BERNARDO, L. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 140p.

ESKINAZI-LEÇA, E. **Composição e distribuição do microfitoplâncton na região do Canal de Santa Cruz (Pernambuco-Brasil)**. Recife, 1974, 129p. Tese (Livre Docência), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

ESKINAZI-LEÇA, E. Estudos ecológicos do fitoplâncton na plataforma continental de Pernambuco. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Programa e Resumos ...** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1990. p. 54.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP, 1988. 575p.

FAÇANHA, S.H.F.; VIEIRA, R.H.S.F. **Parâmetros físico químicos e pesquisa de coliformes fecais, totais e vibrio parahaemolyticus nas águas do Rio Cocó – Fortaleza – Ceará**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1992. "não paginado" (Relatório Técnico, s/n).

FEITOSA, F.A. do N. **Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Baía do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil)**. Recife, 1988. 279p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER. **Monitoramento da qualidade da água – Rio Gravataí**. Porto Alegre: Fepam, 1996. 74 p.

FLORES-MONTES, M.J. et al. Variação nictemeral do fitoplâncton e elementos nutrientes no Canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE-Brasil. **Trab. Oceanogr. Da Univ. Fed. PE**, Recife, v.26, n.1, 1998, p.13-26

FONSECA, V. G.; KLEIN, V. L. M. Estudo sobre a composição do plâncton no estuário do rio Jaguaribe (Ceará-Brasil). **Arq. Ciênc. Mar.**, Fortaleza, v. 16, n1, p. 1-8, 1976.

FORTALEZA. Superintendência do Planejamento do Município. **Área de proteção ambiental do rio Cocó – Caracterização da área: análise e interpretação dos dados**. Fortaleza: SUPLAN, 1987. Mimeografado, "não paginado". (Documento Técnico, v.1)

FORTALEZA – GUIA DIGITAL. Ceara: Aerofoto Nordeste Ltda, [2001]. 1 CD-ROM. Windows 98.

GALVÃO, I.B. **Estudo das populações microfitoplanctônicas da região sul de Tamandaré, PE, Brasil**. Recife, 1996. 110p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

GONZALEZ, M.; PARRA, O.O. **Desmideiáceas de Chile III – Desmidiáceas de la Isla de Chiloé**. Chile: Universidad de Concepción, 1977. n.34.

GRANÉLI, E. Nutrient limitation of phytoplankton biomass in a brackish water bay highly influenced by river discharge. **Estuar. Cost. Shelf. Sci.**, London, v.25, p.555-565, 1987.

_____, GRANÉLI, W. Eutrophication and dinoflagellate blooms in Swedish coastal waters – possible causes and countermeasures. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON UTILIZATION OF COASTAL ECOSYSTEMS: PLANNING, POLLUTION AND PRODUCTIVITY, 1982, Rio Grande. **Resumos** Rio Grande: FURG, Suplemento de Atlântica, Rio Grande, v.5, n.2, 1982. p.61.

GRASSHOFF, K. **Methods of sea water analysis**. New York: Verlag Chemie, 1976. 317p.

GRIFFITH, R.E. **Phytoplankton of Chesapeake bay**. An illustrated gride to the genera. Maryland: University of Maryland, 1961.

GURGEL, J. J. S., Contribuição ao estudo quantitativo do plancton do açude Amanari, **B. Tec. DNOCS**, Fortaleza, CE, v.23, n.13/14, p.401-408, 1965.

HATTORI, A. Denitrification and dissimilatory nitrate reduction. In: CARPENTER, E. J., CAPONE, D. G. (Ed.). **Nitrogen in the marine environment**. New York: Academic Press, 1983. p.191-232.

HEAD, P.C. Organic processes in estuaries. In: BURTON, J.D., LISS, P.S. (Ed.) **Estuarine chemistry**. London: Academic Press, 1976. p.54-85.

INSTITUTO DO PLANEJAMENTO DO CEARÁ. **Atlas do estado do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1989.

INSTITUTO DO PLANEJAMENTO DO CEARÁ. **Atlas do Estado do Ceará**. Fortaleza: IPLANCE, 1995.

KENNEDY, V. S. (Ed.) **Estuarine comparisons**. New York: Academic Press, 1982. 709p.

KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: Biological aspects**. Boca Raton: CRC Press, 1990. v.2., 391p.

KETCHUM, B.H. (ed) **Estuaries and enclosed seas**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983a. 500 p. (Ecosystems of the world, 26).

KLEIN, V.L.M.; FRANCA, M.A.M. Estudo sobre a produtividade primária de uma estação fundeada no estuário do rio Curú (Ceará-Brasil), no período de setembro de 1977 a maio de 1978. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA, 5., 1978, São Paulo. **Memórias...São Paulo: USP, 1980. Suplemento do boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.29, n.2, p.209-215, 1980.

KLEIN, V. L. M., Estudo sobre as condições alimentares do camarão branco, *Penaeus schimitti* Burkenroad, no estuário do rio Cocó (Ceará-Brasil), **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, Ce, v.12, n. 1/2, p.161-166, 1981.

KLEIN, V. L. M. Comunidade planctônica do açude Santo Anastácio, Fortaleza, Ceará, **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, Ce, v.17, n.1, p.55-59, 1986.

KLEIN, V. L. M. "Standing crop" e produtividade primária das águas do açude Santo Anastácio (Fortaleza, Ceará), no período de abril-julho 1986, **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, Ce, v.18, n.2, p.7-14, 1987.

KOENING, M.L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Aspectos quantitativos do fitoplâncton na área estuarina de Suape (Pernambuco). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Anais ... Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1991. p.36-55.**

LAUFF, G. H. (Ed.) **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1967. 723p. (Publication, 83).

LITTLEPAGE, Jack L. **Oceanografia: manual de técnicas oceanográficas para trabalhos em laboratório e abordo**. Fortaleza: EUFC, 1998. 100 p.

LOBO, L. Alga tóxica pode ter chegado de navio no Paraná. Arquivo de notícias. **Folha do Paraná**. 13/03/2001.

MARGALEF, R. Phytoplankton communities in upwelling areas. **The example of New Africa Oecol, Aquat.**, v.3, p.97-132, 1978.

Mc LUSKY, D. **The estuarine ecosystem**. 2 ed. Glasgow: Blackie and Son Limited, 1989. 215 p. (Tertiary Level Biology).

MELO, M.T.D.; SAKER-SAMPAIO, S.; VIEIRA, R.S.H.F. Avaliação da poluição orgânica no estuário do Rio Ceará (Fortaleza-Ceará-Brasil). **Caatinga**, v.7, p.207-219, 1990.

MENEZES, R. S.; MENEZES, M. F. Estudo preliminar sobre a flora e fauna de águas estuarinas do estado do Ceará. **Arq. Est. Biol. Mar.**, UFC, Fortaleza, v. 8, n1, p. 101-106, 1968.

MEIRELES, A.J.A. et al. Zoneamento ambiental da planície costeira de Sabiaguaba, Município de Euzébio, Região Metropolitana de Fortaleza/CE. In: SIMPÓSIO SOBRE PROCESSOS SEDIMENTARES E PROBLEMAS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA NORDESTE DO BRASIL, 1., 1995, Recife. **Anais...Recife/PE**, 1995.

MIRANDA, P.T.C. **Composição e distribuição das macroalgas bentônicas no manguezal do Rio Ceará (Estado do Ceará – Brasil)**. 1986. 96p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MIRANDA, P.T.C.; MACIEL, N.C.; OLIVEIRA, A.M.E. **Política Estadual para Preservação de Manguezais e Estuários do Ceará** (Proposta). Fortaleza: SEMACE, 1990. 32p.

MOREIRA, M. O. P. – **Produção do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical (estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará)**. 1994. 338p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

NÁPOLI, A.E.S. **Considerações preliminares sobre as condições físico-químicas e biológicas da água do rio Cocó (Fortaleza, Ceará, Brasil), no período de março a junho/82**. 1982. 9 p. (Monografia de Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

NEILSON, B. J., CRONIN, L. E. (Ed.) **Estuaries and nutrients**. New Jersey: Humana Press, 1981. 643p. (Contemporary issues in Science and Society).

NIXON, S.N.; PILSON, M.E.Q. Nitrogen in estuarine and coastal marine ecosystems. In: CARPENTER, E.J., CAPONE, D.G. (Ed.). **Nitrogen in the marine environment**. New York: Academic Press. 1983. p.565-648.

NORUSIS, M.J. **SPSS/PC+ for the windows**. SPSS Inc Chicago, Illinois, 1992. Vol 1, 236p.

OLIVEIRA, A. M. E. **Composição e distribuição ecológica da ictiofauna no estuário do rio Pacoti/Ceará/Brasil**. 1993. 154p. (Tese de Professor Titular) – Departamento de Biologia do Centro de Ciências - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

OLIVEIRA, M.R.L. **Caracterização do percolado do "lixão" do Jangurussu e seu possível impacto no rio Cocó**. 1997. (Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PALMER, C. M. **Algas en abastecimientos de agua**. México: Editorial Interamericana. 1962. 91p.

PALMER, C.M. A composite rating of algae tolerating organic pollution. **J. Phycol.**, Lawrence, v.1, n.5, p.78-82, 1969.

PARRA, O.O.; UGARTE, E.; DELLAROSSA, V. **Periodicidad estacion y asociaciones en el Fitoplâncton de tres cuerpos lenticos en la region de Concepción, Chile**. Chile: Universidad de Concepción, 1981. n.36.

PASSAVANTE, J.Z.O. **Produção primária do fitoplâncton do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE)**. São Paulo, 1979. 188p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo.

PINHEIRO, E.L. **Medida do "Standing Crop" e produtividade primária no estuário do rio Cocó, durante o período de janeiro a abril de 1980**. 25 p. Monografia (graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, 1980.

PINHEIRO-JOVENTINO, F.; LIMA-VERDE, N.G. Ocorrência e distribuição de macroalgas no estuário do Rio Cocó, Fortaleza, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.27, p.83-89, dez., 1988.

PRITCHARD, D.W. What is an estuary physical viewpoint. In: LAUFF, G.H. (ed.) **Estuaries**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 1967. p. 3-5 (Publication, 83).

RÉ, P. **Ictioplâncton da região central da costa portuguesa e do estuário do Tejo. Ecologia da postura e da fase planctônica de *Sardinha pilchardus* (Walbaum, 1792) e de *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758)**. 1984. 425p. Tese (Doutorado) - Universidade de Lisboa, Lisboa.

REID, G. K. **Ecology of inland waters and estuaries**. New York: Reinhold Publishing corporation, 1961. 375p.

RESSURREIÇÃO, M.G. da. **Variação anual da biomassa fitoplanctônica na plataforma continental de Pernambuco**: Perfil em frente ao Porto da cidade do Recife (08°03'38" Lat.S; 34°42'28" a 34°52'00" Long. W). Recife, 1990. 306p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco, 1990.

RIVERA, P.R. **Diatomeas de agua Dulce de concepcion y alrededores (Chile)**. Chile: Universidad de Concepción, 1974. n.28.

SANTISTEVAN, R.J. **Diatomeas y silioflagelados de fitoplâncton del Golfo de Guayaquil**. Equador: Instituto Oceanográfico de la Armada, 1976.

SANTOS-SILVA, E. N. Maxillopoda – Copépoda. Freshwater Calonoida. In: **Catalogue of crustacea of Brazil**. Ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 1998.

SAWYER, C. N.; MACCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry of Environmental Engineering**. 4ª Ed., International Student Edition, MacGraw-Hill Company, 1994, 658p.

SASSI, R. Phytoplankton and environmental factors in the Paraíba do Norte river estuary, northeastern Brasil: composition, distribution and quantitative remarks. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.39, n.2, p.93-115, 1991.

SCHINDLER, D.W. Evolution of phosphorus limitation in lakes. **Science**, New York, n.195, p.260-262, 1977.

SCHINDLER; FREE, E.J. Experimental lakes area: whole lake experiments in eutrophication. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, Ottawa, v.31, p.937-953. 1974.

SCOR/UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**: Report of SCOR/UNESCO, Working group 17 with meet from 4 to 6 june 1964. Paris: UNESCO, 1966. 69 p. (Monographs on oceanography methodology, 1)

SILVA, A.P. et al. Diversidade, produtividade e dinâmica do microzooplâncton na desembocadura sul do canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE (Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11, Olinda-PE, 1999. **Anais...Olinda/PE**, 1999. p.551-560.

SLADECK, V. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia**, v.100, p.169-201, 1983.

SMAYDA, T. J. The plankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. (Ed.). **Estuaries and enclosed seas**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983. p.65-112. (Ecosystems of the world, 26).

SOARES FILHO, A. A. **A ictiofauna da região média a boca do estuário do rio Jaguaribe (Ceará-Brasil), composição, distribuição e aspectos bioecológicos.** 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SPERLING, E. V. Contribuição das precipitações atmosféricas na eutrofização de lagos e reservatórios. **6º Congresso Brasileiro de Limnologia – SBL**, São Carlos, SP. 1997b, p.480.

STRICKLAND, J.D.H; PARSONS, T. S. A practical handbook of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Board of Canada**, Ottawa, v. 167,2 ed. Rev., p. 1-311, 1972.

SUDENE. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará. **Boletim Técnico**, Recife, v.1, n.28, p.1-301, 1973. (Série Pedologia, 16).

TRAVASSOS, P.E.P.F. **Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton do estuário do rio Capibaribe, Recife-Pernambuco.** Recife, 1991. 287p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

TUNDISI, J.G. Estudos ecológicos do fitoplâncton marinho e lacustre no Brasil: situação atual e perspectivas. In: TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G. (Eds.) **Algas: a Energia do Amanhã.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1986. p.27-48.

TUNDISI, T.M. **Estudo de diversidade de espécies de zooplâncton lacustre do Estado de São Paulo.** São Carlos: UFSCar, 1997.

UNESCO. **Chemical methods for use in marine environmental monitoring.** Paris: Intergovernmental Oceanographic Commission, 1983. 53p. (Manual and Guides, 12).

VALIELA, I. **Marine ecological processes** 2nd. ed. New York: Springer-Verlag, 1995. 686p.

VASCONCELOS, F.P. Aspectos da poluição nas praias dos municípios de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. **Biol. Ciênc. Mar**, Fortaleza v.42, p.1-9, 1985.

VASCONCELOS, F.P.; FREIRE, G.S.S. **Estudo preliminar dos aspectos hidrodinâmicos e sedimentológicos do estuário do Cocó, Estado do Ceará.** **Arquivo Ciências do Mar.** Fortaleza: UFC, 1987.

VERDINELLI, M.A.; SARTI, C.C. Algumas reflexões sobre o uso da análise multidimensional nos estudos da produtividade primária em ambientes estuarinos. **Atlântica**, Rio Grande, v.5, 1982, p.93-100.

VERNIER, I.O. **Meio Ambiente**. Campinas: Papirus, 1994.

VIANA, M.C. **Estudo do uso dos recursos naturais e evolução da paisagem na zona estuarina do rio Cocó – Fortaleza/CE**. 1996. (Monografia de Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

VIEIRA, R.H.S. F.; FAÇANHA, S.H.F. Parâmetros físico-químicos e pesquisa de coliformes totais, fecais e *víbrio parahaemolyticus* nas águas do Rio Cocó, Fortaleza - Ceará. **Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v.25, n.1/2, p.24-31, 1994.

ZECH, H. **Medida do "Standing Crop" no estuário do rio Cocó, durante o período de outubro a novembro de 1983**. 1983. (Monografia de Graduação em Engenharia de Pesca) – Departamento de Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ZUCCARI, M.L. **Determinação de fatores abióticos e bióticos do Ribeirão Lavapés (Botucatu-SP)**. 1992. 113p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.