CDU
556.54(813.4)

ASPECTOS HIDROLÓGICOS DO ESTUÁRIO DO RIO CAPIBARIBE (RECIFE-PERNAMBUCO-BRASIL).

PAULO EURICO P. F. TRAVASSOS
SÍLVIO JOSÉ DE MACÊDO
MARIA LUISE KOENING
Departamento de Oceanografia-UFPE

RESUMO

O estuário do Rio Capibaribe está situado em plena zona urbana da cidade do Recife, sendo considerado um ambiente bastante dinâmico do ponto de vista hidrográfico, principalmente em decorrência da ação das marés e dos constantes lançamentos de efluentes industriais e domésticos na região. Durante o período de junho/87 a julho/88, abrangendo um ciclo sazonal completo (fases sêca e chuvosa), foram coletadas amostras mensais para a determinação das principais características hidrológicas do estuário (transparência, coeficiente de extinção da luz, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio dissolvido, DBO, pH e nutrientes) à diferentes níveis de profundidade, durante as preamares e baixa-mares. Os resultados obtidos indicaram que, o grande aporte de poluição proveniente de efluentes industriais e domésticos causaram um acentuado desequilíbrio dos parâmetros hidrológicos, principalmente dos relacionados com o oxigênio dissolvido, DBO e elementos nutrientes dissolvidos.

ABSTRACT

The estuarine region of the Capibaribe River, characterized by an intensive tidal action, is located in the urban area of Recife, a city from where considerable industrial and domestic wastes are demped into the river. From June 1987 to July 1988, samples were collected from two nominal dephts in the water column, in four stations during a tidal cycle. It was observed that the dumping of organic watter from domestic and industrial origin, has resulted on depletion of dissolved oxygen and high BOD values.

INTRODUÇÃO

A quase totalidade da implantação de projetos industriais e o próprio crescimento urbano são, em sua maioria, realizados sem nenhum estudo prévio no que diz respeito à preservação ambiental e principalmente em medidas que venham a ser adotadas para con - ter ou minimizar a poluição decorrente desses empreendimentos. Desta forma, o meio ambiente vem sofrendo danos consideráveis sem que uma medida efetiva seja tomada para se evitar esta degrada - ção.

Dentre os ecossistemas atingidos, os ambientes aquáticos, principalmente os estuarinos, tem sido gradativamente destruídos pelo constante lançamento nas bacias hidrográficas de diversos tipos de dejetos industriais e urbanos, assim como pelo aterro de vastas áreas de manguezais provocados pela expansão imobiliá- ria ou consequência do desenvolvimento desordenado das grandes ci dades.

O estado atual de degradação das regiões estuarinas vêm sen do objeto de intensas pesquisas realizadas por vários estudiosos em todo o mundo, principalmente no que diz respeito à poluição e contaminação de suas águas, à distribuição e composição das popu lações fitoplanctônicas e aos padrões de circulação estuarina. DUSTAN e PINCKNEY (1989) por exemplo, tem atribuído a ocorrên - cia de "blooms" fitoplanctônicos no meio ambiente marinho, a uma conjunção entre as funções de força física e à atividade biológi ca.

O litoral do Estado de Pernambuco apresenta em toda a sua extensão de aproximadamente 200 Km, uma quantidade considerável de cursos d'água que desembocam no Atlântico, sendo representa - dos em sua porção final pelos estuários. Segundo COELHO e TORRES (1982), existe no Estado cerca de 25.044 ha de áreas estuarinas

aos quais 30,6% , (7.672 ha) são ocupados pelo espelho d'água e 69,4% (17.372 ha) cobertos por manguezais. No entanto, a maioria destes ambientes já apresenta sinais de desequilíbrio ecológico devido ao constante lançamento de poluentes em suas águas.

De uma maneira geral, os agentes poluidores em sua maioria, são originários das usinas de açúcar e destilarias de ácool dis- tribuídas por toda a zona da mata do Estado, como também dos es- gotos domésticos em decorrência da expansão urbana desordenada.

Este problema torna-se mais acentuado na região Metropolita na do Recife, onde estão instaladas a maioria das indústrias e onde a implantação de uma infra-estrutura de saneamento básico não tem acompanhado o crescimento populacional verificado nos úl timos anos.

Um exemplo desta degradação ambiental é o estado em que se encontra o estuário do Rio Capibaribe que, apesar de sua impor - tância sócio-econômica e por cortar em diversos pontos a cidade do Recife, onde está totalmente inserido, vem recebendo quantida des consideráveis de efluentes industriais e domésticos não só desta zona urbana, como também de outras indústrias e cidades lo calizadas ao longo de seu curso e que o utilizam como escoadouro de seus dejetos.

Os trabalhos pioneiros no estuário do Rio Capibaribe, foram realizados por OTTMANN & OTTMANN (1959), enfocando a distribui - ção da salinidade de acordo com a penetração da maré e OTTMANN & OTTMANN (1959 b), com relação à sedimentologia da área e STRETA (1959), abordando os aspectos hidrogeológicos.

No sentido de preencher esta lacuna de mais de 30 anos o presente trabalho tem como objetivo básico, a caracterização do estuário do Rio Capibaribe sob o ponto de vista hidrológico, de- terminando suas variações sazonais e delimitando as principais

áreas impactadas pela ação antropogênica e resíduos industriais.

DESCRIÇÃO DA ÁREA

A bacia hidrográfica do Rio Capibaribe encontra-se totalmente localizada no Estado de Pernambuco, setor nordeste, entre as latitudes de $7^{o}54'$ e $8^{o}19'S$ e as longitudes de $34^{o}54'$ e $36^{o}42'W$, compreendendo uma área de 7.716 Km^{2}, que equivale a cerca de 7,85% da área total do Estado (CONDEPE, 1980).

Limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do Rio Goiana e o Estado da Paraíba; ao sul com a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca; a leste com o Oceano Atlântico e algumas bacias hidrográficas de pequenos rios litorâneos; e a oeste com o Estado da Paraíba e a bacia hidrográfica do Rio Ipojuca (CONDEPE op. cit.; FIDEM, 1980).

Os afluentes da margem esquerda do Capibaribe possuem seus cursos praticamente paralelos à este rio, afluindo, desta forma, em ângulo agudo no mesmo, sendo todos, de uma maneira geral, de pequeno porte, o que não acontece com os da margem direita, que afluem perpendicularmente no Capibaribe e onde encontra-se seus principais afluentes, como o Tapacurá e o Goitá.

A distribuição espacial da temperatura do ar é bastante homogênea em toda esta área e, de acordo com as médias mensais ao longo dos anos, distingue-se um período mais quente de dezembro à março, e um certo arrefecimento, com temperaturas mais amenas, no período de julho à agosto.

A distribuição sazonal das chuvas na bacia do Capibaribe apresenta-se de duas formas bem distintas. O período sêco, que abrange primavera-verão e se estende de setembro à fevereiro, e o período chuvoso, correspondente ao outono/inverno, entre março e agosto, com pequenas diferenças ao longo da bacia. Nas partes baixa e média por exemplo, 65 a 70% das precipitações médias anuais, estão concentradas no período que se estende de abril a agosto, sendo os meses de maio e junho, considerados os mais chuvosos. Já na parte alta da bacia, 70% das precipitações médias anuais acham-se concentradas entre fevereiro e julho, sendo os meses de maior precipitação pluviométrica, março e abril.

MATERIAL E MÉTODOS

No período compreendido entre junho/87 e julho/88, foram realizadas coletas mensais a bordo de um pequeno barco de pesca (6,0 m de comprimento e motor de centro de 6,5 HP), em quatro estações, distribuídas na zona estuarina do Rio Capibaribe, em pontos pré - determinados, acompanhando as variações do ciclo das marés, em um mesmo dia e em duas profundidades distintas: superfície e profundidade máxima em cada estação.

Para se proceder a distribuição das estações na zona estuarina, foi realizado um estudo preliminar da salinidade em vários pontos do curso do rio, com o intuito de se verificar a força de penetração da maré no mesmo. Desta forma, de acordo com estes estudos, as estações ficaram assim distribuídas.

- Estação 1: Localizada à montante da Ponte Princesa Isabel, entre a Assembléia Legislativa e o Palácio do Campo das Princesas, distando 1,5 Km da foz e com a profundidade variando de 1,25 m e 3,70 m, de acordo com a maré. A profundidade média foi de 2,5m.
- Estação 2: Localizada em frente à Estação Central do Metrô do Recife, distando 2,7 Km da foz e com a profundidade variando de 4,30 m a 7,80m, de acordo com a maré. A profundidade média foi de t,0 m.
- Estação 3: Situada à jusante da Ponte Prefeito Lima de Castro, entre o Sport Club do Recife e a Clínica São Marcos, distando 5,1 Km da foz e com a profundidade variando de 2,80 m a 6,00 m, de acordo com a maré. A profundidade média foi de 4,40 m.
- Estação 4: Localizada entre o Parque da Jaqueira e o Hospital

Evangélico, distando da foz 8,2 Km e com a profundidade variando de 1,70 m a 4,00 m, de acordo com a maré. A profundidade média foi de 2,80 m. (Figura 1).

Todas as amostras para determinação dos parâmetros hidrológicos foram coletadas por meio de garrafas de Nansen e acondicionadas em recipientes plásticos ou de vidro, para posterior análise no laboratório, aplicando-se os seguintes métodos:

A transparência da água foi determinada utilizando-se um disco de Secchi; a temperatura através de termômetros oceanográficos de inversão tipo protegido; o pH pelo potenciômetro Beckman Zeromatic II; a salinidae, o oxigênio dissolvido e os sais nutrientes (NO_2-N, NO_3-N, PO_4-P e SiO_2-Si) pelos métodos descritos por STRICKLAND e PARSONS (1972) e a demanda bioquímica do oxigênio (DBO) através do método descrito pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1985).

RESULTADOS

Transparência: apesar da pequena amplitude de variação, verificou-se que, de uma maneira geral, as menores transparências foram obtidas nos meses de inverno, época em que a quantidade de material em suspensão carreada para o estuário foi bastante elevada. Com relação às marés, observou-se que os valores mais elevados foram registrados durante a preamar (média de 0,74 m), o que evidencia uma forte influência de águas marinhas no interior do estuário, principalmente durante as marés de sizígia. No que diz respeito às estações, observou-se que a transparência aumentou gradativamente no sentido da foz do estuário com a estação 1 apresentando os maiores valores. (Fig. 2).

Temperatura: a temperatura da água apresentou uma amplitude anual de 7,00°C, com um valor médio de 28,65°C. A temperatura mínima registrada foi de 24,80°C na estação 1 nas duas profundidades de coleta (0,00 e 1,80 m) e na estação 2 à superfície, tendo ambas ocorrido no mês de julho/88 na baixa-mar. A temperatura máxima de 31,80°C foi registrada na estação 1 à superfície, na estação 2 nas duas profundidades de coleta (0,00 e 6,00 m) e na estação 3 à superfície, com todas ocorrendo no mês de janeiro / 88 na baixa-mar. Apesar da pequena amplitude da variação, o ciclo sazonal apresentou-se bem definido. Os valores mais baixos ocorreram nos meses de junho, julho e agosto/87 e junho e julho / 88 e os mais elevados no período que se estende de novembro / 87 a maio/88, com os meses de setembro e outubro/87 apresentando valores intermediários entre estes. Comparando-se os valores obtidos nas duas marés, observou-se que não houve diferença significativa entre as temperaturas registradas na baixa-mar e na preamar . Com relação à variação vertical, observou-se uma pequena estratificação da temperatura da água durante a preamar quando foram registrados valores mais elevados à superfície, principalmente nas estações 1, 2 e 3. Na baixa-mar, os valores obtidos na camada superficial foram, na grande maioria dos casos, coincidentes com os registrados na camada profunda. (Fig. 3).

Salinidade: a salinidade da água na região estuarina do Rio Capibaribe oscilou desde valores limnéticos à valores oceânicos de acordo com a variação sazonal e o ciclo de marés. Os valores oscilaram do mínimo de 0,05 registrado no mês de julho/87 na estação 4 na camada superficial na baixa-mar e o máximo de 36,09 registrado no mês de fevereiro/88 na estação 2 na profundidade máxima local (6,8 m) na preamar. A variação sazonal foi bem definida nas duas marés, embora mais evidente na baixa-mar onde os valores foram mais elevados no período de setembro/87 a fevereiro/88 e mais baixos nos outros meses do período estudado. Com relação à variação vertical, a salinidade apresentou uma pequena es-

tratificação na preamar, mais evidente nas estações 1 e 2 nos meses do período chuvoso, já que na baixa-mar os valores apresentaram pouca ou nenhuma pouca ou nenhuma diferença entre a salinidade obtida à superfície e àquela registrada na profundidade máxima em cada estação. (Fig. 4).

Oxigênio Dissolvido: o oxigênio dissolvido na água mostrou-se bastante variável com os valores oscilando do mínimo de 0,00 $ml.l^{-1}$ registrado em alguns meses e profundidades durante o decorrer da pesquisa, ao máximo de 8,77 $ml.l^{-1}$ registrado no mês de janeiro/88 na camada superficial da estação 4 na baixa-mar, O valor médio para todo o período foi de 2,71 $ml.l^{-1}$. Com relação à variação sazonal observou-se que os dados obtidos não demonstraram um ciclo definido, com os valores apresentando-se bastante oscilantes durante todo o período estudado. Valores iguais a zero ou bem próximos deste foram registrados em todas as estações durante todo o decorrer da pesquisa, como também valores elevados e que muitas vezes chegaram a ultrapassar os 100 % da saturação. Com relação a variação vertical, na grande maioria dos casos, o oxigênio dissolvido obtido na camada superficial foi um pouco mais elevado que aqueles registrados na camada profunda, tanto na baixa - mar quanto na preamar, embora em algumas ocasiões o inverso tenha sido observado. Os valores durante a preamar foram mais elevados que aqueles observados para a baixa-mar. (Figs. 5A e 5B).

Demanda Bioquímica do Oxigênio: a demanda bioquímica do oxigênio durante o período estudado, apresentou-se de forma bastante irregular com os valores oscilando muito de um mês ao outro sem seguir um padrão de variação definido. A amplitude apresentada foi de 51,89 $mg.l^{-1}$ com um valor médio de 8,08 $mg.l^{-1}$. O valor mínimo de 0,10 $mg.l^{-1}$ foi registrado na estação 3 na profundidade máxima local (5,80 m) no mês de junho/87 na preamar, enquanto o valor máximo de 51,99 $mg.l^{-1}$ foi registrado também na

profundidade máxima local (2,00 m) na estação 1 no mês de junho/87 na baixa-mar. Quanto à variação vertical, os valores também não mostraram um padrão regular, com a D.B.O. ora apresentando-se mais elevada à superfície, ora com o mesmo valor em toda a coluna d'água, e outras vezes apresentando-se mais elevada na camada profunda. No que diz respeito aos resultados obtidos nas duas marés, observou-se que durante a baixa-mar a D.B.O. apresentou valores mais elevados que aqueles registrados durante a preamar. É importante salientar que muitos resultados (37) tiveram que ser desprezados devido provavelmente a alguma substância química contida nas amostras coletadas que certamente interferiu no método analítico utilizado para a sua determinação (Fig. 6).

pH: à exceção de quatro valores registrados nas estações 1 e 2, o pH manteve-se sempre alcalino apresentando uma amplitude de variação de apenas 1,55 e um valor médio de 7,68. O valor mínimo obtido foi de 6,85 registrado no mês de julho/88 na estação 2 na profundidade máxima local (5,80 m) na baixa-mar, enquanto o valor máximo de 8,40 foi obtido na preamar na estação 3 nos meses de novembro e dezembro/87 à superfície e na estação 4 no mês de novembro/87 nas duas profundidades de coleta (0,00 e 3,50 m). Os valores registrados na preamar foram ligeiramente mais elevados que aqueles obtidos na baixa-mar, o que indica uma forte influência de águas marinhas proveniente do fluxo da maré para o interior do estuário. Quanto à variação vertical, o pH apresentou um padrão bastante irregular, tanto no fluxo como no refluxo da maré (Fig. 7).

Nitrito-N: apresentou valores elevados, tendo sido registrados picos no mês de março/88 em todas as estações durante a baixa-mar, e nos meses de junho/88 na estação 3 e março/88 na estação 4, ambos na preamar. A concentração mínima registrada foi de 0,001 $\mu mol.l^{-1}$ obtida no mês de dezembro/87 na camada superfici-

al da estação 1 na baixa-mar, enquanto a concentração máxima de 21,156 µmol.l^{-1} foi resgistrada no mês de março/88 na camada superficial das estações 3 e 4 também na baixa-mar. Não foi observado um ciclo sazonal definido, já que as concentrações de nitrito-N durante o período estudado variaram irregularmente no decorrer dos meses. Com relação ao ciclo de marés, observou-se que na baixa-mar as concentrações foram um pouco mais elevadas que aquelas obtidas durante a preamar. No que diz respeito à distribuição vertical, o nitrito-N apresentou valores bastante próximos nas duas profundidades de coleta durante o decorrer do trabalho, salvo em determinados meses quando as diferenças foram mais acentuadas, principalmente durante a preamar (Fig. 8).

Nitrato-N: as concentrações de nitrato-N apresentaram-se muito variáveis com os valores oscilando do mínimo de 0,686 umol.l^{-1} registrado no mês de fevereiro/88 na estação 4 na profundidade máxima local (3,50 m) na preamar, ao máximo de 62,677 µmol.l^{-1} registrado no mês de março/88 também na estação 04 na profundidade máxima local (1,70 m) na baixa-mar. Com relação às concentrações obtidas em cada maré, observou-se que os valores registrados durante a baixa-mar foram mais elevados, apresentando um padrão de variação bastante irregular com os valores oscilando muito a cada mês em todas as estações de coleta, principalmente nas 2,3 e 4. Na preamar, o padrão de variação do nitrato-N foi bem distinto deste, à exceção da estação 4 onde os valores oscilaram muito durante o período e apresentaram alguns picos como os registrados nos meses de julho/87 e julho/88. De uma maneira geral, as concentrações registradas à superfície foram mais elevadas que aquelas obtidas nas profundidades máximas em cada estação, embora em alguns meses tenham sido registradas concentrações mais elevadas na camada profunda (Fig. 8).

Fosfato-P: as concentrações de fosfato-P oscilaram bastante,

apresentando uma amplitude de variação de 8,387 µmol.l^{-1} com uma concentração média de 3.018 µmol.l^{-1} para todo o período estudado. A concentração mínima foi de 0,581 µmol.l^{-1} registrada no mês de julho/87 na estação 2 na camada superficial na preamar enquanto a concentração máxima foi de 8,968 µmol.l^{-1} registrada no mês de dezembro/87 na estação 2 na camada superficial na baixa-mar. O fosfato-P não apresentou nenhum padrão de variação sazonal definido, embora que, de uma maneira geral, as maiores concentrações tenham sido registradas em meses de verão, principalmente em dezembro/87 onde foram observados picos em todas as estações na baixa-mar e nas estações 3 e 4 na preamar. De uma maneira geral, as concentrações obtidas na baixa-mar foram um pouco mais elevadas que aquelas registradas durante a preamar em toda a coluna d'água. Quanto à variação vertical, a concentração de fosfato-P apresentou um padrão bastante irregular durante o período estudado. Quando os valores não foram coincidentes nas duas profundidades de coleta, eles apresentaram-se ora mais elevados à superfície e ora mais elevados no fundo (Fig. 10).

Silicato-Si: apresentou-se bastante variável no decorrer da pesquisa com uma amplitude de 203.272 µmol.l^{-1} e apresentando uma concentração média de 65,879 µmol.l^{-1}. A concentração mínima foi de 0,091 µmol.l^{-1} tendo sido registrada no mês de fevereiro/88 na estação 2 na profundidade máxima local (5,00 m) na baixa-mar enquanto que a concentração máxima foi de 203,363 µmol.l^{-1} registrada no mês de dezembro/87 na estação 3 na camada superficial também na baixa-mar. O silicato foi o único nutriente que apresentou uma nítida variação sazonal, tanto na preamar, onde o ciclo foi mais evidente, quanto na baixa-mar, à exceção das estações 2 e 3 onde os valores de silicato-Si se apresentaram bastante irregulares com oscilações bruscas durante todo o período. As concentrações mais elevadas foram registradas nos meses de inverno (maio

a agosto) e as mais baixas nos meses de verão onde os picos mínimos ocorreram no período de novembro/87 a fevereiro/88. Comparando-se as duas marés, observou-se que a baixa-mar apresentou concentrações de silicato-Si mais elevadas que aquelas registradas para a preamar demonstrando uma forte influência do aporte terrígeno na área estudada. A variação vertical do silicato-Si apresentou-se bastante irregular durante o decorrer do trabalho, à exceção das estações 1 e 3 durante a preamar quando os valores foram quase sempre, mais elevados à superfície (Fig. 11).

DISCUSSÃO

Os resultados da transparência obtidos no estuário do Rio Capibaribe foram baixos, evidenciando uma camada fótica bastante reduzida. Os menores índices foram registrados durante o período chuvoso em consequência do grande aporte de material em suspensão carreado para o ambiente decorrente da intensa drenagem terrestre verificada neste período.

Segundo TUNDISI (1976) as variações de temperatura nos ambientes estuarinos são mais elevadas que nas águas costeiras e oceânicas, "principalmente quando o estuário é pouco profundo e grande parte do substrato fica exposto". Na região estudada, a temperatura da água chegou a atingir o valor máximo de 31,80^{o}C com uma amplitude de variação de 7^{o}C. Devido à pouca profundidade local e à mistura de massas d'água, apenas na preamar foi observada uma pequena estratificação como resultante da entrada de águas marinhas mais frias, o que também foi evidenciado por FEITOSA (1988)' na Bacia do Pina e MACÊDO, COSTA (1990) no Rio Igarassu.

A salinidade está caracterizada por apresentar consideráveis flutuações e por ser geralmente mais baixa que os valores observados nas regiões costeiras e oceânicas (KINNE, 1967). Estas variações de salinidade estão estreitamente relacionadas com o

fluxo e refluxo das marés, as estações do ano e a descarga fluvial para os estuários (NASH, 1947; McLUSKY, 1971; HUGHES, RATTARY, 1980). De acordo com SMAYDA (1983) as condições locais de chuva, evaporação, drenagem terrestre e o grau de mistura com águas costeiras, influenciam fortemente a média anual, a amplitude de variação e o gradiente salino característico de cada estuário. No estuário do Rio Capibaribe, a variação da salinidade foi bastante influenciada pelo aporte fluvial e a drenagem terrestre durante o período chuvoso, assim como também pelo fluxo e refluxo das marés. Com relação à variação vertical, observou-se que a salinidade esteve bem estratificada durante a preamar, com a camada profunda apresentando valores mais elevados que a camada superficial. Esta estratificação salina foi também observada por OTTMANN, OTTMANN (1959) em trabalho pioneiro realizado nesta região, tendo a influência da salinidade sido observada a uma distância de 15 Km da foz do Porto do Recife.

De acordo com a classificação estabelecida por MACÊDO, COSTA (1978) no que diz respeito à taxa de saturação do oxigênio dissolvido para estuários do Nordeste brasileiro, o estuário do Rio Capibaribe pode ser enquadrado tanto como uma zona de baixa saturação (valores entre 50 e 100 %) como uma zona poluída (valores menores que 25 %). Isto se deve ao fato de que durante o período estudado foi observado um certo equilíbrio entre os índices que caracterizam estas duas zonas, principalmente em consequência do fluxo e refluxo das marés, com os valores na preamar sendo mais elevados que aqueles registrados durante a baixa-mar. Pode-se determinar que os baixos índices de oxigênio dissolvido registrados são consequência principalmente do aporte de matéria orgânica proveniente dos despejos domésticos e industriais aos quais a região estuarina do Rio Capibaribe está sujeita, como foi observado pela CPRH (1985; 1988). Vale salientar que esta influência é mais

acentuada durante a baixa-mar devido ao menor volume de água existente no ambiente, já que durante a preamar o influxo de água marinha para o interior do estuário provoca a diluição desta matéria orgânica.

Os resultados obtidos pela CPRH (1988) em estudos realizados sobre a qualidade da água do Baixo Capibaribe durante o ano de 1987, indicaram que a D.B.O. variou de valores menores que 2,0 $mg.l^{-1}$ ao valor máximo de 375,0 $mg.l^{-1}$, tendo-se observado que 81,82 % dos valores registrados estavam em desacordo com a classificação do rio (Classe 2), a qual estabelece para este parâmetro o limite máximo de 5,0 $mg.l^{-1}$. Segundo a classificação estabelecida por vários autores o limite máximo de DBO para determinar se um rio é indesejável ou não quanto ao efeito de cargas poluidoras nele lançadas, é de 7,0 $mg.l^{-1}$. Assim, levando-se em consideração esta classificação, observou-se que na região estudada, tanto a baixa-mar quanto a preamar apresentaram índices superiores a 7,0 $mg.l^{-1}$. Na baixa-mar, 38,14 % do total de valores observados nesta maré, foram mais elevados que este limite, enquanto que na preamar este índice foi de 32.58 %, demonstrando que a região recebe uma carga considerável de poluentes orgânicos.

Segundo MACÊDO (1974), o pH da água está relacionado com a quantidade de matéria orgânica em decomposição, a qual é fator limitante tanto para o sistema dióxido de carbono como para o de oxigênio dissolvido. Para a região estudada não foi observado um ciclo sazonal definido, onde os valores registrados durante a preamar foram ligeiramente mais elevados que aqueles obtidos na baixa mar, o que evidencia a influência de água do mar no interior do estuário.

A fertilização de ambientes estuarinos, como constatado por inúmeros autores, pode ser feita, de uma maneira geral, através de processos como a drenagem terrestre provocada pela precipitação

pluviométrica, o aporte de água doce proveniente dos rios, a penetração de águas costeiras profundas ricas em nutrientes, a ressuspensão dos sedimentos pela ação das correntes e também em decorrência da poluição (TUNDISI; TUNDISI 1976; SMAYDA, 1983; ANDE, XISAN 1989). Na região estudada observou-se que os teores de sais nutrientes, de uma maneira geral, foram elevados durante o período estudado, tendo-se verificado que durante a baixa-mar todos os nutrientes avaliados (nitrito-N, nitrato-N, fosfato-P e silicato-Si) apresentaram concentrações mais altas que aquelas registradas durante a preamar. À exceção do silicato-Si que apresentou variação sazonal definida, com os valores mais elevados registrados no período chuvoso, todos os outros nutrientes não apresentaram um ciclo sazonal característico, já que seus valores oscilaram aleatoriamente durante o período estudado. Em vários estudos realizados no Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE), foram constatados elevados índices de sais nutrientes. De acordo com estes estudos, as altas concentrações destes sais nas águas do canal devem-se principalmente à liberação dos mesmos pela ressuspensão dos sedimentos depositados no fundo e à drenagem terrrestre através dos vários rios que desaguam na região (MACÊDO, LIRA, SILVA 1973; MACÊDO, 1974, 1977; CAVALCANTI, 1976; PASSAVANTE, 1979; CAVALCANTI, MACÊDO, PASSAVANTE, 1981; MACÊDO, MELO, COSTA 1982). No estuário do Rio Capibaribe, além destes dois procesos de fertilização, a poluição, tanto de origem industrial como de origem doméstica, teve uma influência relevante no incremento de sais nutrientes para este ambiente, principalmente na região metropolitana do Recife onde a poluição de origem doméstica é bem mais elevada que a industrial em certas épocas do ano (CPRH, 1988). Desta forma, as altas concentrações de sais nutrientes registrados no estuário do Rio Capibaribe durante o período estudado foram, provavelmente, resultado tanto do suprimento de fontes externas (aporte fluvial, dre-

nagem terrestre e poluição) quanto dos processos de reciclagem destes elementos dentro do próprio estuário (ressuspensão dos sedimentos e remineralização da matéria orgânica).

CONCLUSÕES

- Os principais responsáveis pelas elevadas concentrações de sais nutrientes na região são a drenagem terrestre e a poluição de origem orgânica;
- As baixas concentrações de oxigênio dissolvido e os elevados valores de DBO observados demonstraram que a região estuarina encontra-se comprometida no que diz respeito à qualidade de suas águas, por receber uma carga considerável de poluição de origem orgânica; e
- Apesar dos constantes lançamentos de efluentes industriais e domésticos que acarretaram um acentuado desequilíbrio no ecossistema, as correntes de marés condicionaram uma perfeita reciclagem dos parâmetros químicos enfocados, indicando um elevado poder de autodepuração do Rio Capibaribe na sua zona estuarina.

BIBLIOGRAFIA

ANDE, F..; XISAN, J. Tidal effect on nutrient exchange in Xiangshan Bay, China. Marine Chemistry. Amsterdam, v. 27, p. 259-281, 1989.

A.P.H.A. Standard methods for the examination of water and wastewater, 12 nd ed., New York, 1965, 769 p.

CAVALCANTI, L.B. Caracterização do canal de Santa Cruz (Pernambuco) em função dos parâmetros físico-químicos e pigmentos fotossintéticos. Tese (Livre docência), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1976, 115 p.

CAVALCANTI, L.B.; MACÊDO, S.J.; PASSAVANTE, J.Z. de O. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. XXI. Caracterização do Canal de Santa Cruz em função dos parâmetros físico-químicos e pigmentos fotossintéticos. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v. 16. p. 157-216. 1981.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTRÔLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL E DE ADMINISTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). Inspeção aos dispositivos de calda das usinas de açúcar e destilarias de álcool e aguardente do Estado de Pernambuco., Recife, 1985, 28 p., relatório.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE CONTRÔLE DA POLUIÇÃO AMBIENTAL E DE ADMINISTRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (CPRH). Qualidade das águas do Rio Capibaribe no Estado de Pernambuco em 1987. Recife, 1988 35p.

DUSTAN, P.; PINCKNEY, J.L. Tidally induced estuarine phytoplankton patchiness. Limnology and Oceanografphy, Lawrence, v. 34, n. 2, p. 410-419, 1989.

FEITOSA, F.A.N. Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros abióticos na Bacia do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil). Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1988, 270 p.

HUGHES, F.W.; RATTRAY, M. Jr. Salt flux in the Columbia River estuary. Estuarine and Coastal Marine Science, London, v. 10, p. 479-493. 1980.

KINNE, O. Phisiology of estuarine with special reference to salinity and temperature: general aspects. In: LAUFF, G.H. (ed.). Estuaries. Washington, Am. Ass. Adv. Sci., 1967, p. 525-540.

MACÊDO, S.J.; LIRA, M.E.F.; SILVA, J.E. Condições hidrológicas do Canal da Santa Cruz, Itamaracá-PE. Boletim de Recursos Naturais da SUDENE. Recife, v. 11, n. 1/2. p. 55-90. 1973.

MACÊDO, S.J. Fisioecologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-Pernambuco). Disertação (Mestrado em Fisiologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974, 121 p.

MACÊDO, S.J. Cultivo de tainha (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) em viveiros situados na ilha de Itamaracá-PE. relacionados com as condições hidrológicas do Canal de Santa Cruz. Tese (Doutora do em Fisioecologia). Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo,, São Paulo, 1977 137 p.

MACÊDO, S.J.; MELLO, H.N.S.; COSTA, K.M.P. Estudos ecológicos da região de Itamaracá-Pernambuco-Brasil. XXIII. Condições hidrológicas do estuário do Rio Botafogo. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v. 17, p. 81-122 , 1982.

MACÊDO, S.J.; COSTA, K.M.P. Condições hidrológicas do estuário do Rio Igarassu - Itamaracá- PE. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, v. 21. p. 7-3 1990.

McLUSKY, D.S. Ecology of estuaries, London, Heinemann Educatio - nal Books, 1971, 144 p.

NASH, C.B. Environmental characteristics of a river estuary. Journal of Marine Research. New Haven, v. 6, n. 3, p. 147 - 175, 1947.

OTTMANN, F.; OTTMANN, F.M. La maré de salinidté, dans le Capibaribe, Recife-Brasil. Trabalhos do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia, Universidade do Recife, Recife, v. 1, n. 1, p. 39-49, 1959.

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

SMAYDA, T.J. The phytoplankton of estuaries. In: KETCHUM, B. H. Estuaries and enclosed seas. Amsterdam, Elsevier. 1983. p. 35 - 102.

STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. A manual of sea water analyses. Bulletin "Fisheries Research Board of Canada". Ottawa, v. 125 . p. 1-205, 1965.

TUNDISI, J.G. Produção primária, "standing stock" e fracionamento do fitoplâncton na região lagunar de Cananéia. Tese (Doutoramento). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1967. 139 p.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Produção orgânica em ecossistemas aquáticos. Ciência e Cultura. São Paulo, v. 28, p. 864-887, 1976.

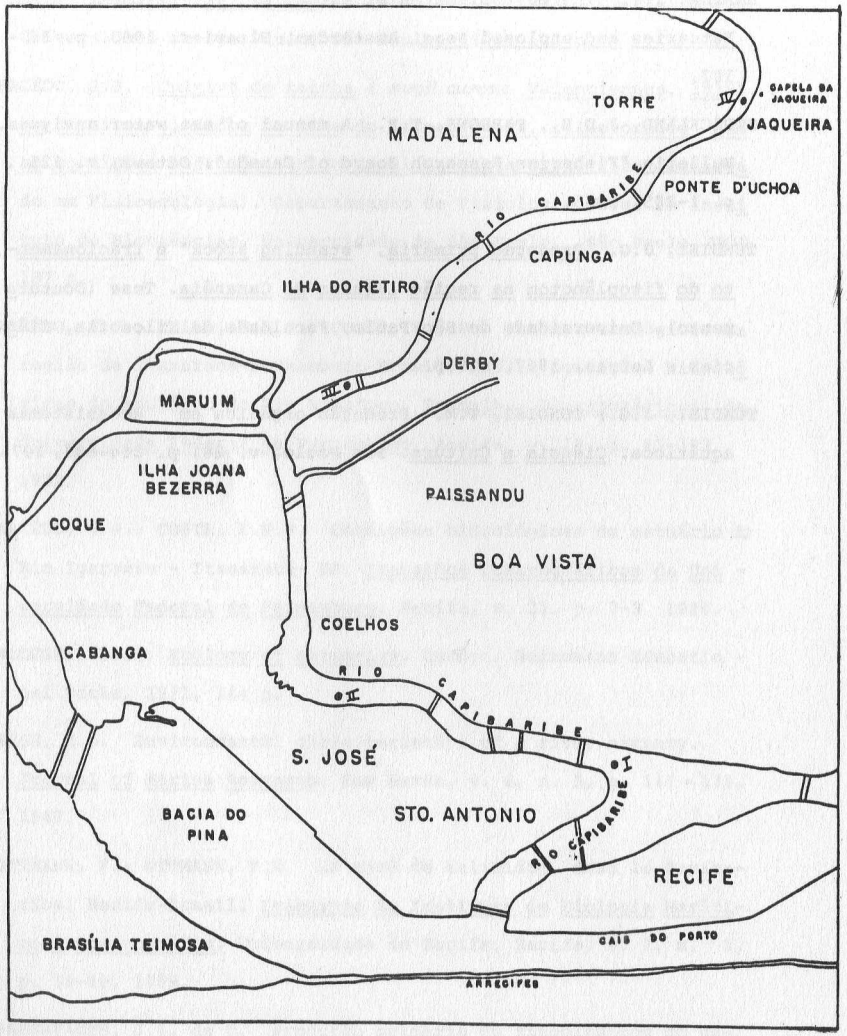


FIG. 1 - Área estudada com as estações de coleta

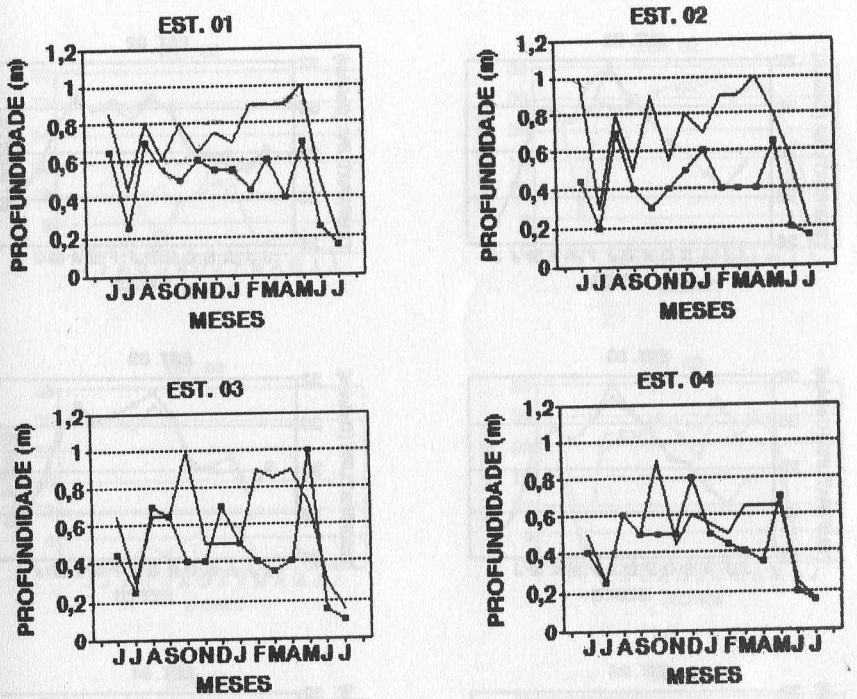
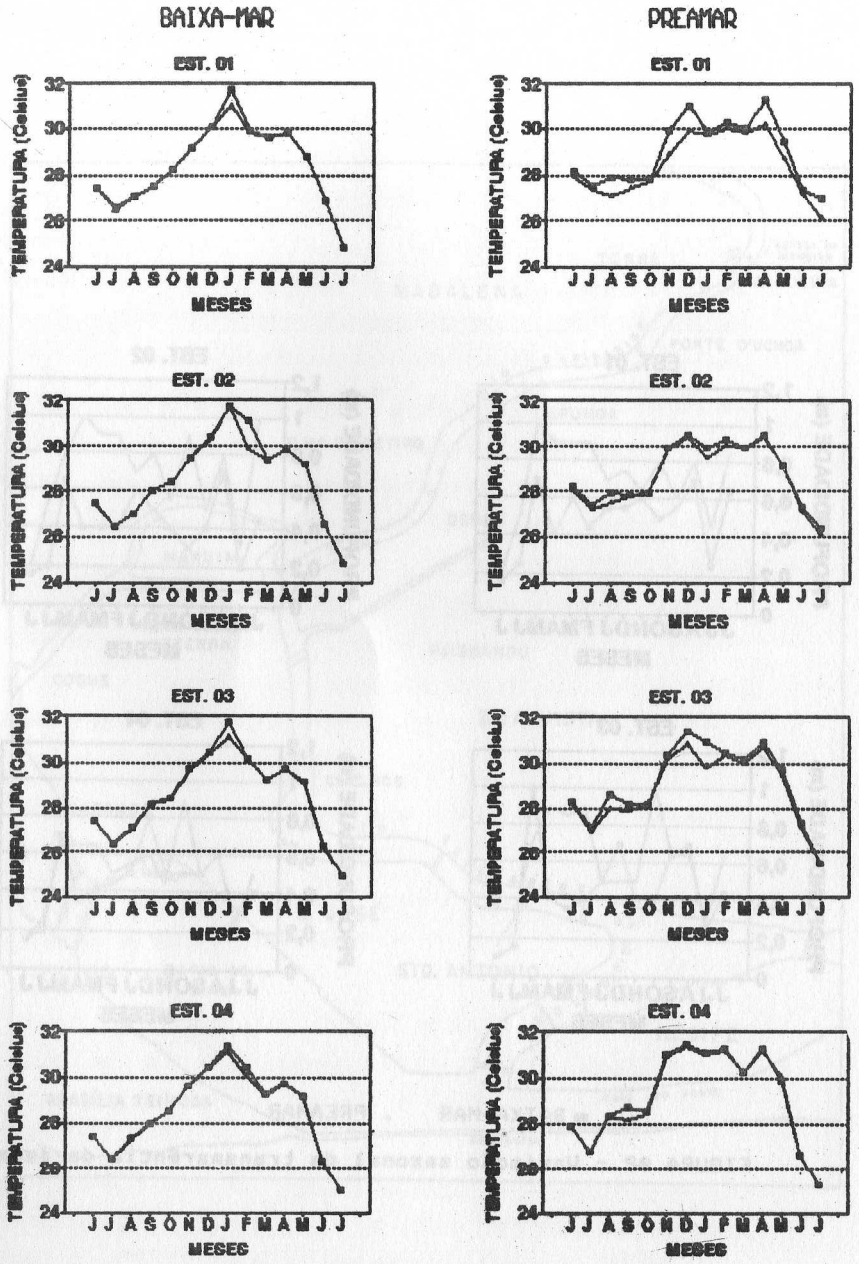
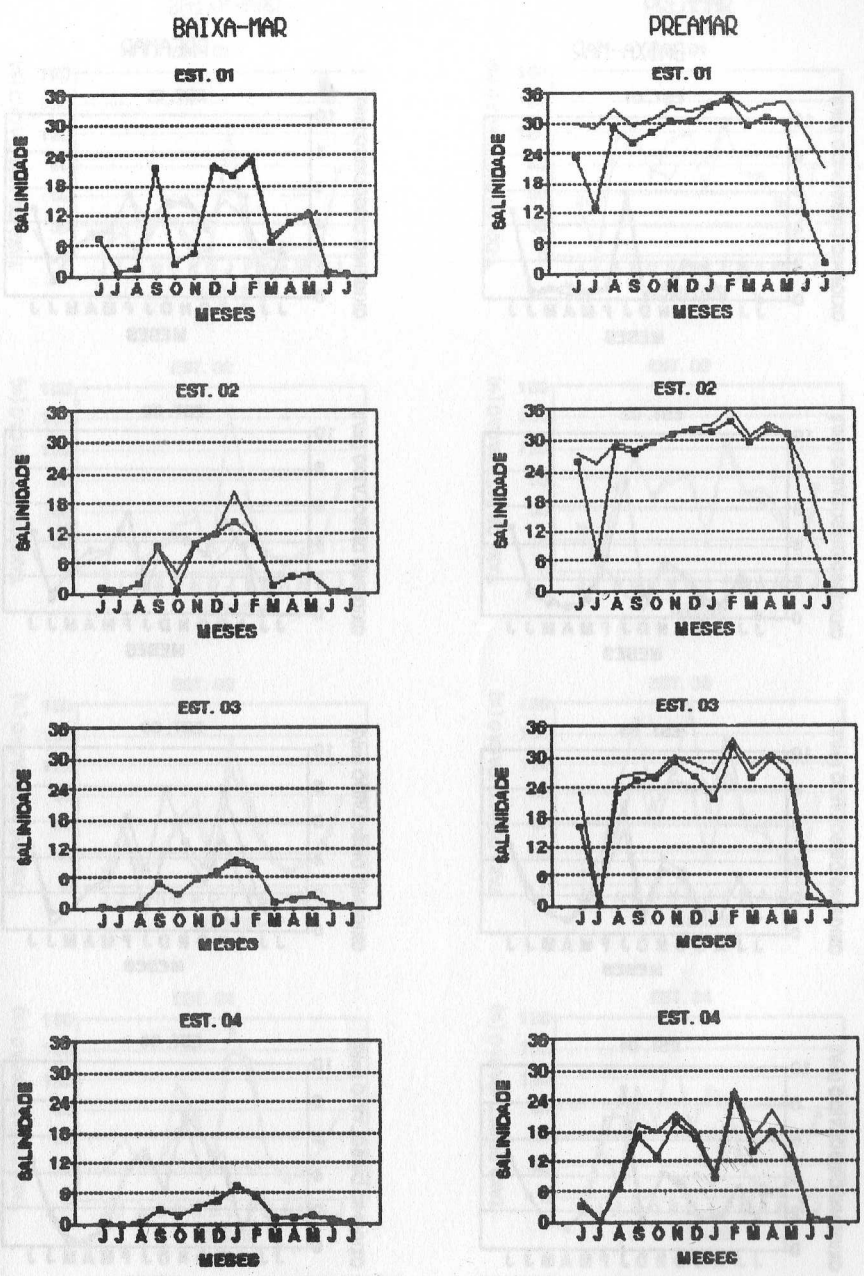


FIGURA 02 - Variação sazonal da transparência da água.



▬ SUPERFÍCIE . FUNDO

FIGURA 03 - Variação sazonal da temperatura.



▬ SUPERFÍCIE . FUNDO

FIGURA 04 - Variação sazonal da salinidade.

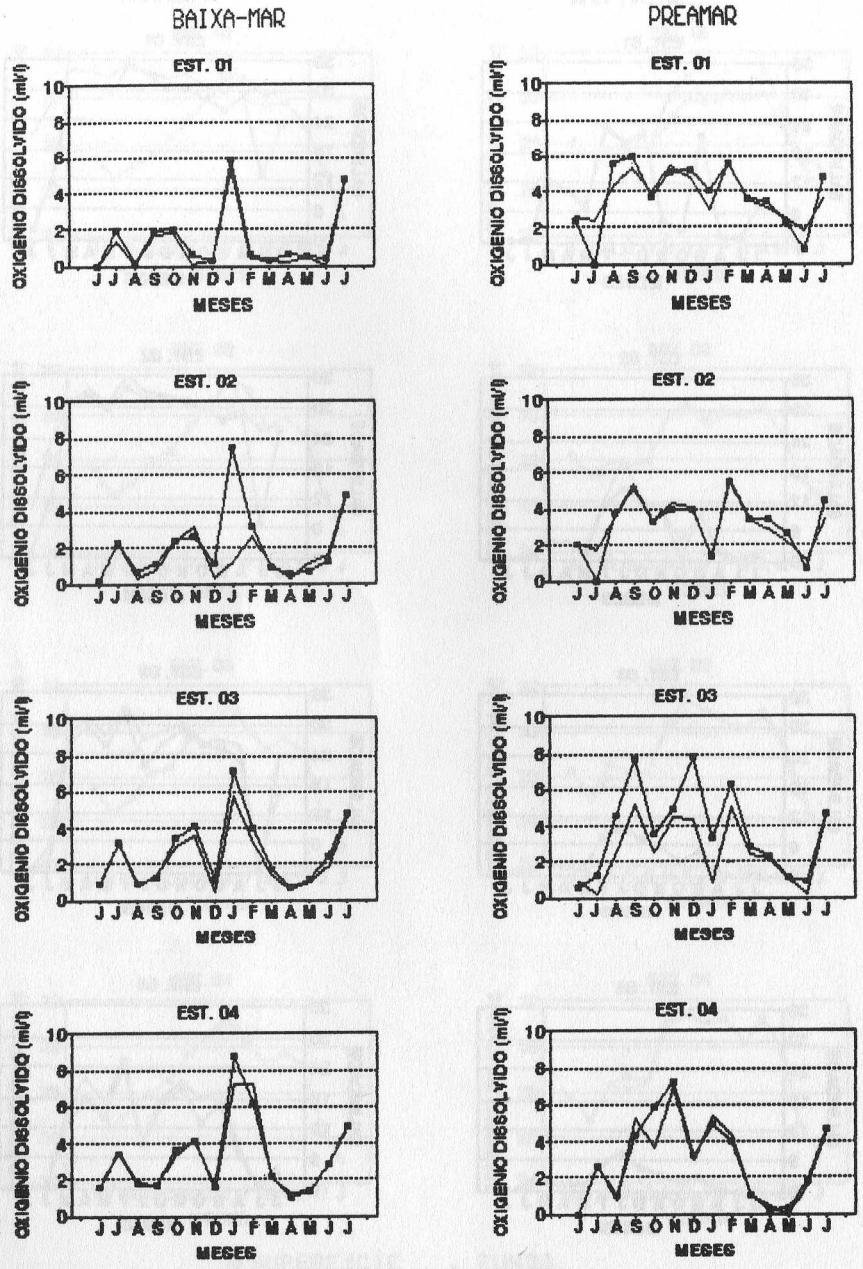


FIGURA 5.A - Variação sazonal do oxigênio dissolvido.

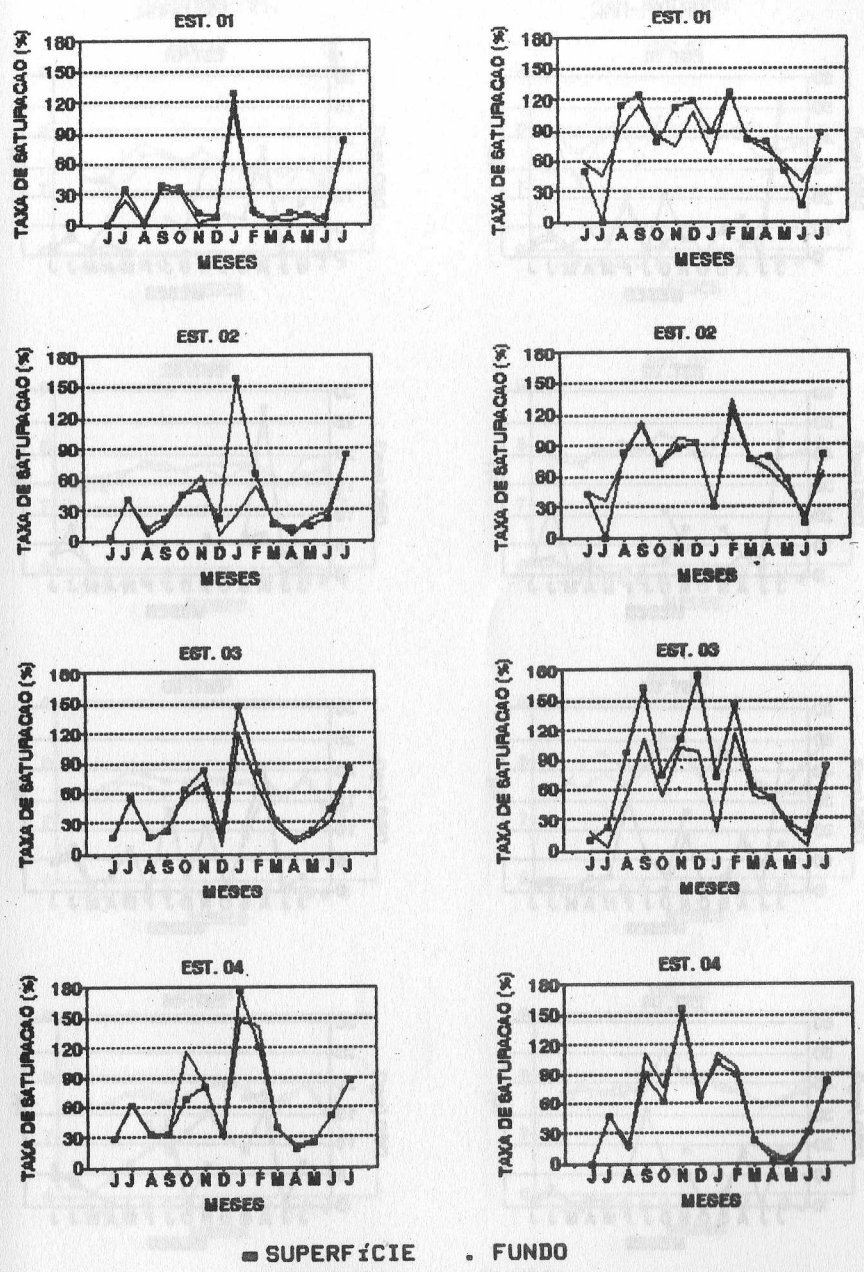


FIGURA 5.B - Variação sazonal da taxa de saturação do oxigênio dissolvido.

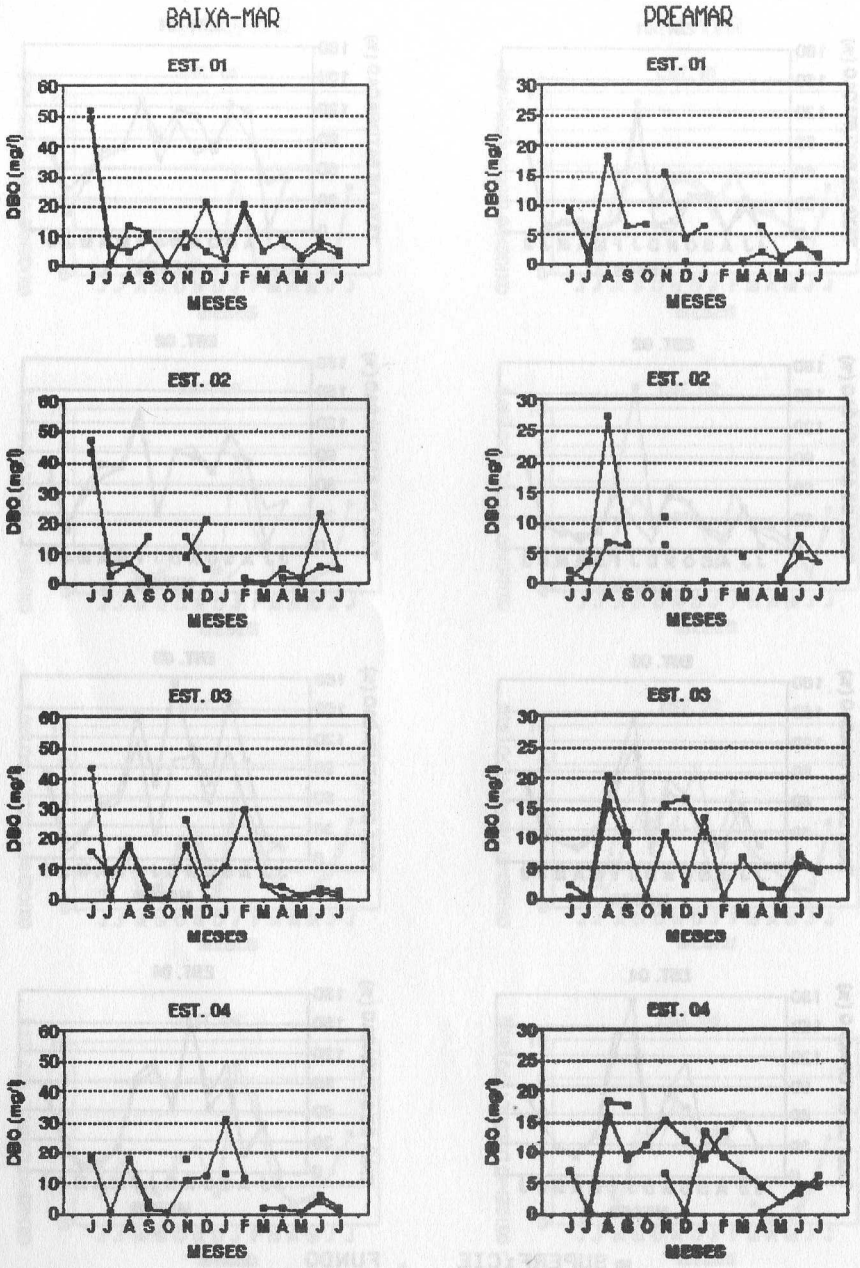


FIGURA 06 - Variação sazonal da demanda bioquímica do oxigênio.

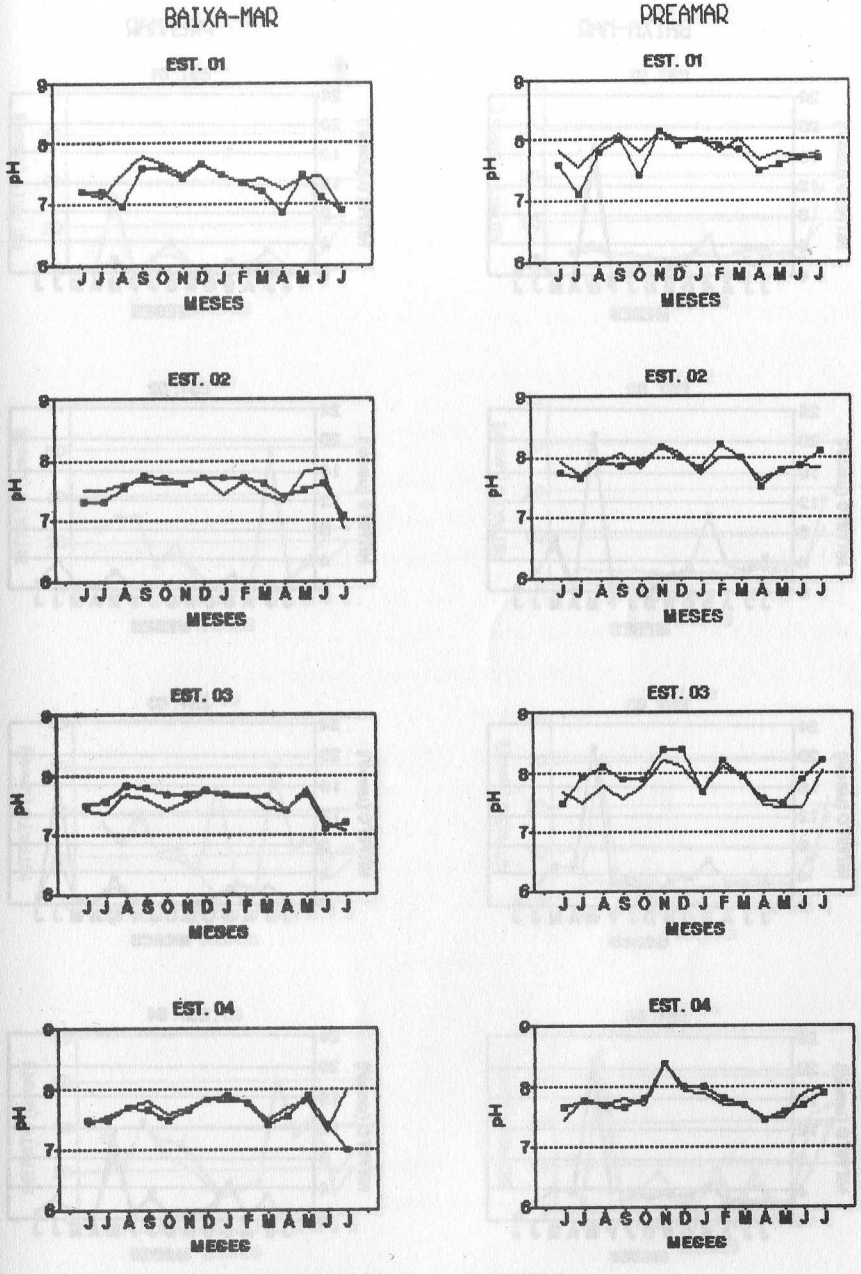


FIGURA 07 - Variação sazonal do pH.

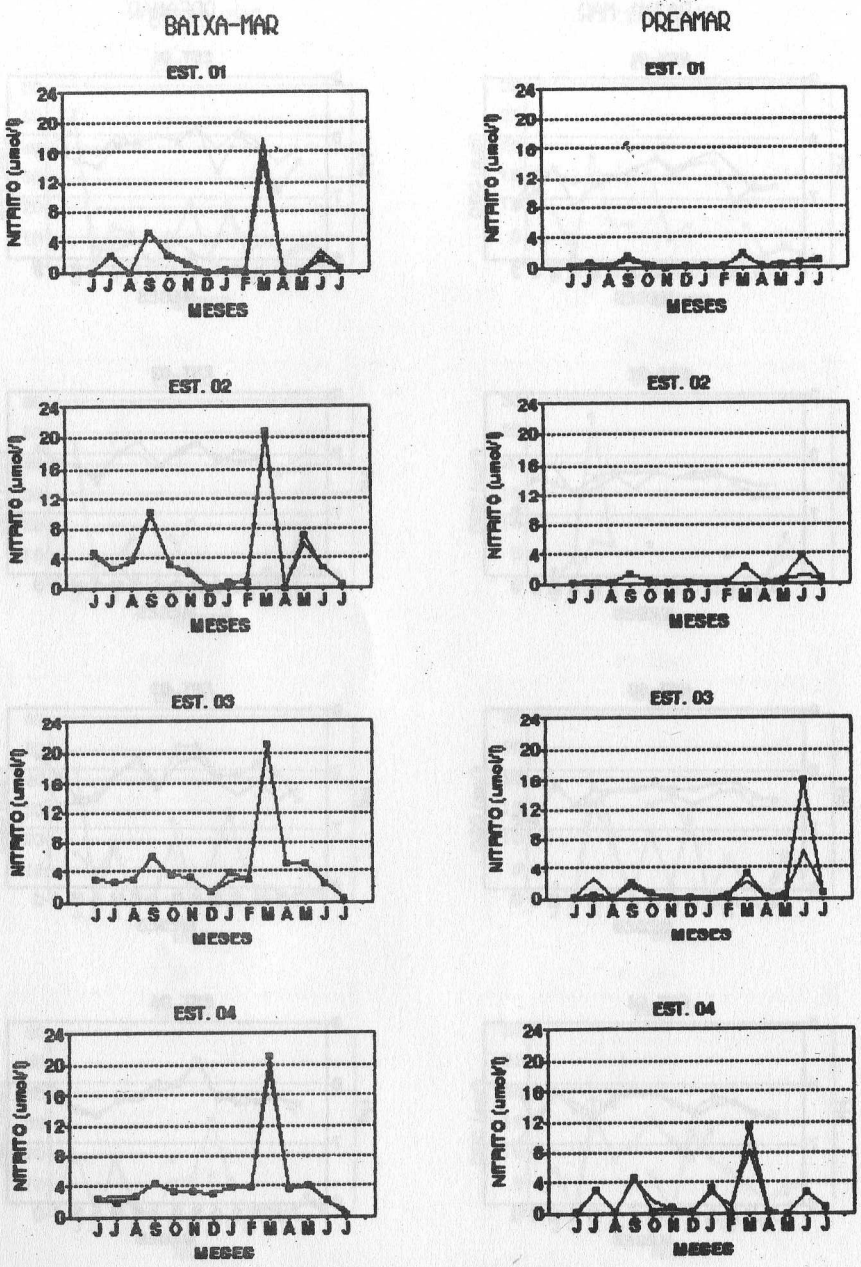


FIGURA 08 - Variação sazonal do nitrito (NO_2-N).

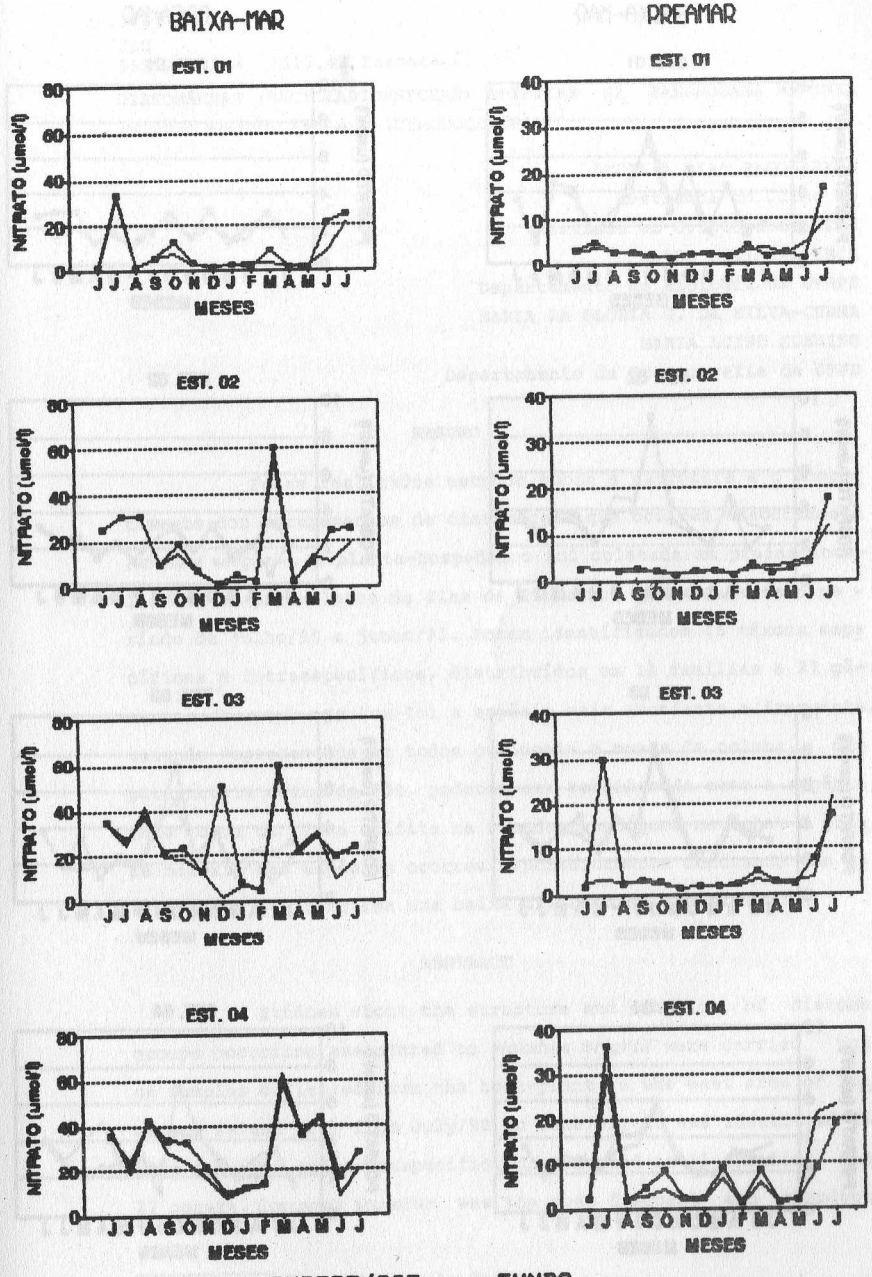


FIGURA 09 - Variação sazonal do nitrato (NO_3-N).

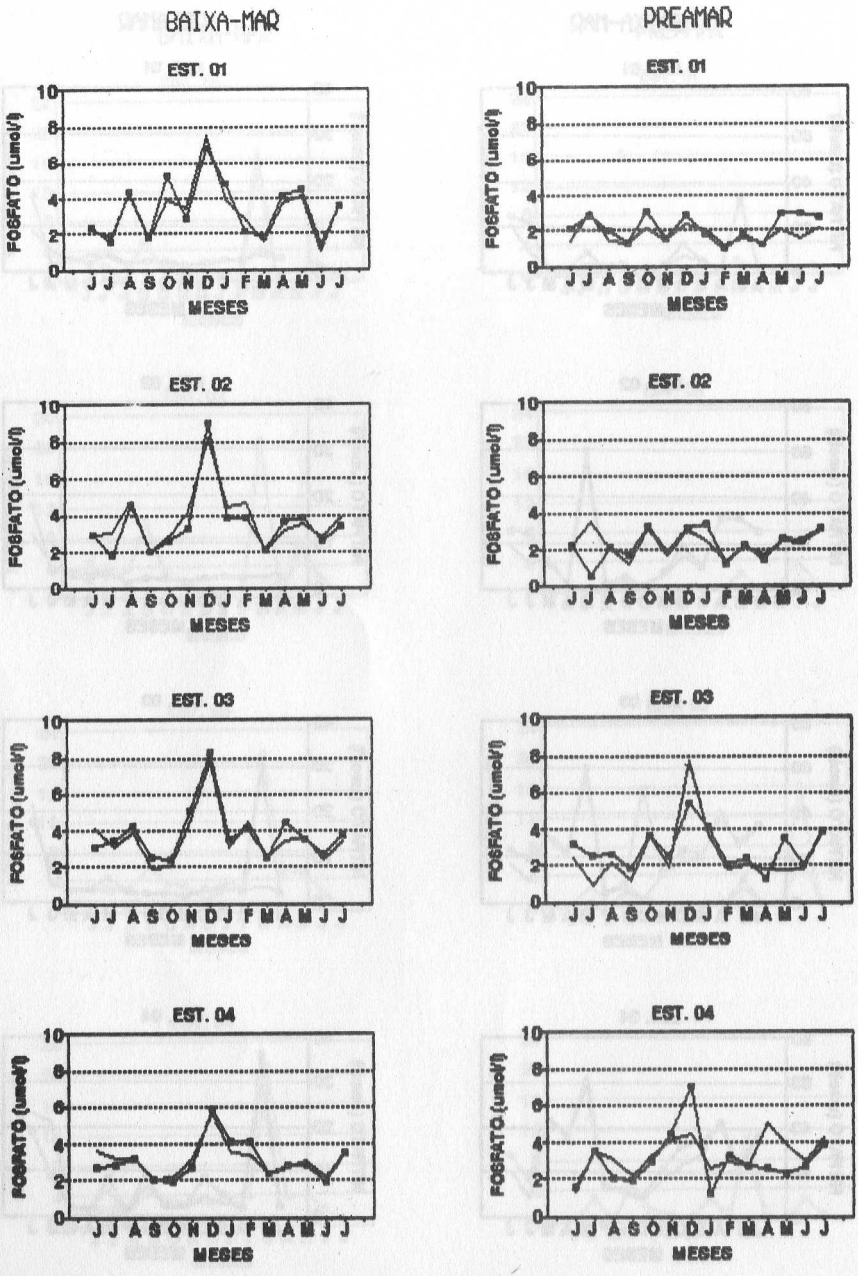


FIGURA 10 - Variação sazonal do fosfato (PO_4-P).