

PRODUÇÃO, BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA, CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA DO ESTUÁRIO DO RIO BOTAFOGO, ITAPISSUMA, PERNAMBUCO.

**JOSÉ ZANON DE OLIVEIRA PASSAVANTE
FERNANDO ANTÔNIO DO NASCIMENTO FEITOSA
SÍLVIO JOSÉ DE MACÊDO
JOSÉ ORIBE ROCHA DO ARAGÃO
SIGRID NEUMANN LEITÃO
IARA CORREIA LINS**

**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA DA UFPE
zanon@universiabrasil.net**

1. INTRODUÇÃO

Em ambientes aquáticos o fitoplâncton desempenha um papel muito importante na teia trófica, pois o mesmo não só representa o primeiro elo da mesma mas os organismos que o compõem são excelente bioindicadores da qualidade da água. As algas que o compõem o fitoplâncton por sua vez adsorve também grande parte dos poluentes, se por um lado diminui sua quantidade na coluna d'água, por outro, a grande maioria dos metais pesados limitam profundamente a produção fitoplanctônica.

O ecossistema estuarino é o que mais sofrem com os poluentes, pois normalmente as suas margens encontram-se grandes cidades e/ou indústrias que através dos esgotamentos sanitários doméstico ou industriais despejam uma gama enorme de poluentes nos cursos d'água que entram diretamente na teia trófica, ou limitam a produção dos organismos que direta ou indiretamente estão em contato com os mesmos.

O rio Botafogo (Pernambuco) é um desses rios que ao longo de seu curso passa por áreas povoadas sem esgotamento sanitário e que boa parte dele vai diretamente para o seu curso. Se não bastasse isso um pouquinho antes de seu estuário existia, digo existia porque uma indústria de fertilizantes que lançava entre outros metais pesados o mercúrio, que não só é um poluente que limita a produção fitoplanctônica, mais chega até o homem através da teia alimentar e se ingerido em certa quantidade danifica o sistema nervoso central, como aconteceu na baía de Minamata (Japão).

Com o fechamento da fábrica, ainda hoje se pode encontra nos sedimentos resíduos do mercúrio, porém a quantidade do mesmo encontrado nos animais não é tão grande.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA

A bacia do rio Botafogo com seu curso deságua ao norte do Canal de Santa Cruz (27° 49' Lat, S; 34° 50' Long. W) e ocupa uma área de 280km². É formado pela confluência de diversos rios, entre eles o rio Catucá, que é o principal formador, e recebe este nome imediatamente a jusante da Usina São José. Desde a sua principal nascente, no rio Catucá, até a sua foz, no Canal de Santa Cruz, percorre, aproximadamente 50km (Fig. 1).

As suas margens existem manguezais típicos de regiões tropicais e a sua margem direita um viveiro de peixe desativado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Antes da demarcação das estações de coleta foi realizada uma varredura coletando-se plâncton, salinidade e determinando-se a profundidade local para se conhecer a extensão da área estuarina e, com, isso fixar os pontos de coletas. Mensalmente, de maio de 1992 a junho de 1993, durante as baixa-mares diurnas foram coletadas amostras para análise dos parâmetros hidrológicos e biológicos em três pontos, denominado estações (Fig. 1).:

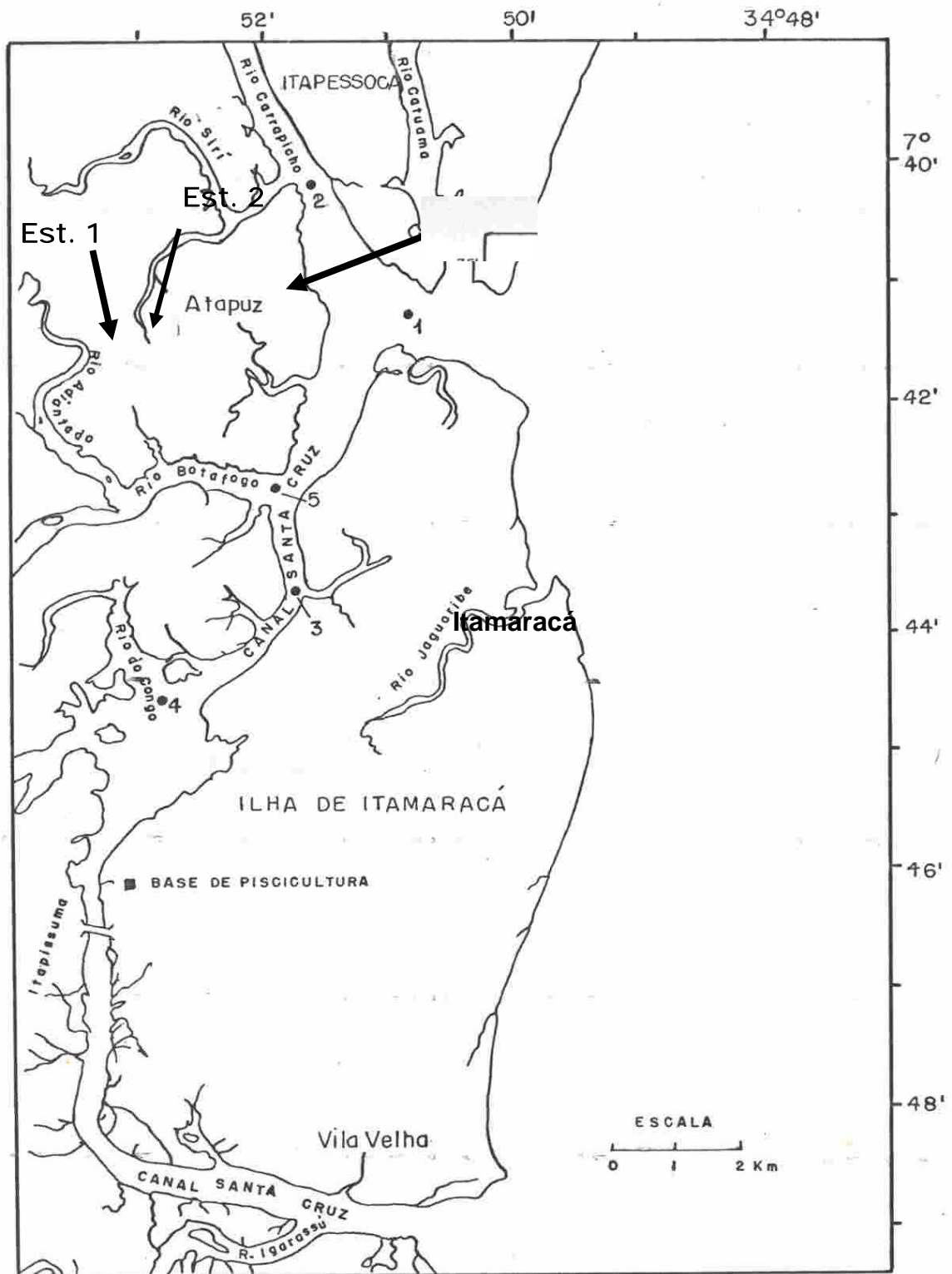


Fig. 2 - Localização das estações estudadas.

Figura 1 - Localização da área de coleta no estuário do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco.

3.1 Pluviometria

Os dados pluviométricos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia da Estação Curado.

3.2 Hidrologia

As amostras de água para os parâmetros hidrológicos foram coletadas com auxílio de uma garrafa tipo van Dorn. Após as coletas, as amostras foram levadas para a Base de Piscicultura do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, localizada nas proximidades, para os devidos procedimentos metodológicos.

3.3 Transparência da água

A medida da transparência da água foi obtida *in situ* utilizando-se um disco de Secchi.

3.4 Coeficiente de extinção da Luz

O coeficiente de extinção da luz foi calculado a partir dos resultados obtidos com a tomada da transparência da água, utilizando-se a fórmula de Poole; Atkins (1929):

3.5 Temperatura da água

Foi determinada *in situ*, com auxílio de um termômetro de inversão acoplada a garrafa de Nansen.

3.6 Salinidade

O teor de salinidade da água foi determinado pelo método de Morh-Knudsen, descrito por Strickland; Parsons (1972).

3.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do potencial hidrogeniônico foi obtida com a utilização de um pH-metro digital.

3.8 Oxigênio dissolvido na água

A determinação do oxigênio dissolvido na água foi determinada através do método de Winkler, modificado para água do mar por Carritt; Carpenter, *apud* Grasshoff; Enhardt; Kremling (1983), também descrito em Strickland; Parsons (1972) e UNESCO (1973).

3.9 Taxa de saturação do oxigênio

Através da correlação os dados de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido e com o auxílio da tabela padrão *International Oceanography Tables* (UNESCO, 1973) para obtenção da taxa de saturação do oxigênio na água.

3.10 Demanda bioquímica do oxigênio (DBO₅)

A demanda bioquímica do oxigênio foi determinada segundo o método descrito no *Standard Methods for the Examination of Waste-Water* (APHA, 1965).

3.11. Sais nutrientes

A determinação dos teores de nitrato, nitrito e fosfato foram realizados utilizando-se as técnicas de Strickland; Parsons (1972), e a análise do silicato foi efetuada pelo método de Grasshoff; Enhardt; Kremling (1983).

3.11 Biologia

As amostras de água para os parâmetros biológicos foram coletadas concomitantemente com as de hidrologia com auxílio de uma garrafa tipo van Dorn.

3.12 Biomassa fitoplanctônica

O método para determinação da clorofila *a*, foi o da análise espectrofotométrica descrita por Richards; Thompson (1952), e modificada por Creitz; Richards (1955). A metodologia empregada pode ser encontrada também em UNESCO (1966), Strickland; Parsons (1968); Tundisi (1969) e Teixeira (1973) dentre outros.

Após as coletas as amostras de água foram acondicionadas em garrafas de plásticos de um litro e mantidas em local livre de iluminação direta. As amostras foram levadas para a Base de Piscicultura de Itamaracá da Universidade Federal de Pernambuco, em um sistema de filtração da marca Millipore[®], a em bomba de vácuo e pressão inferior a 0,5atm. Utilizou-se membrana filtrante da marca Millipore[®], HA, branco, com 47mm de diâmetro e porosidade de 0,45µm, tendo o volume de água variado entre 200 a 500ml.

Para extração dos pigmentos clorofilianos foram utilizados tubos de ensaio de 10ml, nos quais foram colocados os filtros e acetona a 90%. Os filtros foram macerados e colocados em um freezer em temperatura de -18°C, por 24 horas, afim de que fosse possível a extração do referido pigmento. Após esse período, o material foi centrifugado durante dez minutos e o material sobrenadante colocado em cubetas ópticas de um centímetro de caminho ótico, sendo feitas às respectivas leituras de absorbâncias

em um espectrofotômetro de marca Micronal R280, em diferentes comprimentos de onda (630, 645, 665 e 750nm).

Para o cálculo da concentração de clorofila *a* foi aplicada à equação de Strickland; Parsons (1972):

3.13 Produção Fitoplanctônica

A metodologia utilizada para determinação da produção fitoplanctônica é a estabelecida por Steemann-Nielsen (1952)

Após as coletas foi imediatamente inoculada uma ampola de carbono radioativo (C^{14}); para esse fim uma alíquota de 200ml da amostra em duas porções de 100ml colocados num balão volumétrico e com o auxílio de uma seringa inoculou-se uma ampola de 1ml do referido isótopo e após a homogeneização, o material foi transferido para três frascos de 60ml sendo um deles preto, e levados para incubação colocado-os no mesmo local de coletas, denominando-se este tratamento incubação *in situ*. O período de incubação foi de 3 (três) horas, logo após, as amostras foram levadas para a Base de Piscicultura de Itamaracá da Universidade Federal de Pernambuco, onde foram realizadas as filtrações, utilizando-se o sistema de filtração Millipore[®], e uma bomba de vácuo, pressão de sucção $\geq 0,5$ atmosfera. Em seguida os filtros foram colocados para secagem e depois guardados em envelopes devidamente etiquetados mantidos em um dessecador contendo sílica-gel. As contagens das atividades radioativas das amostras foram efetuadas pelo Instituto Oceanográfico de São Paulo (IOUSP).

3.14 Taxa de Assimilação Fitoplanctônica

A taxa de assimilação do é calculada pela relação entre a quantidade da matéria orgânica produzida e sua biomassa, em termos de clorofila:

3.15 Análise dos Componentes Principais

A Análise dos Componentes Principais baseou-se nas espécies mais frequentes e nos parâmetros hidrológicos através da matriz de correlação ao momento-produto de Pearson. Em seguida foram extraídos o autovalor e o autovalor dos três principais componentes. Os cálculos foram feitos utilizando-se o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Metagraphics Software Corporation, Californai – USA.

4. RESULTADOS

4.1 Pluviometria

Os valores de pluviometria na região estudada ficaram entre 11,5 e 401,8mm, respectivamente nos meses de dezembro e junho de 1993, apresentando uma média de $139,63\text{mm} \pm 101,44\text{mm}$ (Fig. 2).

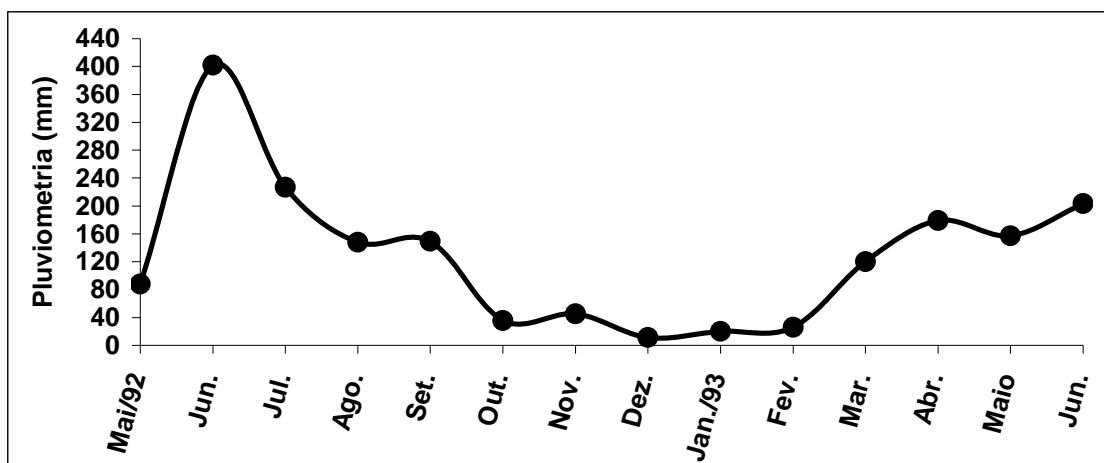


Figura 2 – Pluviometria registrada na área do rio Botafogo, Itamaracá, Pernambuco, durante o período de maio/1992 a junho/1993

4.2 Hidrologia

4.2.1 Profundidade local

As profundidades registradas ficaram entre 0,80 a 8,00m, respectivamente em setembro de 1992 na estação 1 e novembro de 1992, na estação 2 (Fig. 3).

Na estação 1 a profundidade variou de 0,80 a 1,80m, respectivamente em setembro e junho de 1992. Na estação 2, as profundidades ficaram entre 6,50 a 8,00m, respectivamente em agosto e setembro de 1992 e na estação 3, as profundidades ficaram entre 2,50 a 3,25m, respectivamente em outubro e maio de 1992.

Como era de se esperar, a estação localizada mais a montante (est. 3), apresentou as menores profundidades; a estação 2 foi a que apresentou as maiores profundidades, enquanto que a estação 3, por estar situada na boca do estuário, em uma área de deposição de sedimentos devido ao encontro das águas do Canal de Santa Cruz a profundidade é bem menor (Fig. 1).

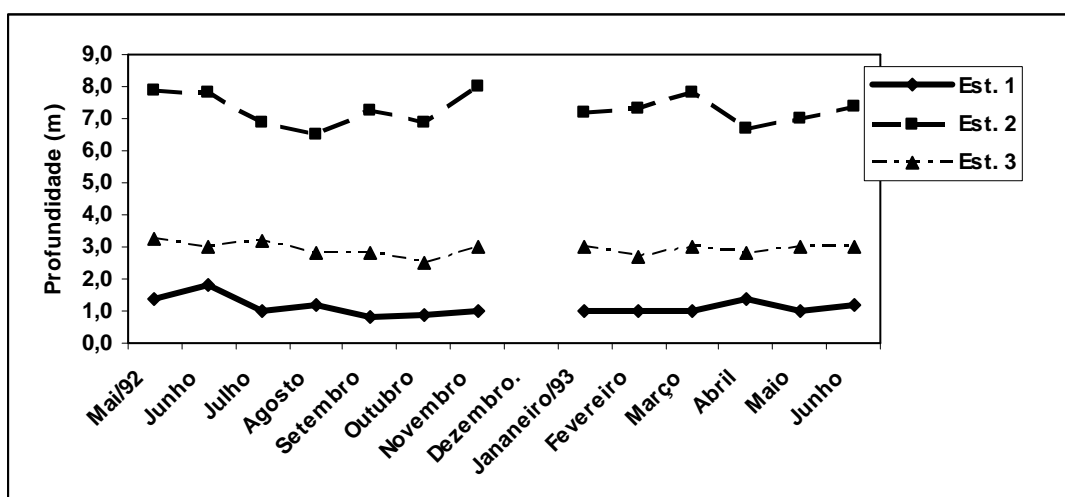


Figura. 3 – Profundidades dos locais de coletas registradas na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco..

4.2.2 Transparência da água

A transparência da água no estuário do rio Botafogo, ficou entre 0,10 a 1,40m ocorrendo respectivamente na estação 2, no mês de junho de 1992 e na estação 3, nos meses de julho de 1992 e março de 1993 com uma média de $0,91\text{m} \pm 0,32\text{m}$ (Fig. 4).

Na estação 1, a transparência variou entre 0,30 e 1,00m, no mês de julho de 1992 e março de 1993, respectivamente. Na estação 2, os valores ficaram entre 0,10 e 1,20m ocorrendo, respectivamente, em junho de 1992 e em março de 1993. Na estação 3, os valores ficaram entre 0,20 a 1,40m, ocorrendo, respectivamente, em junho de 1992 e nos meses de julho de 1992 e março de 1993.

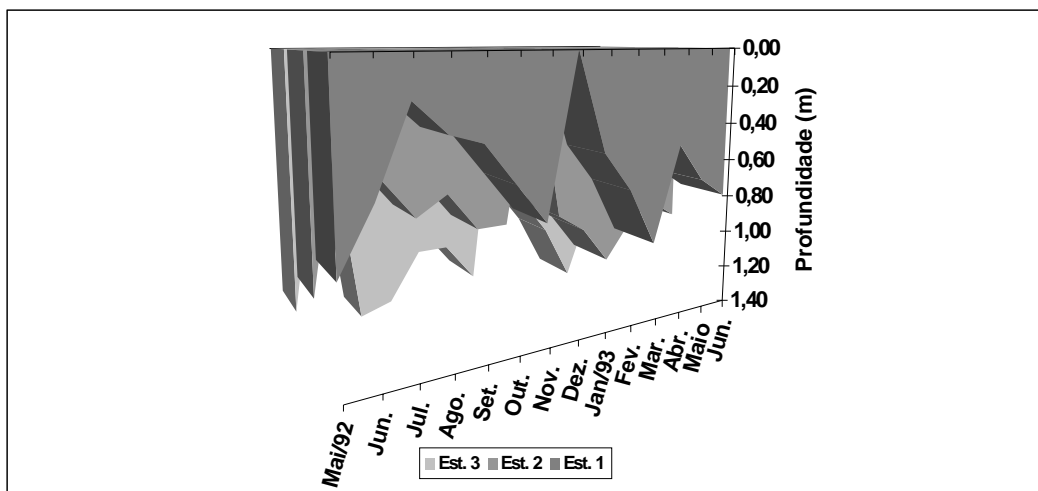


Figura 4 – Profundidades de desaparecimento do disco de Secchi registradas na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, entre maio de 1992 e junho 1993.

4.2.3 Temperatura da Água

A temperatura da água variou entre 23,9 a 29,8°C, ocorrendo, respectivamente, em junho de 1992 na estação 2, e abril de 1993 na estação 3, ambos em águas superficiais, apresentando uma média de $26,82 \pm 4,30^\circ\text{C}$.

Os valores de temperatura registrados na estação 1, ficaram entre 24,1 e 29,3°C, respectivamente, nos meses de junho de 1992 e em abril de 1993, ambos em águas superficiais. Na estação 2, foram 23,9 e 29,8°C, respectivamente em junho de 1993 e abril de 1993, também na superfície. Na estação 3, os valores variaram entre 24,00 e 29,40°C, respectivamente em junho de 1992 em águas superficiais e março a 1,40 e 3,0m de profundidade e abril de 1993 na superfície (Fig. 5).

Analisando-se a figura 5 verifica-se que nos períodos de menor pluviosidade as águas apresentam uma maior transparência, pois o aporte fluvial traz consigo uma maior quantidade de sedimentos, reduzindo sua transparência (Fig. 5).

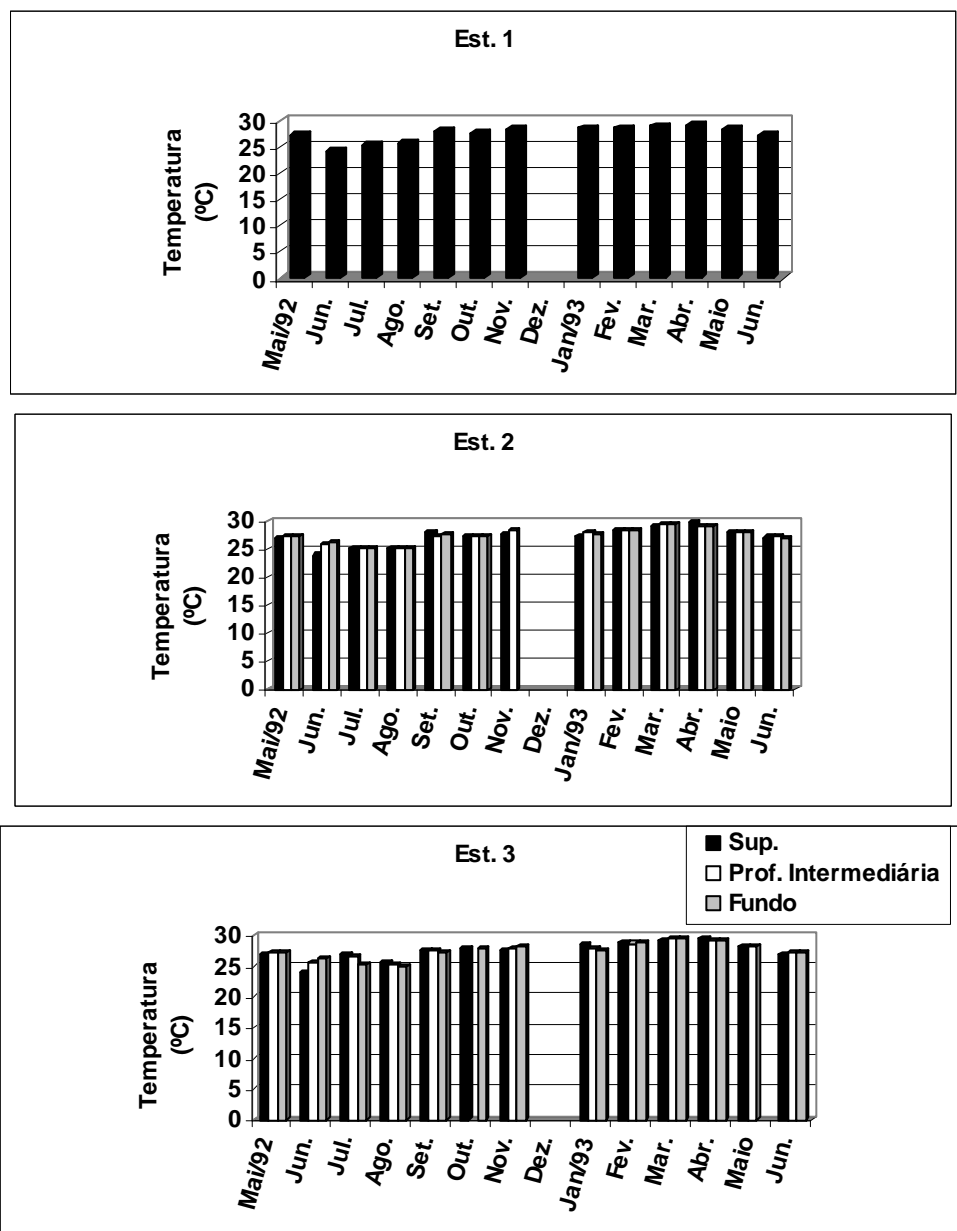


Figura 5 – Temperatura da água registradas na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, de maio/1992 a junho /1993.

4.2.4 Salinidade

A salinidade da área estuarina do rio Botafogo variou entre 0,19 a 29,34, ocorrendo respectivamente, em junho de 1992 na superfície da estação 1 e em janeiro de 1993 a 3m de profundidade na estação 3. Com média de $18,09 \pm 8,65$ (Fig. 6).

Na estação 1, os teores de salinidade variaram entre 0,19 e 24,87, respectivamente nos meses de maio, na águas superfície em junho de 1992, a 1,80m de profundidade. Na estação 2 a salinidade ficou entre 3,43 a 34,19, respectivamente, na superfície em maio de 1992, e na profundidade intermediária em maio de 1993. Na estação 3, variou entre 9,68 e 29,34, respectivamente em águas superficiais em novembro de 1992 e 3m de profundidade em janeiro de 1993.

Exceto no mês de maio de 1992, houve uma variação sazonal da salinidade acompanhando o período de maior pluviosidade. Dá para se notar que o estuário é aparentemente estratificado, com exceção do mês de março de 1993, quando foram registrados 119mm de chuva na região (Fig. 6).

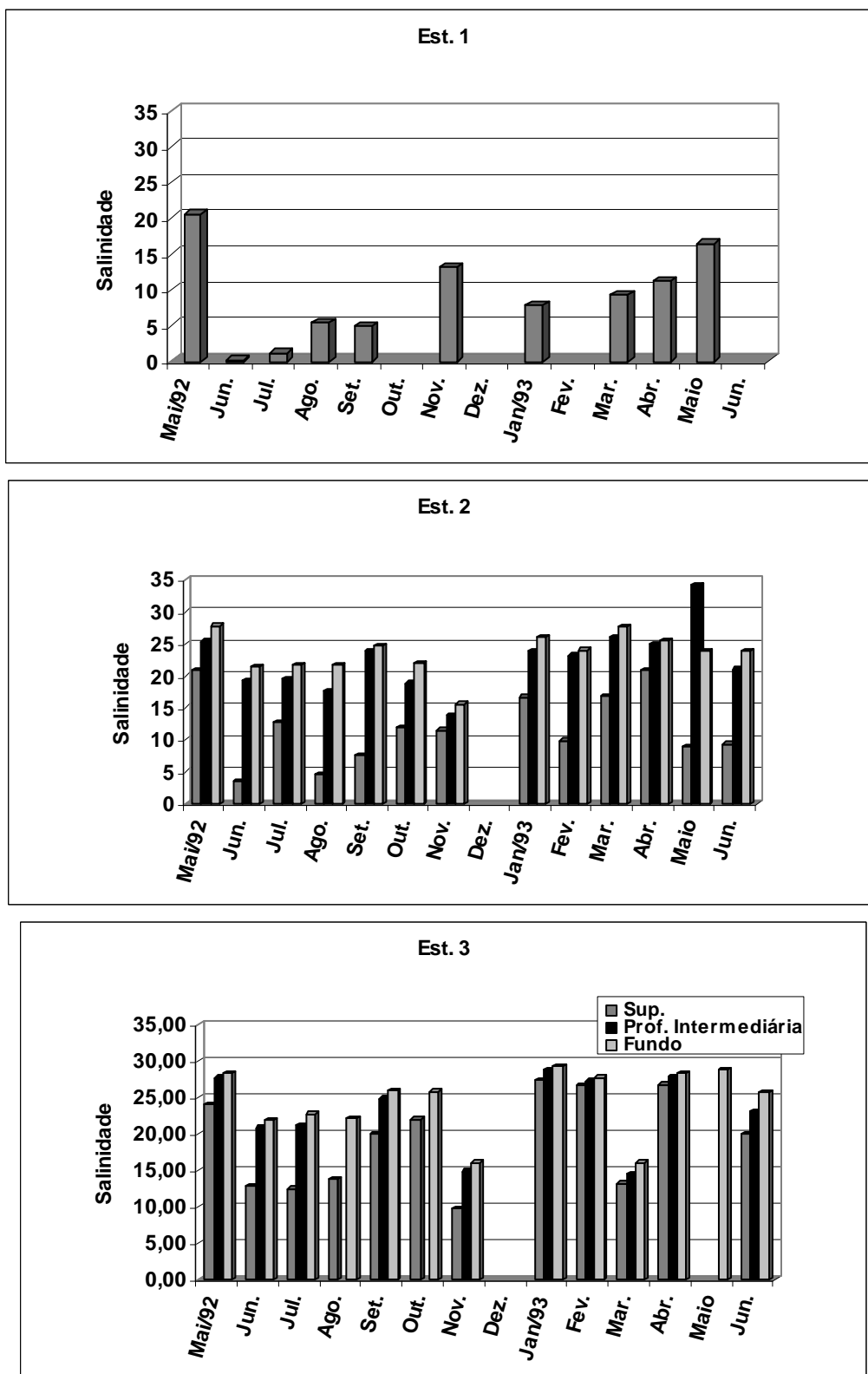


Figura 6 – Teores de salinidades registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco

4.2.5 Oxigênio dissolvido

Os teores de oxigênio dissolvido na água ficaram entre 2,60 e 5,53ml/L, sendo que o menor valor ocorreu na estação 2 (fevereiro/1993) e na estação 3 (abril/1993), ambos em águas

superficiais, o maior em setembro de 1992 ocorreu na estação 1, na superfície, a média apresentada para o período foi $3,20 \pm 1,23$ ml/L.

Na estação 1, os valores ficaram entre 2,82 e 5,53ml/L, respectivamente em abril de 1993 e setembro de 1992, ambos na superfície. Na estação 2, os teores ficaram entre 2,60 e 4,80ml/L, sendo que o menor valor ocorreu na profundidade de 7,30m. Na estação 3, os teores ficaram entre 2,71 a 4,38ml/L, ocorrendo, respectivamente, no mês de fevereiro de 1992 na superfície e setembro de 1992 a 1,10 de profundidade (Fig. 7).

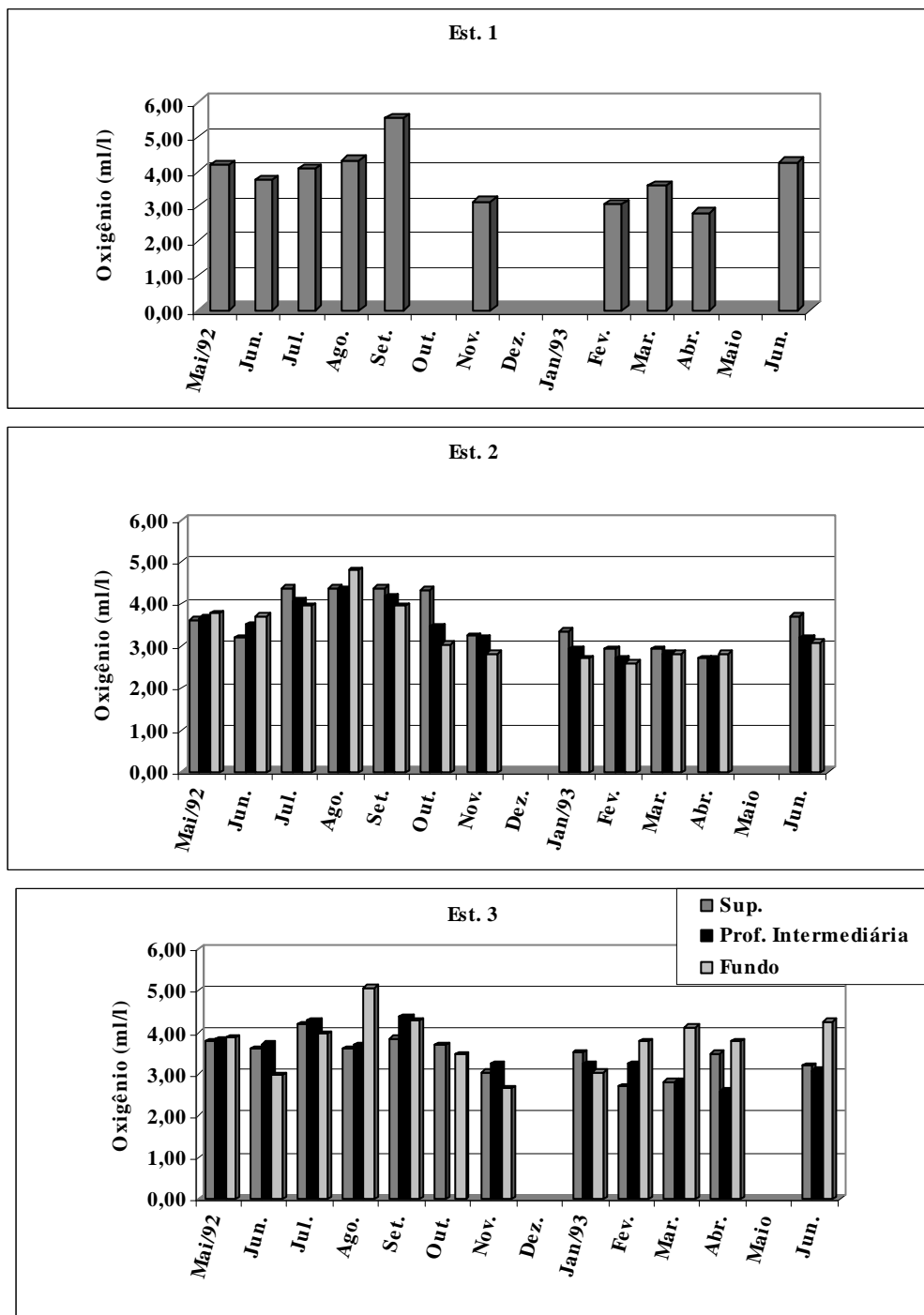


Figura 7 – Teores de oxigênio dissolvido na água registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, durante o período de estudo.

4.2.6 Saturação do Oxigênio (%)

A taxa de saturação do oxigênio dissolvido na água ficou entre 53,00 e 103,75%, sendo que o menor valor ocorreu na estação 3, em novembro de 1992, a 3m de profundidade, e o maior, na estação 1, no mês de setembro de 1993, também em águas superficiais, com média de $60,38 \pm 28,16$.

Na estação 1, os valores ficaram entre 56,06 a 103,75%, ocorrendo, respectivamente, em águas superficiais do mês de abril de 1993 e setembro de 1992. Na estação 2, os valores do oxigênio expressos em % de saturação ficaram entre 55,00 e 94,12%, ocorrendo, respectivamente no mês de junho de 1992 em águas superficiais e em agosto de 1992 na profundidade de 6,50m. Na estação 3, esses valores ficaram entre 53,00 e 99,41%, ocorrendo, respectivamente, em novembro de 1992 a 3m de profundidade (Fig. 8).

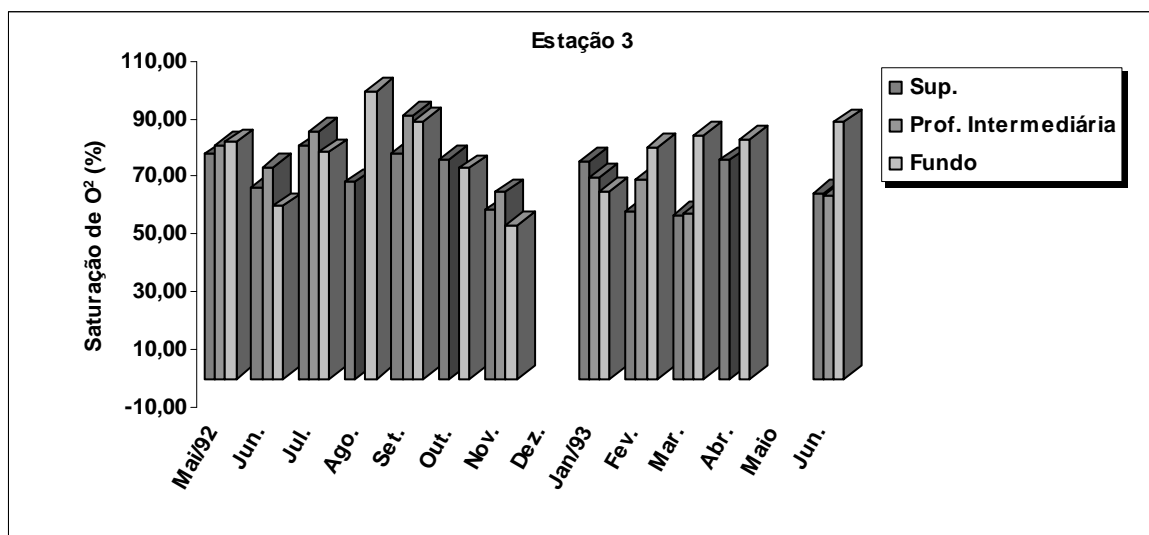
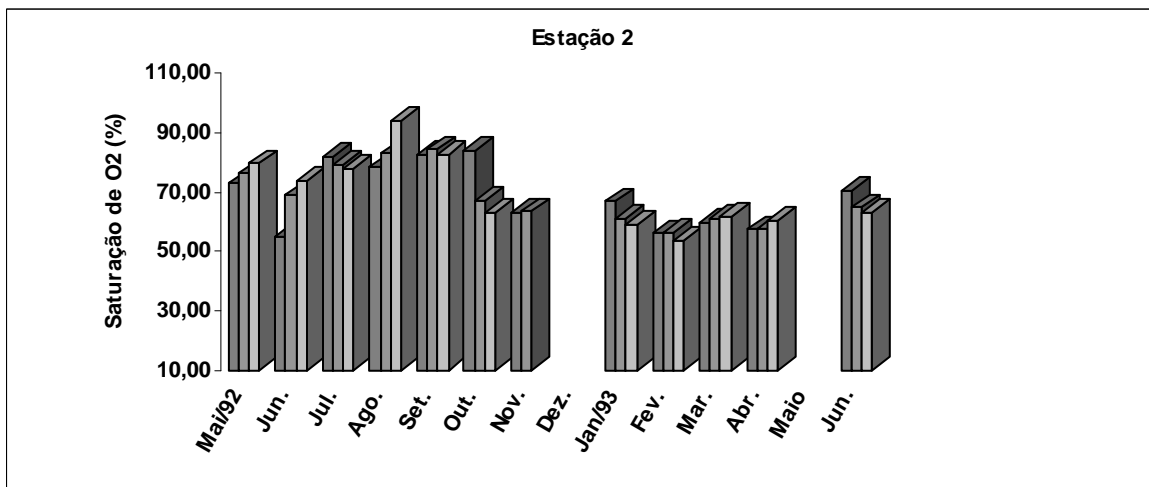
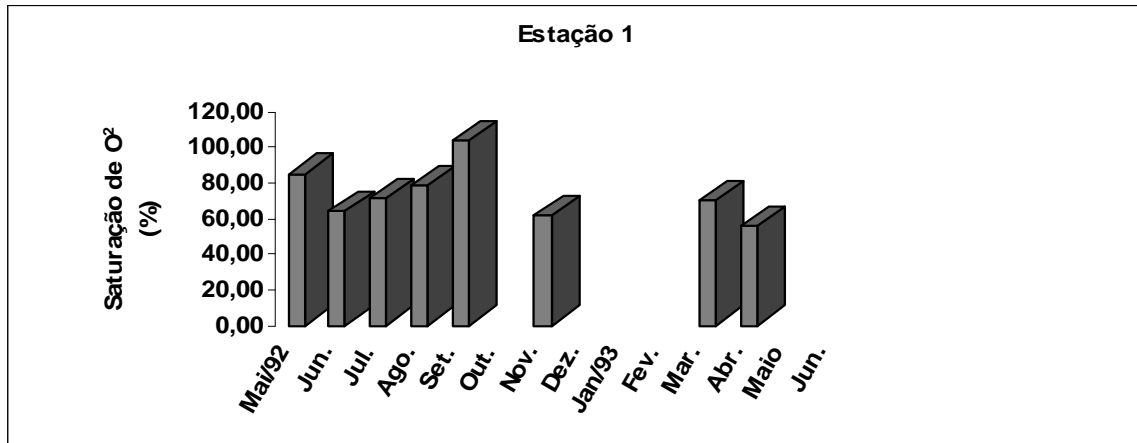
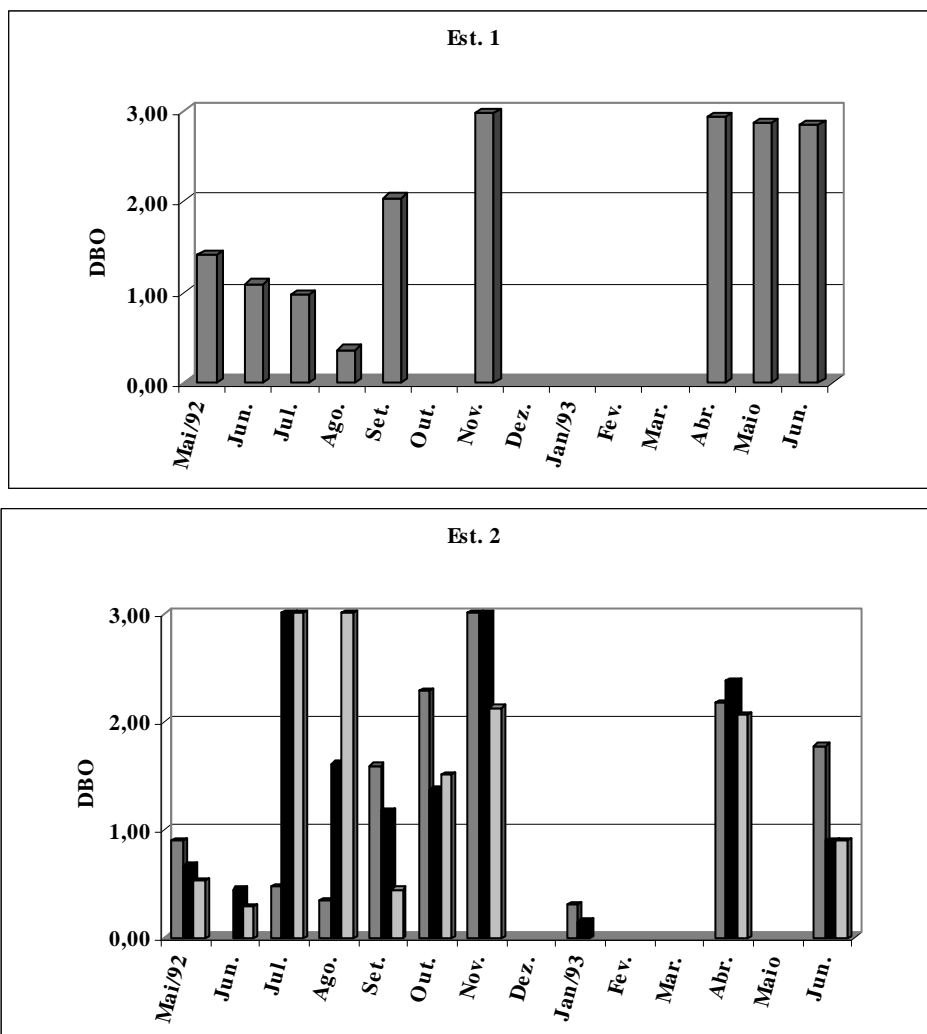


Figura 8 – Taxa de saturação de oxigênio dissolvido nas águas estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco.

4.2.7 Demanda Bioquímica do Oxigênio

Os valores da demanda bioquímica do oxigênio ficaram entre 0,00 e 4,24, o menor valor ocorreu na estação 3, em setembro de 1992 na superfície e o maior, também, na estação 3, no mês de julho de 1992, porém em a 0,60m de profundidade.

Na estação 1, os valores ficaram entre 0,36 a 2,98, ocorrendo, respectivamente, nos meses de agosto e novembro de 1992, em águas superficiais. Na estação 2, os valores ficaram entre 0,15 a 3,09, ocorrendo, respectivamente, em janeiro de 1993 a 0,90m de profundidade e o maior em novembro de 1992, tanto na superfície quanto a 0,90m de profundidade. Na estação 3, os valores ficaram entre 0,00 e 4,24, ocorrendo, respectivamente, em setembro de 1992 e em julho de 1992, a 0,60m de profundidade (Fig. 9).



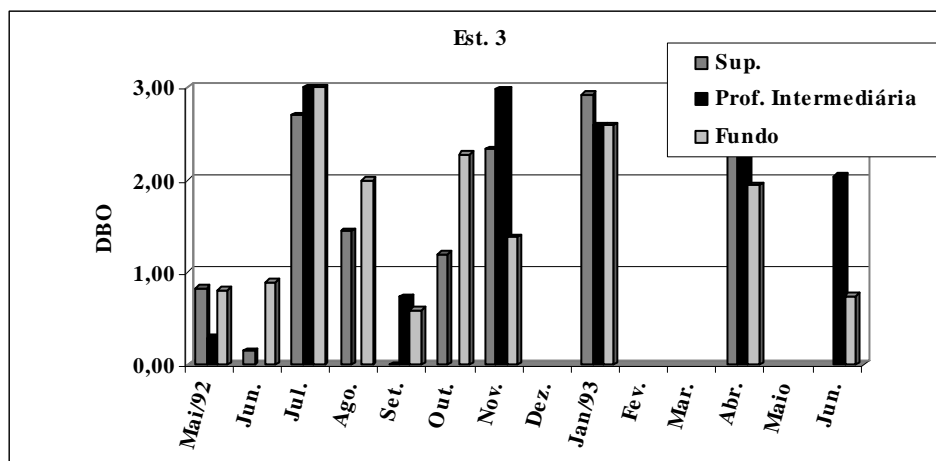
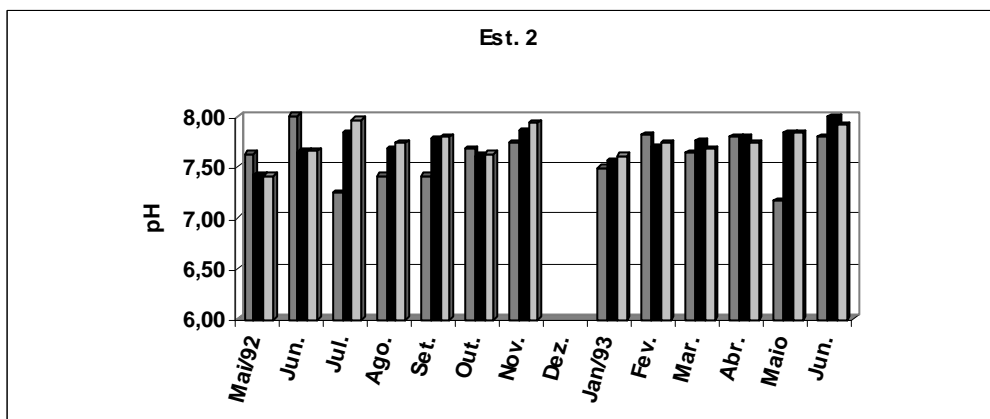
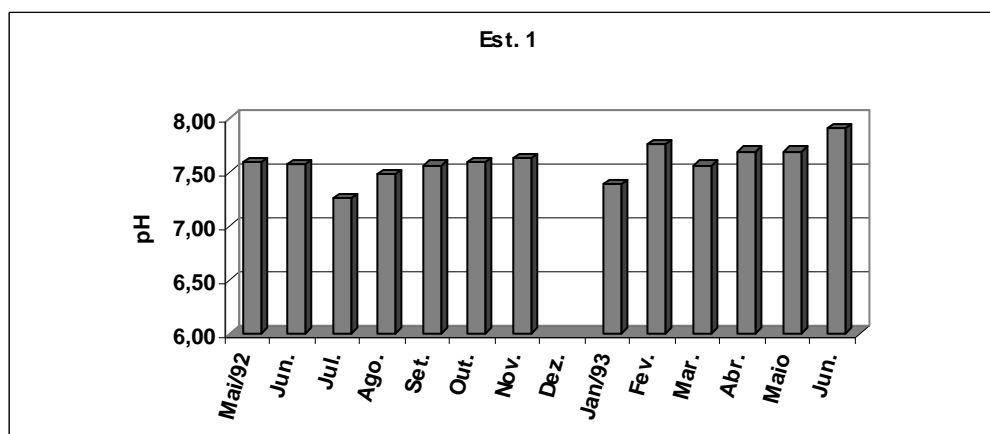


Figura 9 – Demanda bioquímica do oxigênio registradas na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco.

4.2.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH da água variou entre 7,17 e 8,26, ocorrendo, respectivamente, em maio de 1992 e junho de 1993, ambos na estação 2 em águas superficiais.

Na estação 1, os valores ficaram entre 7,26 e 7,96, ocorrendo, respectivamente, em junho e julho de 1992 em águas superficiais e 1,80 de profundidade. Foi na estação 2 que ocorreram tanto o menor quanto ao maior valor, conforme citado acima. Na estação 3, os valores ficaram entre 7,39 e 8,00, ocorrendo respectivamente em abril de 1993 na profundidade de 2,80m em junho de 1992, em águas superficiais (Fig. 10).



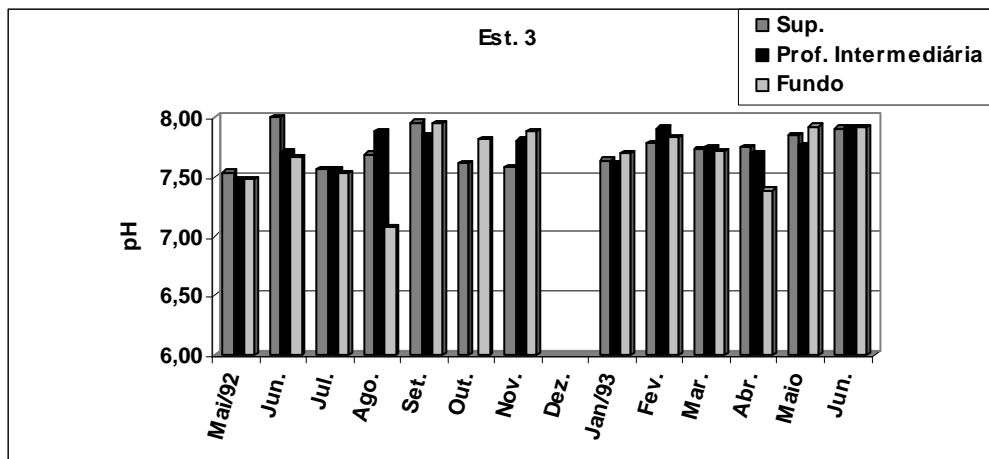


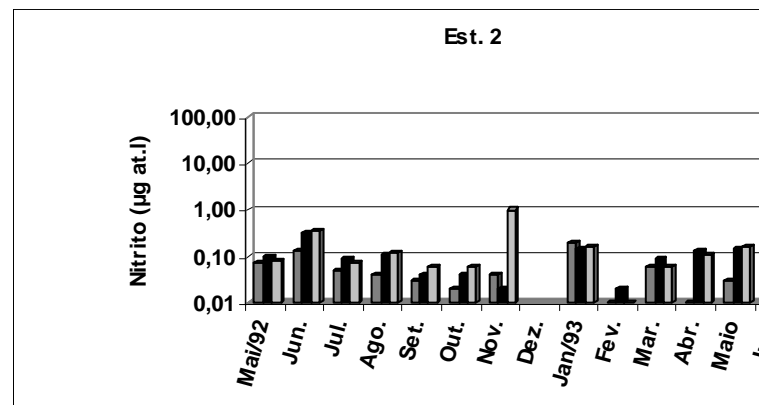
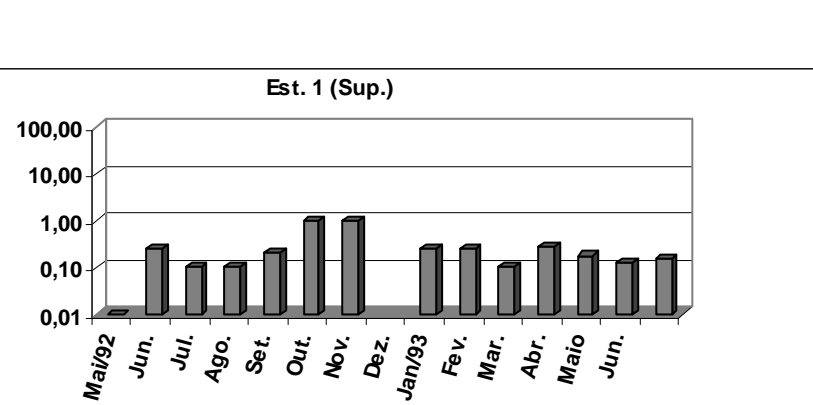
Figura 10 – Potencial hidrogeniônico registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco durante o período de estudos.

4.2.9 Nutrientes

4.2.9.1 Nitrito (NO₂-N)

Quanto aos nutrientes os valores de nitrito (NO₂-N) variaram desde valores indetectáveis até 0,36 μ at.L⁻¹, ocorrendo na estação 2 em junho de 1992 na profundidade de 7,80m.

Na estação 1 os valores ficaram entre indetectáveis (0,00 μ at.L⁻¹) a 0,27 μ at.L⁻¹, ocorrendo em abril de 1993, em águas superficiais; na estação 2 que ocorreu o maior valor, conforme descrito acima. Na estação 3 os valores também foram desde indetectáveis a 0,29 μ at.L⁻¹, ocorrendo em junho de 1992 na profundidade de 3m (Fig. 11).



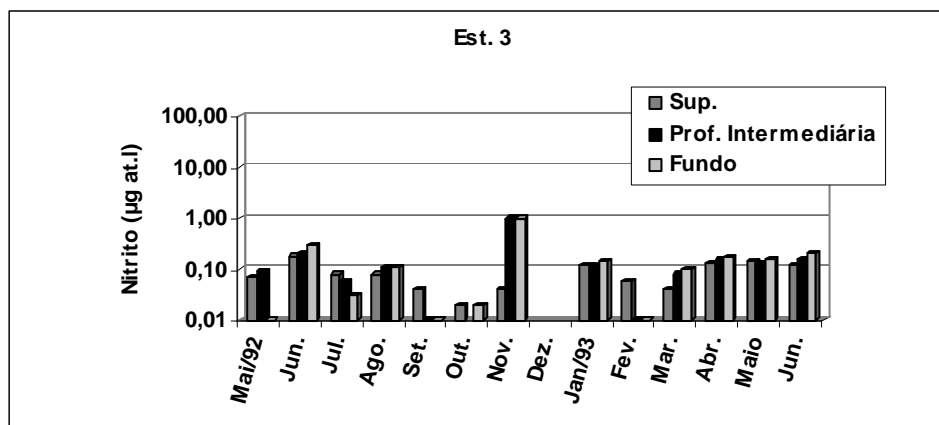
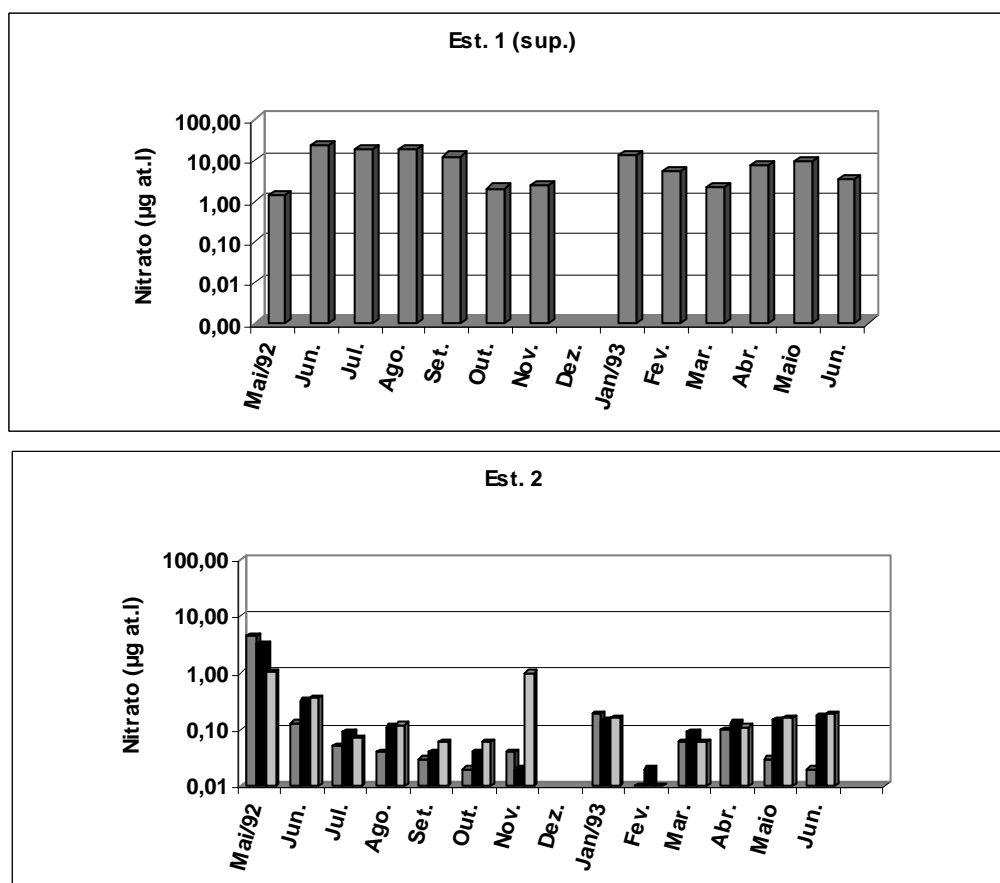


Figura 11 – Teores de nitrito ($\mu\text{at.L}^{-1}$) registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco.

4.2.9.2 Nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Os teores de nitrato ficaram desde valores indetectáveis até $23,78\mu\text{at.L}^{-1}$. Tais valores ocorreram respectivamente no mês de novembro na estação 2, em águas de 8m de profundidade, e junho de 1992, na estação 1 em águas superficiais.

Na estação 2 os teores ficaram entre 0,01 e $4,42\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo respectivamente em fevereiro de 1993 em águas superficiais e de 7,30m e maio de 1992 em águas superficiais. Na estação 3 os valores ficaram entre 0,66 e $10,78\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo respectivamente em junho de 1992 em águas superficiais e em junho de 1993 em águas de 3m de profundidade (Fig. 12).



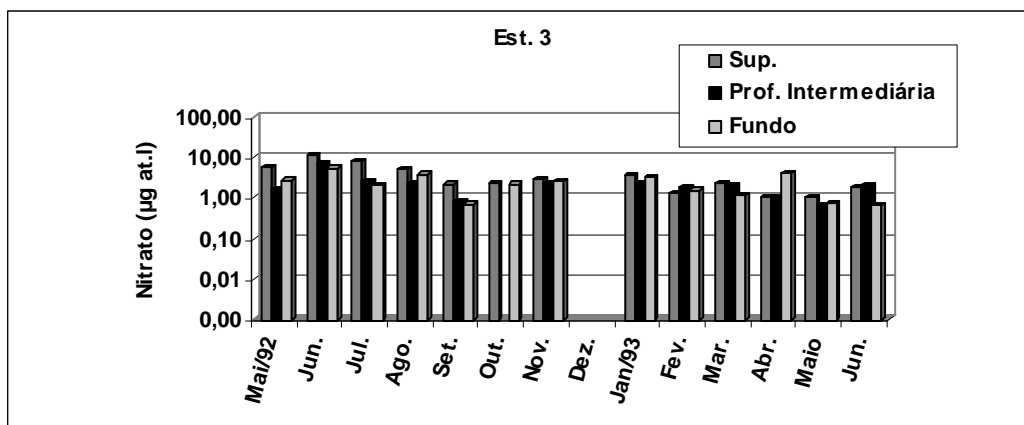
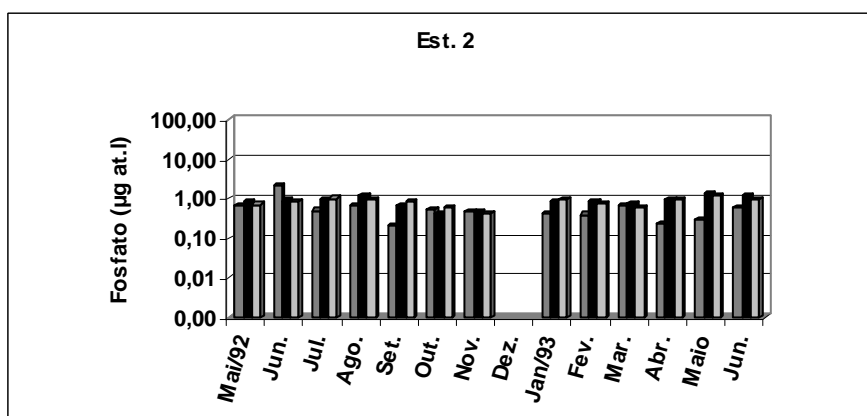
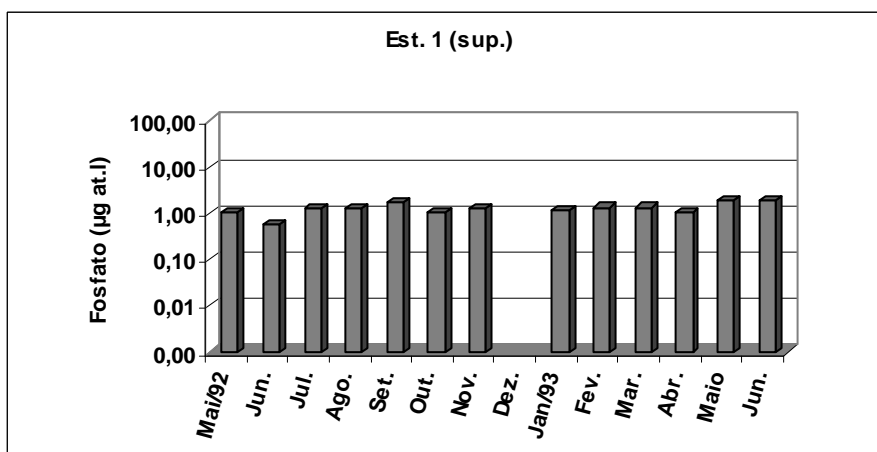


Figura 12 – Teores de nitrato ($\mu\text{at.L}^{-1}$) registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, durante o período de estudo

4.2.9.3 Fosfato ($\text{PO}_4\text{-P}$)

Os teores de fosfato registrados na área estuarina do rio Botafogo variaram de 0,21 e $2,24\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo, respectivamente, na estação 2 em setembro de 1992 e na estação 2 em junho de 1992, ambos em águas superficiais.

Na estação 1 os valores variaram entre 0,57 e $1,95\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo respectivamente em junho de 1992 e junho de 1993 ambos em águas superficiais. Na estação 3, os valores ficaram entre 0,35 e $1,34\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo em novembro de 1992 em águas de 3m de profundidade e em julho de 1992 na profundidade de 3,20m (Fig. 13).



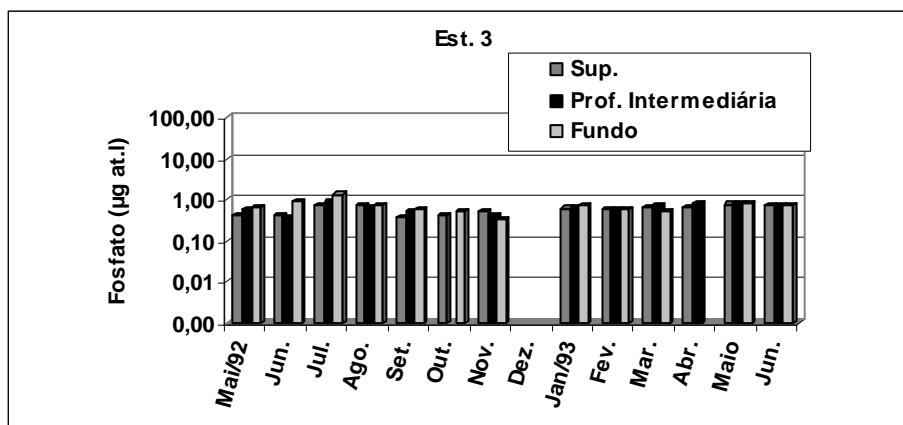
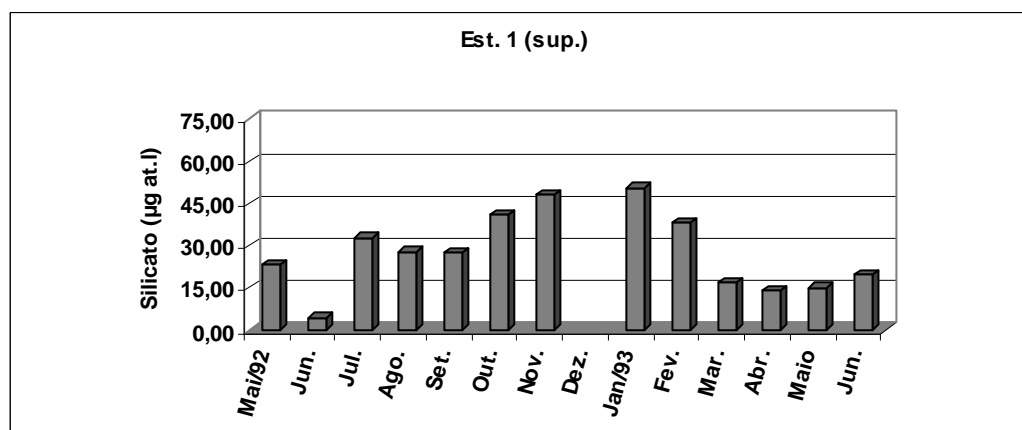


Figura 13 – Teores de fosfato ($\mu\text{at.L}^{-1}$) registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco durante o período de estudo.

4.3.8.4 SILICATO ($\text{SiO}_3\text{-S}$)

Os teores de silicato ficaram entre $4,27$ e $74,75\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo respectivamente na estação 1 em junho de 1992, em águas superficiais e na estação 2 em fevereiro de 1993 a $1,10\text{m}$ de profundidade.

Na estação 1, os valores variaram entre $4,27$ a $50,52\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo nos meses de junho de 1992 e janeiro de 1993, ambos em águas superficiais. Na estação 2, os valores ficaram entre $5,10$ e $74,5\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo respectivamente em junho de 1992, em águas superficiais e em fevereiro de 1993 a $1,10\text{m}$ de profundidade. Na estação 3, os valores ficaram entre $10,34$ e $62,25\mu\text{at.L}^{-1}$, ocorrendo respectivamente na superfície no mês de junho de 1992 e em fevereiro de 1993 a $1,10\text{m}$ de profundidade (Fig. 14).



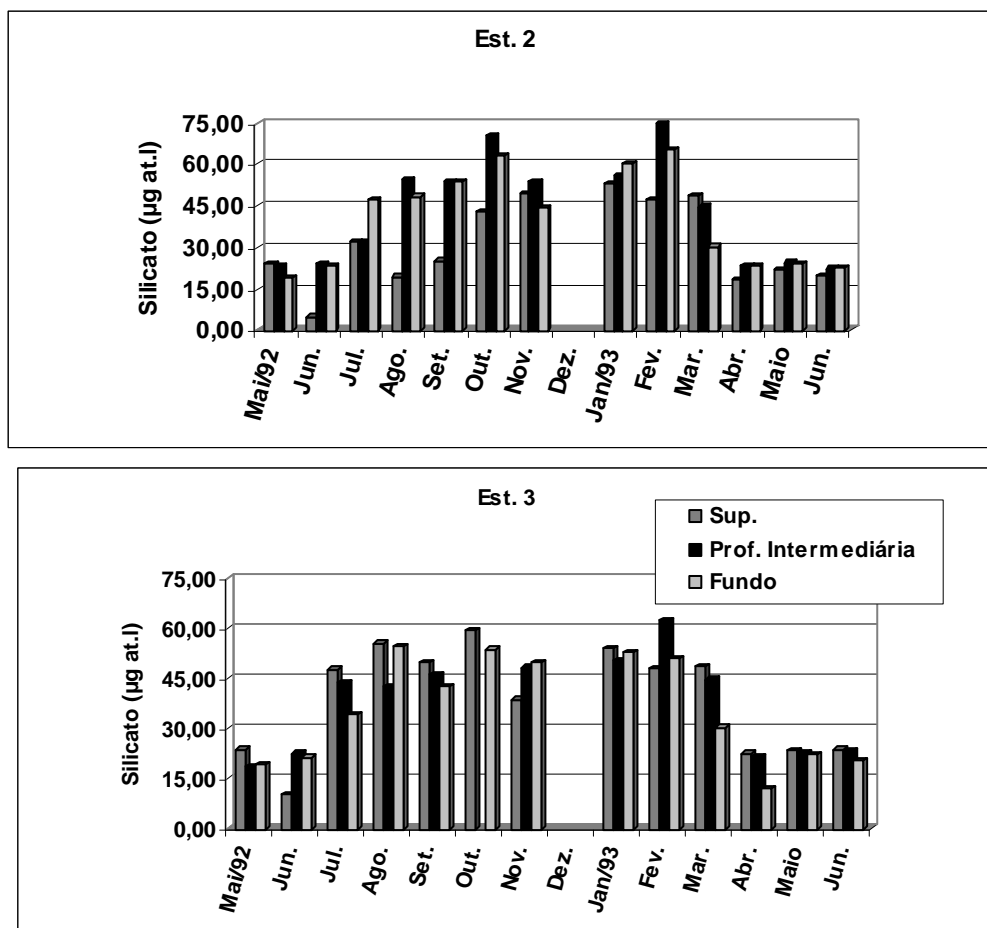


Figura 14 – Teores de silicato ($\mu\text{g at.l}^{-1}$) registrados na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, durante o período de estudo

5. BIOLOGIA

5.1 Biomassa Fitoplanctônica

A biomassa fitoplanctônica medidas em termos de clorofila *a* ficou entre 3,12 e 16,32 mg.m^{-3} , ocorrendo respectivamente na estação 3 no mês de agosto de 1992 e na estação 1 em junho de 1992 ambos em águas superficiais.

Na estação 1, os valores ficaram entre 5,13 e 16,32 mg.m^{-3} , ocorrendo respectivamente em abril de 1993 e em junho de 1992 ambos em águas superficiais. Na estação 2, os valores ficaram entre 3,52 e 7,62 mg.m^{-3} , o primeiro valor ocorreu em abril de 1993 e o segundo em maio de 1992 a 1m de profundidade. Na estação 3, os valores ficaram entre 3,12 e 7,77 mg.m^{-3} , ocorrendo respectivamente no mês de agosto de 1992 em águas superficiais e maio de 1992 a 1,30m de profundidade (Fig. 15).

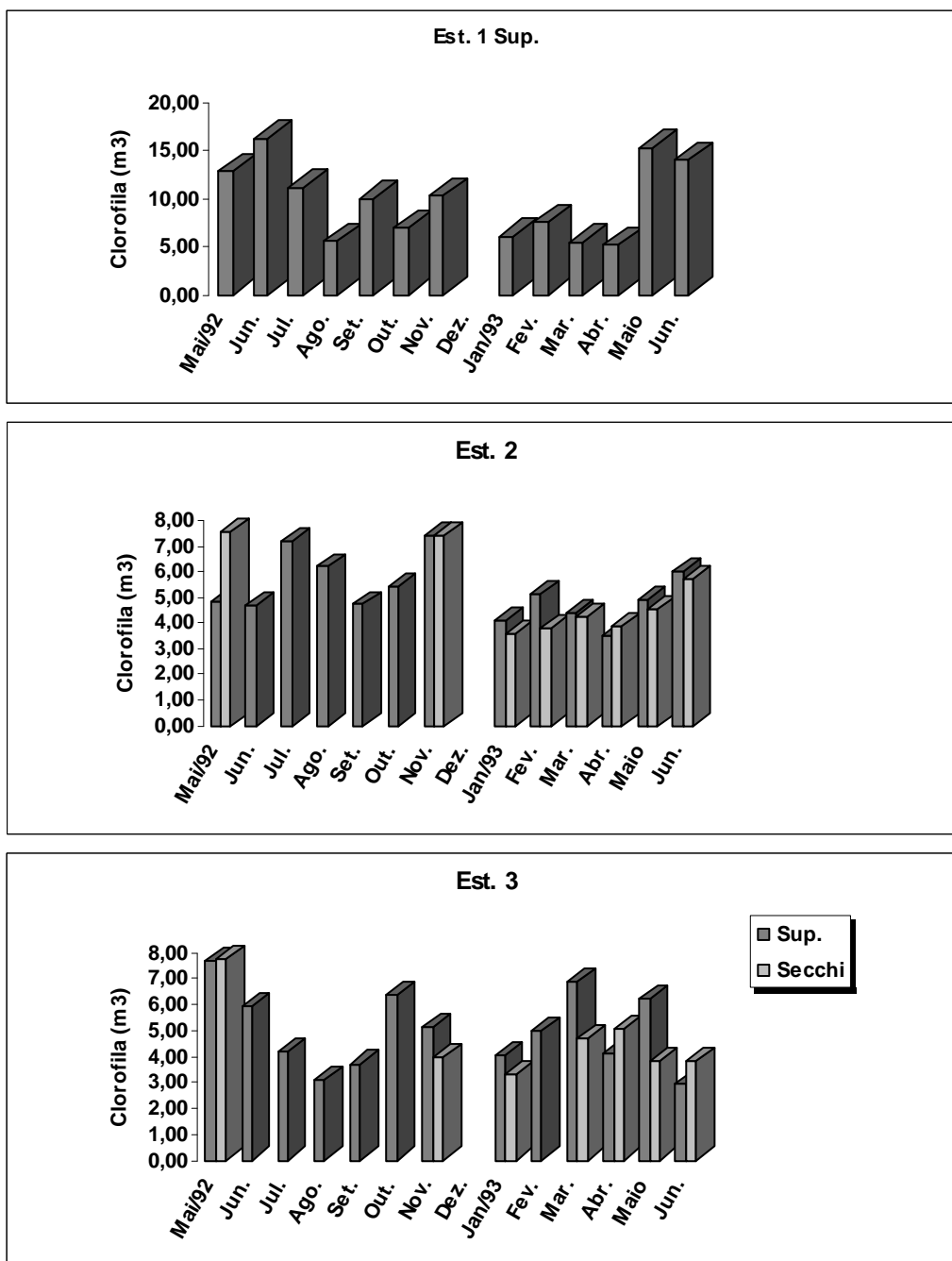


Figura 15 – Biomassa fitoplanctônica (Clorofila *a*) determinada em águas estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, durante o período estudado.

5.2 Produtividade Fitoplanctônica

O maior e o menor valor da produtividade fitoplanctônica foram registrados na estação 1, e foram respectivamente de 2,04 e 354,88mgC.h⁻¹.m⁻³, ocorreram respectivamente, em junho e novembro de 1992.

Na estação 2, os valores ficaram entre 34,22 e 162,04mg C.h⁻¹.m⁻³, ocorrendo respectivamente em junho e setembro de 1992. Na estação 3, os valores ficaram entre 14,51 e 109,76mg C.h⁻¹.m⁻³, ocorrendo também em junho e setembro de 1992 (Fig. 16).

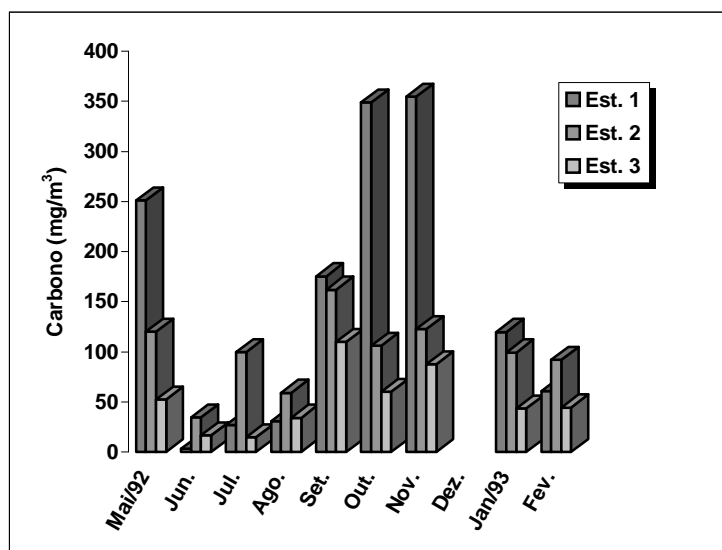


Figura 16 – Produtividade fitoplanctônica registradas na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco, durante o período de coleta.

5.3 Taxa de Assimilação (carbono.h.m⁻³/clorofila.m⁻³)

A taxa de assimilação do fitoplâncton variou entre 0,19 e 50,43, ocorrendo respectivamente em outubro e junho de 1992 ambos na estação 1,

Na estação 2 os valores ficaram entre 7,31,e 34,18 ocorrendo respectivamente em junho e setembro de 1992. Já na estação 3 os valores ficaram entre 2,74 e 29,78 ocorrendo em junho e setembro de 1992.

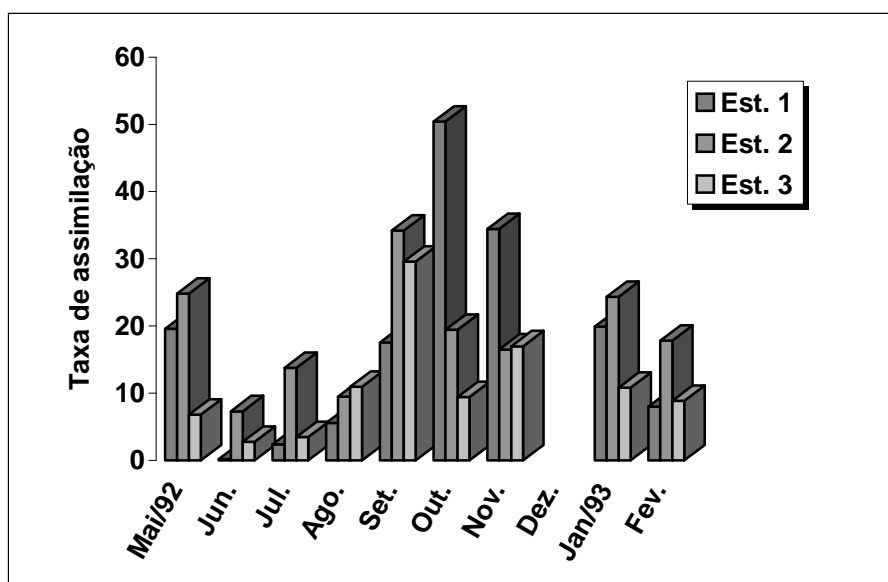


Figura 16 – Taxa de assimilação fitoplanctônica registradas na área estuarina do rio Botafogo, Itapissuma, Pernambuco.

5.4 Análise dos componentes principais

Na Análise dos Componentes Principais os três primeiros fatores explicaram 49,95% das variações dos dados tendo a pluviometria e os nutrientes (nitrito, nitratos e fosfatos) papéis

importantes na estruturação da comunidade fitoplanctônica (Fig. 17). A biomassa e a produtividade estiveram associadas diretamente aos nutrientes, contudo destaca-se que o silicato esteve relacionado ao fluxo marinho tendo um papel menor na comunidade.

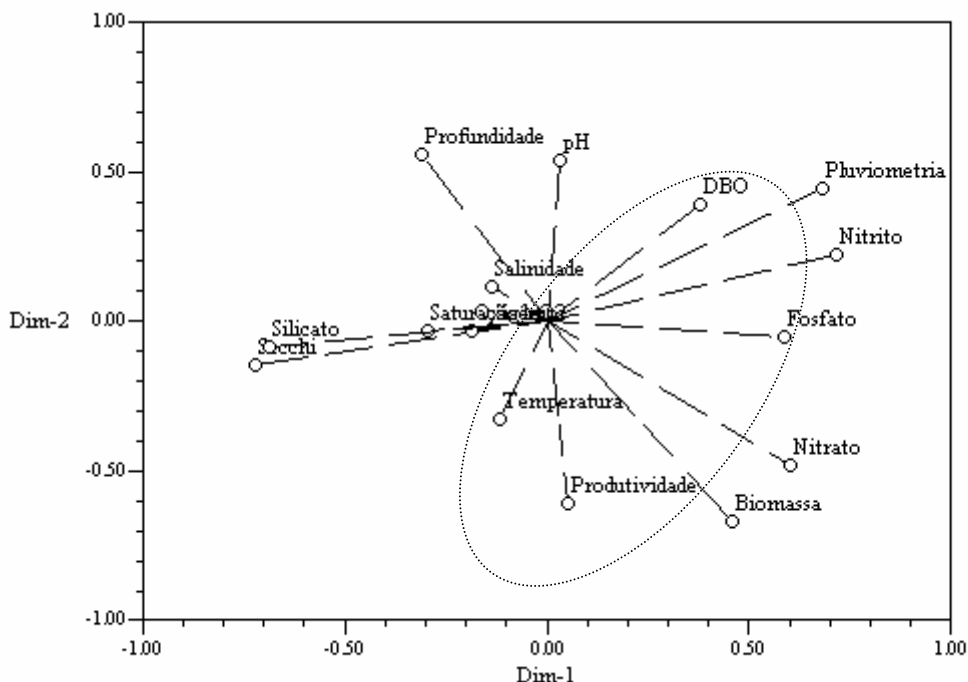


Figura 17 – Análise dos componentes principais (2 primeiros fatores) no estuário do rio Botafogo, durante o período de maio/92 a junho/93.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na região costeira de Pernambuco, o período de maior pluviosidade no outono/inverno aonde são registrados altos valores em poucos meses.

A entrada de água doce nos estuários carrega nutrientes essenciais à proliferação da vida aquática, muito embora chegam grande quantidade de material em suspensão que reduz a camada fótica, trazendo também, diversos tipos de poluentes que podem limitar a produção fitoplanctônica.

No período de estudo somente os meses de junho, julho e agosto totalizou 42,97% da pluviosidade anual, sendo por isso considerado o período chuvoso. Nos demais meses as chuvas são mais escassas caracterizando assim uma sazonalidade ao longo de um ano.

As chuvas retiram da atmosfera os nutrientes (nitrogênio e fósforo, sob as mais diversas formas) e outros poluentes lançados à mesma pelas indústrias os quais vão se acumulando na atmosfera, que adicionados aos componentes da lixiviação do solo (nutrientes, metais pesados, rejeitos sólidos, etc) das mais diversas origens são conduzidos aos ecossistemas aquáticos (rios, lagos, lagoas, mares, etc) e aí agem sinergicamente controlando a produção vegetal, primeiro elo trófico, inibindo-a ou estimulando-a.

O material em suspensão carregado durante o período de chuvas limita a penetração da luz no estuário do rio Botafogo, como pode ser visto na figura 4. Além disso verifica-se um gradiente decrescente da estação 1, que apresenta os maiores valores de penetração da luz, seguida da estação 2 e 3.

Quanto à temperatura da água e mesmo do ar por se tratar de uma região tropical com influência marinha os valores são mais estáveis. A sua variação tanto no período chuvoso quanto no período de estiagem, resulta numa amplitude de 5,9°C, mesmo assim esta diferença não é brusca nem

ao longo do dia nem ao longo do ano, sendo gradual a passagem de menores valores para maiores e esta estabilidade permite o desenvolvimento de uma flora e fauna características de regiões tropicais. Por se tratar de uma área estuarina, a exposição do sedimento durante a baixa-mar provoca maior aquecimento do sedimento, causando, ao longo de um dia, pequenas variações de temperatura não afetando, contudo, os organismos que vivem neste ecossistema já estão adaptados a tais variações, pois, normalmente, são organismos euriérmico e eurihalino.

Na final da década de 70, Passavante (1979), correlacionou os parâmetros ambientais abióticos com a produtividade e biomassa fitoplanctônica do Canal de Santa Cruz (PE) e verificou que havia uma correlação positiva entre estes parâmetros. Mais tarde Flores Montes (1996), registrou também uma maior densidade fitoplanctônica no período de maior intensidades de chuvas.

Em Cananéia (SP), nos estuários dos rios Potengi (RN) e Paripe (PE), também foram registrados padrões semelhantes (SARTI, 1980; OLIVEIRA, 1985; SILVA 1992; LACERDA, 1994),

Na natureza são raros os fenômenos que atuam isoladamente com influência direta sobre os organismos vivos. Normalmente, o que funciona é um sinergismo entre todos os parâmetros com os organismos vivos.

Por esta razão, a correlação direta registrada acima em outros ecossistemas pode ser exatamente inversa, pois, a entrada de mais nutrientes pode vir com grande quantidade de material em suspensão que ao reduzir a camada fótica em vez de estimular limita o desenvolvimento do primeiro elo trófico, é o que ocorreu na Bacia do Pina (PE); nas regiões estuarinas dos rios Capibaribe (PE); Cocó (CE); Ilhetas (PE); Mamucaba (PE) e no complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba em Alagoas (FEITOSA, 1988; FEITOSA; PASSAVANTE, 1990; TRAVASSOS, 1991; MOREIRA, 1994; LOSADA, 2000; NASCIMENTO, 2001; CAVALCANTI, 2001)

Em anos de pequenas pluviosidade, devido ao fenômeno El Niño, ou em ecossistemas, que já estão bem equilibrados com uma biodiversidade adaptada à quantidade de nutrientes próprias daquele ecossistema poucas alterações sazonais podem ocorrer com tais fenômenos. Neste sentido, no próprio rio Botafogo em 1980, Franca (1980), e no estuário do rio Congo (PE) por Fernandes (1997), não notaram um diferença significativa.

A salinidade, por sua vez, é fator de maior influência nos estuários, que por serem ambientes de transição por ter influência tanto de água fluviais quanto marinhas e assim ao longo de seu percurso é de se esperar encontrar águas com teores salinos indo >0,5 a 36. Às vezes em período de maior pluviosidade e conseqüentemente maior aporte de água doce, sua extensão chega até a diminuir, pois as intrusões de água salgadas carreadas pelas preamares são retidas antes do local em que atingiriam em épocas de estiagens. Em rios intermitentes ou mesmo de pequenos portes, os estuários na época de estiagem deixam de existir funcionando apenas como um braço de mar. Às vezes, o único aporte de água doce vem do afloramento de lençóis freáticos

No estuário do rio Botafogo a salinidade foi bem marcante pois os menores valores ocorreram na estação 1 (0,19 a 14,87), isto significando que variam desde ambiente quase limnético até estuarino (29,34). O mês de ocorrência da menor salinidade foi exatamente o mês de junho de 1992, quando ocorreu 45,09% de toda a pluviosidade anual. Nos demais pontos de coletas por serem mais profundos foi possível observar que o estuário é do tipo estratificado, com salinidade maiores nas camadas mais profundas como apresentado na figura 6.

Macedo; Costa (1978) em trabalho realizado no estuário do rio Botafogo, estabeleceram uma classificação dos estuários de acordo com a saturação do oxigênio dissolvido na água. Com esta classificação eles consideram Zona poluída aquela que apresenta um valor de saturação inferior a 25%; Zona Semipoluída aquela que vai de 25 a 50%; Zona de Baixa saturação aquela que vai de 50 a 100% e Zona Saturada aquela que é igual ou superior a 100%.

Pelos resultados obtidos na presente pesquisa, o estuário do rio Botafogo, pode ser classificado em todo o seu trecho como Zona de Baixa saturação (53,00 a 100,0%), ocorrendo somente uma vez (setembro/1992) (na superfície da água da estação 1) valor de supersaturação (103,75%), i que o estuário não tem problemas de poluição orgânica. O estuário do rio Botafogo apresentou 52% de seus valores das taxas de saturação de oxigênio superiores a 70%, demonstrando assim uma boa qualidade de água.

O pH da água do mar tem uma tendência natural a ser neutro ou ligeiramente alcalino, pois os mecanismos que regem este parâmetro são controlados pelo sistema tampão da água do mar mantendo-as ligeiramente alcalinas. No estuário do rio Botafogo, exceto por dois valores, o pH apresentou-se ligeiramente superiores a 7.

Quanto aos teores de nutrientes, deve-se levar em conta que mais de 85% dos valores da taxa de assimilação foram superiores a 5, indicando, assim, pela classificação de Curl e Small (1965), uma área rica em sais nutrientes, já citada por Passavante (1979) para o Canal de Santa Cruz.

Os valores de produção e biomassa fitoplanctônica foram baixo em junho, talvez este resultado reflita a atuação dos efeitos do maior índice pluviométrico anual registrado, nos demais meses os valores de produção e biomassa do estuário do rio Botafogo foram elevadas, sem chegar a uma eutrofização.

Honorato Silva (2003), fazendo a Análise dos Componentes Principais do estuário de rio Formoso (Tamandaré, Pernambuco), ligou a presença de *Nitzschia sigma* ao nitrito, nitrato, pluviometria, coeficiente de extinção da luz e a biomassa fitoplanctônica.

No estuário do rio Botafogo, a biomassa e a produtividade estiveram diretamente ligadas aos nutrientes.

7. CONCLUSÃO

- A pluviometria foi um dos parâmetros mais importantes na produção e biomassa fitoplanctônica, pois esteve diretamente correlacionada com os nutrientes;
- é elevada a produção fitoplanctônica, tendo capacidade para sustentar os demais níveis tróficos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.P.H.A. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 12^a Ed., New York, 1965, 769 p.

CAVALCANTI, M. de O. **Fitoplâncton do complexo estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba-Alagoas**. Recife, 2001. 108f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

CREITZ, G. I. & RICHARDS, F. A. The estimation and characterization of the plankton populations by pigment analyses. III. A note of the use of millipore membrane filters in the estimation of plankton pigments. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 14, n. 3, p. 211-216, 1955

CURLY Jr; SMALL, L. F. Variation photosynthetic assimilation ratios in natural marine phytoplankton communities. **Limnology and Oceanography**, Baltimore: v. 10 (supp.), 1965. p. R67-R73

FEITOSA, F. A do N. **Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Baía do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil)**. Recife, 1988. 270f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco, 1988.

FEITOSA, F. A. N.; PASSAVANTE, J. Z. de O. Variação sazonal da biomassa primária do fitoplâncton da baía do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 21, p. 33-46, 1990.

FLORES MONTES, M. de J. **Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE**. Recife, 1996. 199f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia

Biológica) - Universidade Federal de Pernambuco, 1996

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

HONORATO DA SILVA, Marcos. **Fitoplâncton do estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil): Biomassa, taxonomia e ecologia**. Recife, 2003, 130f. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

LACERDA, S. R. **Variação diurna e sazonal do fitoplâncton no estuário do rio Paripe (Itamaracá/Pernambuco/Brasil)**. Recife, 1994. 146p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal de Pernambuco, 1994.

LOSADA, A. P. de M. **Biomassa fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos, nos estuários dos rios Ilhetas, Mamucaba e na baía de Tamandaré (Pernambuco, Brasil)**. Recife, 2001. 88f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

MACEDO, S. J.; COSTA. K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá – Pernambuco – Brasil. Condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciências e Cultura**. São Paulo: v. 30, n. 7, 1978, p. 368

MOREIRA, M. O. P. **Produção primária do fitoplâncton em um ecossistema estuarino tropical (Estuário do Rio Cocó, Fortaleza, Ceará)**. Recife, 1994. 348p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal de Pernambuco, 1994.

NASCIMENTO, F. C. R. do. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplanctônica da Bacia do Pina associados com alguns parâmetros abióticos (Climatológicos e hidrológicos)**. Recife, 2001. 141f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 2001.

OLIVEIRA. D. B. F. de **Produção primária do fitoplâncton no estuário do rio Potengi (Natal – RN)**. Recife, 1985. 168f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 1985.

PARSONS, T. R., STRICKLAND, J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments, with revised equations of ascertaining chlorophyll a and carotenoids. **Journal of Marine Research**, New Haven v. 21, 3, p. 155-63. 1963.

PASSAVANTE, J. Z. de O & KOENING, M. L. Clorofila “a” e material em suspensão no rio Botafogo (Itamaracá - PE). Simpósio Brasileiro de Aquicultura 1, 1978. Recife. **Resumos...** 1978. p. 88-89.

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

PASSAVANTE, J. Z. de O. **Produção primária do fitoplâncton do Canal de Santa Cruz. (Itamaracá – Pernambuco)**. São Paulo, 1979. 188f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto Oceanográfico.

POOLE, H. H., ATKINS, W. R. G. Photo - electric measurements of submarine illumination throughout the year. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. London, n. 16, p. 297-394. 1929.

RICHARDS, F. A., THOMPSON, T. G.. The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. **Journal of Marine Research**, New Haven, v. 11, n. 2, p. 156-172. 1952.

SARTI, C. C. **Influência das características da camada fótica sobre a produção do complexo estuarino de Cananéia. São Paulo**, 1980. 140p. Dissertação;ção Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

SILVA I. G. **Produção e biomassa fitoplanctônica no Estuário do Rio Paripe. Itamaracá - Pernambuco - Brasil**. Recife, 1992. 161p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992.

STEEMANN - NIELSEN, E. The use of radio-active Carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea. **Journal du Conseil Permanent International pour L'Exploration de le Mer**, Copenhage, v. 18, n. 2, p. 117-40, 1952.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A practical handbook of sea-water analysis. **Bull. Fish. Res. Bd. Can.** v. 167 1972. p. 1-311,

TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.

TRAVASSOS, P. E. P. F. **Hidrologia e biomassa primária do fitoplâncton no estuário do rio Capibaribe, Recife, Pernambuco**. Recife, 1991, 288f Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco,

TUNDISI, J. **Produção primária, "Standing Stock" e fracionamento do fitoplâncton na região Lagunar de Cananéia**. Tese de Doutorado, U. S. P., mimeo, 131pp. 1969.

TUNDISI, J.; TUNDISI, T. M. Produção Orgânica em ecossistemas aquáticos. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 861-7. 1976.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea water**. Report of SCOR/UNESCO Working group 17 with meeting from 4 to 6 June 1964, Paris, 1966. 69 p. (Monographs on Oceanology Methodology)

UNESCO. **International Oceanographic Table**. Wormly: n. 2, 1973. 141 p.