

PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA, BIOMASSA E FATORES LIMITANTES NA ÁREA ESTUARINA SW DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS *

JORGE FALCÃO PAREDES,
VERA MARIA CARVALHO PEIXINHO

e
RONAN REBOUÇAS CAIRES DE BRITO
Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

SYNOPSIS

The primary production by C¹⁴, standing crop as ratio of particulate carbon/nitrogen and bioassay tests concerning to dissolved nitrogen and phosphorus were investigated in the SW estuarine mangrove area of the Bay of Todos os Santos (Brazil) during 10 months. The phytoplankton displayed in this area a mean density of 9x10⁵ cells/liter. The primary productivity showed an average range of 9.52 to 10.93 mgC/m³/h, representing the rate about 45 g C/m³/year or 181 g C/m²/year. Phytoplankton fraction under 35µ at the stations 0 and 1 was responsible for the most C¹⁴ uptake. A negative relationship between primary production and limiting nitrogen and phosphorus was verified. February samples exhibited the most drastic situation regarding to N and P, as limiting factors; an opposite situation corresponded to June and July. The relationship between particulated carbon and nitrogen showed a concentration area among the ranges of 400/1400 mgC/m³ and 4/28 mg^N/m³. The ratios C/N revealed the most of times a short variation.

Introdução

A Baía de Todos os Santos (13° 00' S e 38° 30' W) representa com seus 800 km² uma bacia naturalmente relevante em termos de produção, nela desembocando cinco estuários (Fig. 1). Embora seus caudais sejam bem variáveis, deve-se salientar que pelo menos os dois estuários da região SW se situam em áreas de elevada precipitação (2.000–2.300 mm anuais). Estes e todos os outros estuários são marginados por extensas áreas de mangue.

Os estuários dos rios Jacuruna e Jaguaripe, sobre os quais incidiram nossos estudos, são estuários de barreira formada pela Ilha de Itaparica, a maior ilha de entre outras que emergem na Baía de Todos os Santos. Esta Ilha dá origem a um canal, cujas correntes são condicionadas pelos caudais daqueles rios e, pelas correntes de maré incidindo dum e doutro lado desta ilha e ainda em parte pelo rio Paraguassu. Os rios Jacuruna e Jaguaripe têm influência real das marés. O rio Jacuruna ao contrário do rio Jaguaripe tem um percurso relativamente curto e de fundo raso. Na região Sul do Canal de Itaparica em frente a Jiribatuba, a amplitude das marés é em valores médios anuais, de 1,0 a 2,5 metros.

Peixinho (1972) e Santos (1973) fazem um circunstanciado histórico das pesquisas que tiveram lugar na Baía de Todos os Santos e destas apenas os trabalhos de Zimmermann (1916), Peixinho (1972) e Santos (1973) se reportam ao fitoplâncton, numa forma de análise florística com exceção do segundo destes trabalhos, que visa já a pesquisa de vários parâmetros físico-químicos da área estudada que a autora relaciona com dados de produção em termos de matéria em suspensão, complementada por dados de abundância e freqüência relativa do fitoplâncton. Este

trabalho diz respeito a uma das enseadas da Baía de Todos os Santos (Baía de Aratu).

Presentemente, algumas áreas da Baía de Todos os Santos estão marginadas por algumas indústrias que poderão ou já estão criando alguns problemas na qualidade de suas águas. A área SW onde se concentram os estudos do presente trabalho é, não só a área mais afastada daquelas, mas também aquela que prima por ausência de indústrias. No entanto, a bacia do rio Jaguaripe é enquadrada por áreas de cultivo que poderão drenar de forma conspícua, pesticidas que venham a ser utilizados indiscriminadamente devendo-se tanto mais atender a que esta é uma área de intensa precipitação.

O presente trabalho é por isso um dos primeiros estudos sobre produção primária levados a efeito na Baía de Todos os Santos que, pelo atrás referido, deve ser considerada uma área estuarina mal conhecida, apesar de toda a sua importância que "a priori" se infere deva ter. Só o seu conhecimento e uma avaliação de suas potencialidades em termos de produção, poderão oferecer argumentos à definição e preservação de áreas de pesca e aquacultura, como etapas e objetivos do Projeto Ambientes Estuarinos, integrando vários sub-projetos.

De acordo com Odum (1971), os estuários tendem a ser caracteristicamente mais produtivos do que qualquer outra área hídrica, quer marinha quer continental.

Os dados constantes neste trabalho reportam-se a quatro estações, sendo duas sitas no rio Jacuruna, uma no Canal de Itaparica e outra no estuário do rio Jaguaripe.

As estações 0, 1 e 2A coincidem com estações de ostreicultura e bentos (Fig. 1).

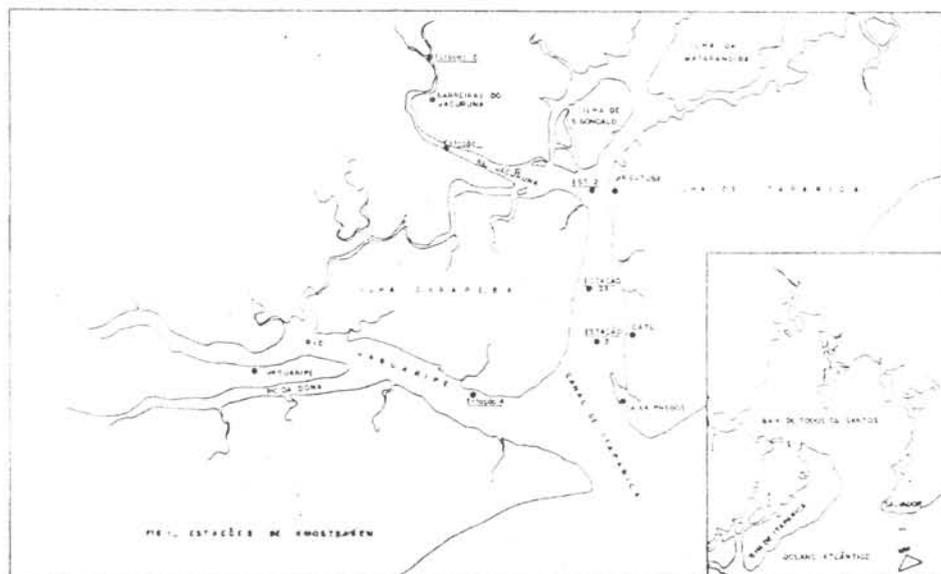


Fig. 1. Estações de amostragem

* - Trabalho subsidiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)

Sempre que possível manteve-se uma frequência mensal de amostragens nestas estações repetidas uma durante o curso da enchente e outra durante o curso da vazante.

Metodologia

1. Amostragem

Todas as amostragens de água tomadas ao nível do disco de Secchi foram realizadas por bomba elétrica submersível e mantidas até ao laboratório em garrafas térmicas.

As incubações para avaliação da taxa fotossintética tiveram lugar imediatamente ou dentro de 2 horas.

As concentrações das suspensões de seston para as análises químicas tiveram procedimento dentro de 6/12 horas.

As incubações para testes biológicos só tiveram lugar dentro de 12 a 24 horas após a coleta.

2. Alcalinidades Total e do CO₂

Estas alcalinidades foram calculadas de acordo com o método descrito por Strickland & Parsons (1972).

Para as determinações "in loco" do pH foi usado um medidor Hellige Lilliput mod. 750.

3. Carbono Particulado (POC)

Os substratos particulados, concentrados em membranas GF 47 mm de ϕ foram quantificadas pelo método de oxidação úmida descrito por Johnson (Strickland & Parsons, 1972).

4. Nitrogênio Particulado (PON)

O nitrogênio particulado foi baseado na concentração das proteínas totais do seston concentrado em membranas de GF de 25 mm de ϕ , e avaliadas pelo método de Lowry, modificado por Price (1965).

5. A Absorção do C¹⁴

As amostras tomadas ao nível do disco de Secchi, correspondem assim a níveis fóticos de $17 \pm 1\%$ da sua intensidade luminosa à superfície. Amostras globais e frações coadas em redes de 35 μ , foram incubadas "in loco" em flutuadores que recebiam os frascos de 60 cc, após a adição de Na HC¹⁴O₃ com uma atividade de 10 μ Ci, representando uma eficiência de $90 \pm 5\%$. Os períodos de incubação eram de 4 horas e de forma a caírem no período entre 09 e 16 horas. A concentração era obtida em membrana Millipore de 13 mm de ϕ e 0,8 μ de poro.

As contagens foram levadas a efeito por cintilação em fase líquida com uma eficiência de contagem de $91, 25 \pm 0,25\%$.

Contagens em duplicado mostraram um desvio padrão de 0,5 a 1,0%. Tratando-se de observações em área estuarina, o cálculo do carbono absorvido, baseou-se sempre no valor da alcalinidade do CO₂.

6. Testes de Fatores Limitantes

Estes testes de 120 horas tiveram uma dupla função: a da avaliação das concentrações viáveis dos macro-nutrientes, nitratos e fosfatos, atuando separadamente ou conjuntamente e a da obtenção de maiores concentrações da população indígena inicial para uma melhor caracterização populacional, embora a abundância relativa das espécies ou gêneros presentes pudesse ser comprometida, em particular nos testes com adições de nutrientes. Nestes, as diferentes taxas de desenvolvimento iriam determinar uma sucessão específica, apesar do curto espaço de tempo, decorrente das novas condições ambientais.

Cada amostra de 400 ml, mantida e trazida para o laboratório em garrafa térmica, era subdividida igualmente por 4 frascos de cultura esterilizados. Procedia-se logo a seguir às adições de N e P nas concentrações correspondentes às condições do meio Conway. Todos os testes, inclusive o controle, levavam a adição de extrato de solo, a fim de evitar que a precipitação de sais, particularmente fosfatos, pudesse ocorrer, embora as águas estuarinas em causa, sejam obviamente, e a maior parte das vezes, dotadas de convenientes quantidades de ácidos húmicos e tânicos.

Após incubação de 120 horas em cerca de 500 lux e $27 \pm 1^\circ\text{C}$, 80 ml de cada um dos testes eram filtrados em membranas GF 25 mm de ϕ para análise imediata da *clorofila a* ativa pelo método de Lorenzen (1967) após extração com acetona 90%.

Também de cada teste eram fixados 10 ml com formalina

neutralizada, a 1,2%, servindo às análises qualitativas e quantitativas das populações.

Os controles dos testes que em 120 horas se admite não variar muito sua composição populacional, serviram ainda para apreciação da frequência e abundância relativa dos grupos mais representativos de algas.

As análises microscópicas incidiram sobre uma alíquota transferida para câmara de Howard, por pipeta calibrada, e após prolongada agitação. Esta câmara cuja espessura é de 0,1 mm, possui um volume total de 30 mm³. As densidades das suspensões de fitoplâncton, permitiram, a maior parte das vezes, a utilização de subvolume de 1 mm³ baseados na utilização de retículo próprio que permitia o cálculo da conveniente área para a ampliação utilizada.

Resultados

1. Parâmetros Físicos e Meteorológicos

A área sobre a qual incidiram nossas observações está incluída na área de maior precipitação pluviométrica do Recôncavo Baiano com uma média anual de 2200 a 2300 mm, o que representa uma média mensal de 183 a 192 mm. O grau de umidade é alto, estando sempre acima de 80%. A salinidade é uma variável de pequena amplitude nas estações 2A e 4 com médias em torno de 30 e 28‰ respectivamente, considerando os registros de enchente e vazante. Na estação 1 esta variável aumenta de amplitude com uma média de 25‰ e salinidades extremas de 3 a 31‰. Na estação 0 esta situação torna-se ainda mais conspícua, na medida em que mostra uma média em torno de 10‰; no entanto a faixa de variação vai desde 0 a 31‰.

O pH é um parâmetro sujeito a grandes variações não só mensais mas ao longo do ritmo de marés.

A alcalinidade total, dos carbonatos e do CO₂ são consequentemente variáveis de larga faixa impostas pelas variações do pH e salinidade. Assim, o CO₂ em termos de peso de carbono oscilou entre 5,3 e 53,4 mg C/l com média de 24,3 mgC/l.

A temperatura da água é uma variável de pequena amplitude em toda a área da Baía de Todos os Santos.

2. Parâmetros Químicos

O "bombeamento" em larga escala de iões solúveis na água por parte da flora arbórea do ecossistema tipo mangal, impõe obviamente grandes flutuações na concentração de sais necessários à produção primária.

Este processo é por sua vez compensado por um conjunto de parâmetros que vão assegurar a reciclagem relativamente rápida de toda a matéria orgânica circulante no estuário. Assim na estação 1 nas observações de janeiro a concentração do PO₄-P decaiu em cerca de 24 horas de 29,13 μ g/l para 7,5. Em contrapartida nas mesmas observações o NO₃-N mostrou uma pequena variação. Em fevereiro o NO₃-N subiu em cerca de 24 horas de 6,44 (enchente) para 79,41 μ g/l (vazante).

A faixa de maior variação e também os valores mais elevados para PO₄-P foram destacados na estação 4 apresentando o limite superior de 32,5 μ g/l, e um valor médio de 12,7 μ g/l.

A que apresentou uma faixa menor não ultrapassando 16,0 μ g/l, como limite superior, foi a estação 0 com um valor médio de 8,7 μ g/l. As estações 1 e 2A exibiram respectivamente valores médios de 9,7 μ g/l e 8,2 μ g/l. Relativamente ao NO₃-N, verificaram-se, em valores médios, uma correspondência entre as estações 1, 2A e 4 com 51,6, 52,1 e 54,0 μ g/l respectivamente, e faixas de variação que por vezes ultrapassaram o limite do método (280 μ g/l). Este parâmetro na estação 0 decaiu para 42,9 μ g/l.

3. Biomassa e Relação Carbono/Nitrogênio Particulado

É sabido que os detritos orgânicos num estuário representam em termos de produção uma importância que pode assumir cerca de 80% da produção total. De acordo com Parsons (1975) a curva de relação C/N assemelha-se a curva da concentração das bactérias biodegradantes de forma que um pico desta curva só posteriormente se reflete num de carbono de origem detritica.

Infelizmente falta-nos dados do carbono orgânico dissolvido, que é sabido jogar também um importante papel na produção hídrica, admitindo-se inclusive que os seres filtradores o utilizem além do seston. A biomassa deste, dada em termos da relação carbono/nitrogênio, tem como objetivo dar uma idéia da composição química do seston e observar se aqueles dois compo-

nentes da matéria orgânica estavam sujeitos a grandes variações. Na Figura 2 traçaram-se curvas dos valores médios das relações C/N tomados dos limites observados entre enchente e vazante. Na maior parte das observações em qualquer das estações as relações ou coincidiam ou apresentam valores muito aproximados.

A relação constatada em março na estação 2A, que impõe um grande desvio e limites de grande amplitude, deve-se a excepcionais concentrações do carbono, aliás verificadas em todas as estações (Peixinho *et al.*, no prelo).

Estes valores foram secundados por baixos valores de ni-

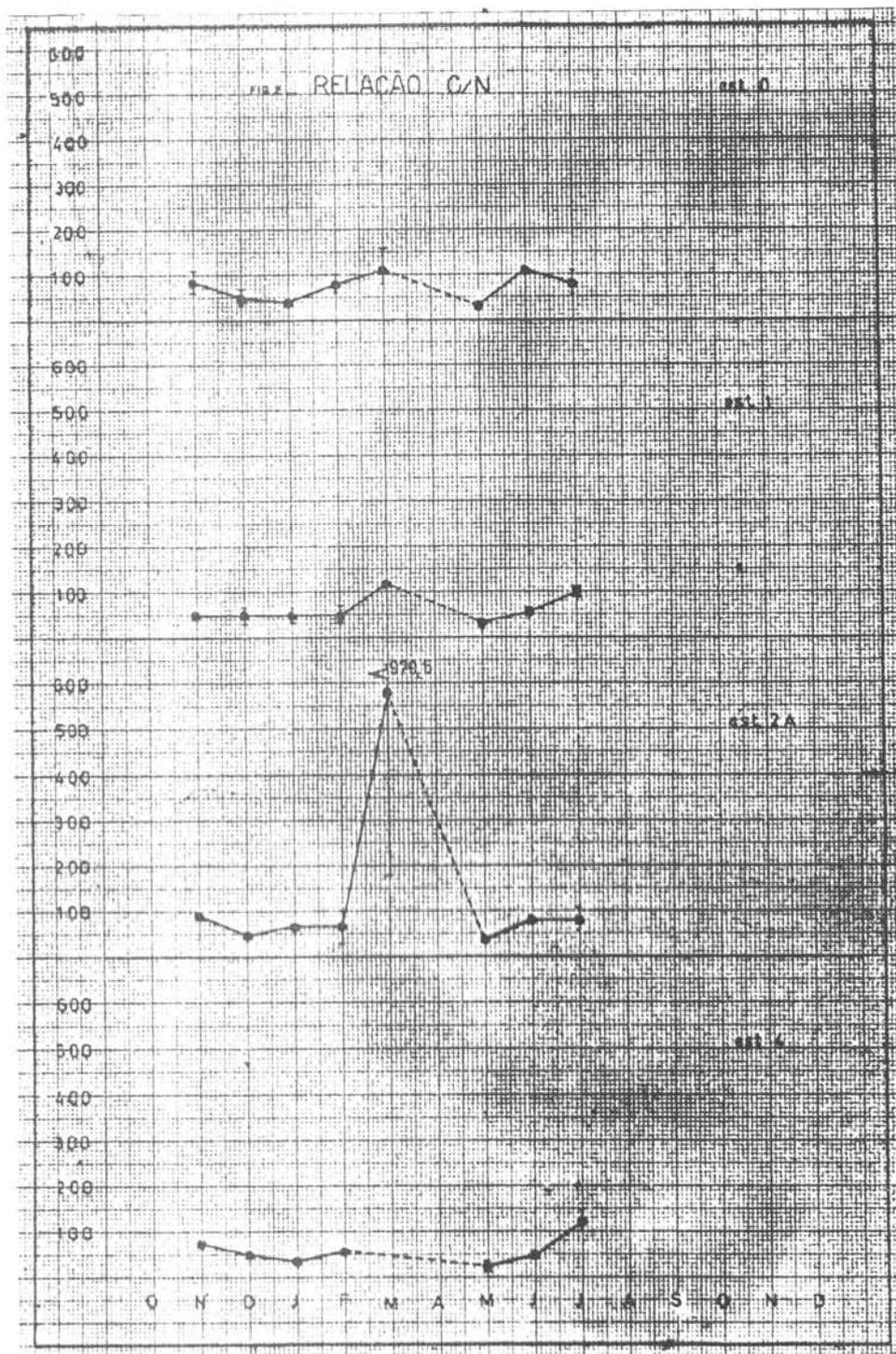


Fig. 2. Relação C/N.

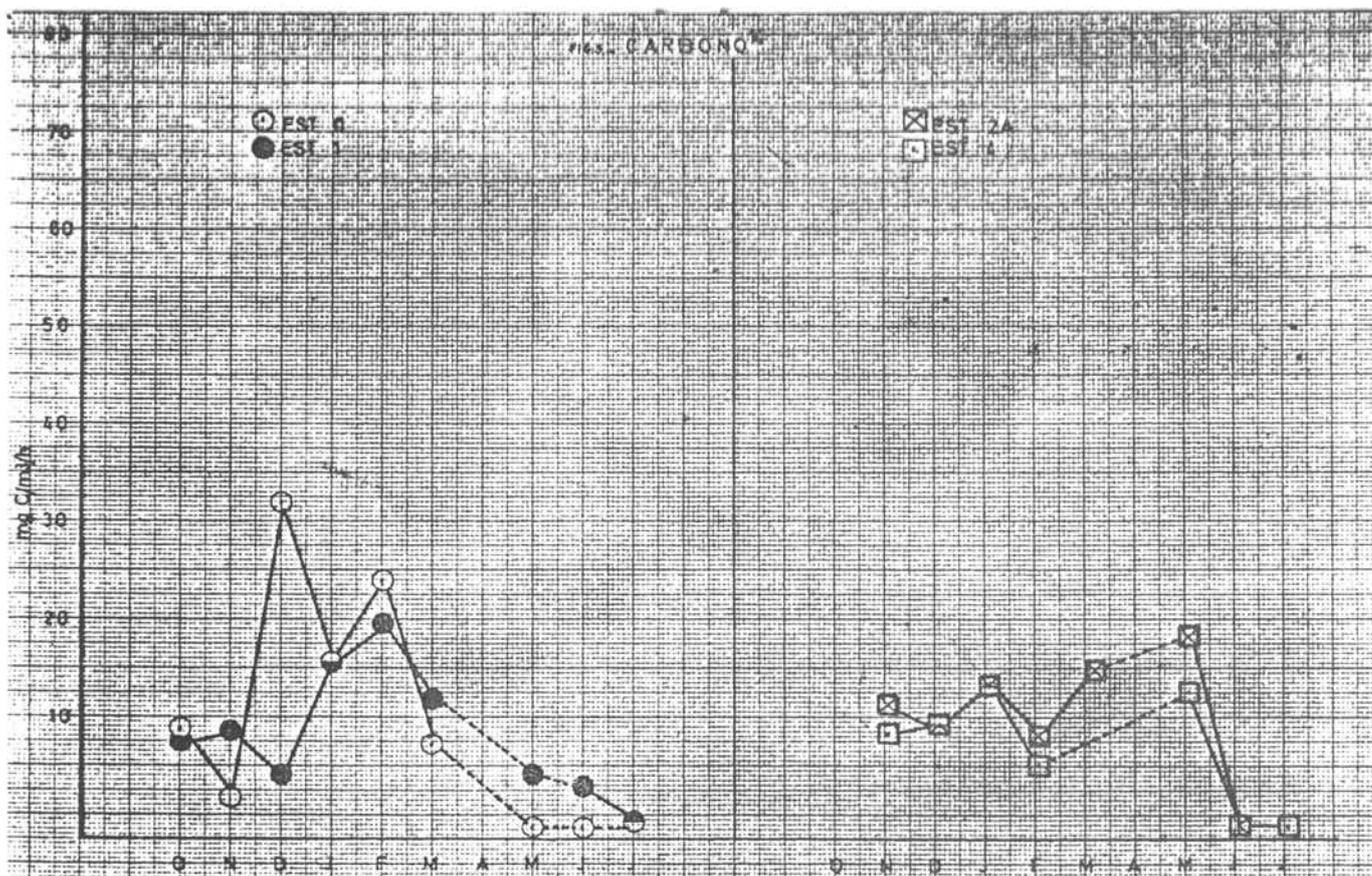
rogênio proteico, principalmente na estação 2A, explicando o discrepante resultado da relação C/N nesta estação, que por isso mantemos sob reservas tanto mais verificando-se que a relação C/N nesta área mantém uma faixa que varia de 50 a 70 com valores máximos cerca de 100 e mínimos cerca de 25. Segundo vários autores (Parsons, 1975) esta relação situa-se apenas entre 10/20 em águas profundas, embora a relação para fitoplâncton vigoroso seja da ordem de 6. Portanto a faixa de relação verificada em nossas observações faz prever haver uma rápida perda de nitrogênio no seston detritico, tal como, ocorre no mar a profundidades abaixo de zona eufótica, de acordo com este mesmo autor.

O sincronismo que parece haver entre esta relação e a con-

centração de bactérias não é porém válido no concernente ao carbono absorvido na fotossíntese.

4. Taxa Fotossintética e Percentagem da Fração Nanoplânctônica

A absorção do C^{14} ao nível fótico do disco de Secchi foi relativamente alta na estação 0 e em parte na estação 1 nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro com valores entre 15 e 33 $mgC/m^3/h$ (Fig. 3). Estes dados permitem qualificar a área destas estações e durante aquele período, como de satisfatória fertilidade, chegando a ser comparáveis aos referidos por Teixeira *et al.*, (1969) para a região estuarina de Cananéia. Porém nos meses seguintes as taxas da fotossíntese decaem para valores abai-

Fig. 3. Carbono¹⁴.

xo de $10 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$, sendo particularmente baixos nos últimos 3 meses. As estações 2A e 4, com maior influência marinha não mostraram uma estreita correspondência com as estações 0 e 1, apresentando um pico em maio com 24 e $15 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$ respectivamente. A faixa de valores verificados nas estações 2A e 4 assemelham-se mais aos dados referidos por Teixeira (1972) à Baía de Ubatuba com águas de salinidades caracteristicamente costeiras.

A quantificação das taxas fotossintéticas da fração $< 35 \mu$, limite adotado para designação da fração nanoplâncton revelou na maioria dos casos, assumir de 50 a 100% da população total nas estações 0 e 1 (Fig. 4). Dois casos nesta estação e um outro na estação 2A, assumiram valores que ultrapassaram os 100%, isto é, a fração nanoplâncton representava valores mais elevados do que a fração total. Isto se acredita deve-se a anomalias de diferentes possíveis natureza. A fração $< 35 \mu$ nas estações 2A e 4 apenas representam percentagens a baixo de 50% relativamente a população total.

5. Fatores Limitantes

As respostas às adições de nutrientes objetivadas pela variação na concentração de *clorofila a* ativa acham-se reproduzidas na Figura 5. Estes valores representam as concentrações da *clorofila* ($\mu \text{g/l}$) subtraídas das concentrações dos respectivos controles. Em alguns casos o tempo de incubação (120 horas) foi suficiente para os testes ultrapassarem a fase de atrazo, noutros, porém, não o foi.

A utilização das populações indígenas nestes testes impõem outras variáveis além das adições de N e P: a concentração inicial da população, o vigor e as características das espécies que as compõem. Estas condições determinam naturalmente variações que impossibilitam uma avaliação quantitativa das respostas. Assim, estes dados permitem-nos somente uma avaliação de quais elementos exerceram uma função limitante. Uma extensão, de modo grosseiro, dessa limitação, pode ser dada pelos dados de *clorofila a* concernentes às adições conjuntas de N e P.

Se as concentrações de *clorofila a* variavam muito pouco relativamente ao controle, infere-se que os dois elementos adicionados separadamente ou conjuntamente, não eram necessariamente limitantes, se, pelo contrário, as concentrações exibem variações conspícuas no sentido positivo isto deve corresponder a que só o elemento adicionado era necessariamente limitante. Mas se uma tal variação se processa no sentido negativo deve-se admitir não ser o elemento adicionado o limitante, mas sim

o outro. A adição daquele irá agravar uma situação de relação entre os dois elementos, já existentes.

Em alguns casos o nitrogênio e o fósforo se apresentam limitantes outras vezes era um só destes elementos. Os dados reproduzidos na Figura 5 mostram ter sido o nitrogênio o fator que se apresentou limitante o maior número de vezes, não só na estação 0 mas também na estação 4. Em contrapartida, foi o fósforo que parece ter jogado este papel nas estações 1 e 2A.

Estes dados parecem mostrar, com certa evidência, ser terrígena uma parte do fósforo que entra neste ecossistema.

A situação mais drástica, parece ter ocorrido no mês de fevereiro em todas as estações e parcialmente nos meses de outubro e março, mais ou menos reproduzida em todas as estações.

A estação 2A parece ter sido a que enfrentou as situações mais críticas daqueles elementos atuando conjuntamente.

Deve-se ter contudo em consideração as circunstâncias, impostas pelas condições de trabalho, no que respeita ao tempo de armazenagem de cada amostra até o início dos testes, o qual variou de amostra para amostra.

6. Frequência e Abundância dos Grupos de Fitoplâncton mais Representativos

Uma sistematização percentual dos três grandes grupos de microorganismos autotróficos, mostra que as diatomáceas, predominavam sobre os outros dois grupos. Raramente houve um equilíbrio entre eles. Algumas poucas vezes houve uma alternância daquele grupo com o grupo dos fitoflagelados (*clorofíceas*, *criptofíceas*, *prasinofíceas* e *dimofíceas*). (Tab. I).

Na estação 0 μ -diatomáceas dominaram a maior parte das vezes com exceção de novembro, fevereiro e junho. Na estação 2A a alternância entre os grupos diatomáceas e fitoflagelados é mais notória.

Os poucos casos de dominância ou de presenças significativas do 3º grupo, que engloba todos os outros espécimes foram impostos quase sempre pela presença de uma bactéria autotrófica da família das *Vitreoscillaceae* (ordem das *Beggiatoales*) que chega a ser abundante em algumas populações desta área estuarina. Esta bactéria, similar ao gênero oscilatória das *cianofíceas* e móvel como ela, foi pelas grandes dimensões incluída em nossas observações embora ela pertença, como aliás muitas das espécies das diatomáceas presentes, ao perifiton.

A Tabela II reproduz a frequência das espécies mais representativas destas análises. De cada espécie ou grupo dá-se uma idéia da abundância relativa de cada uma delas.

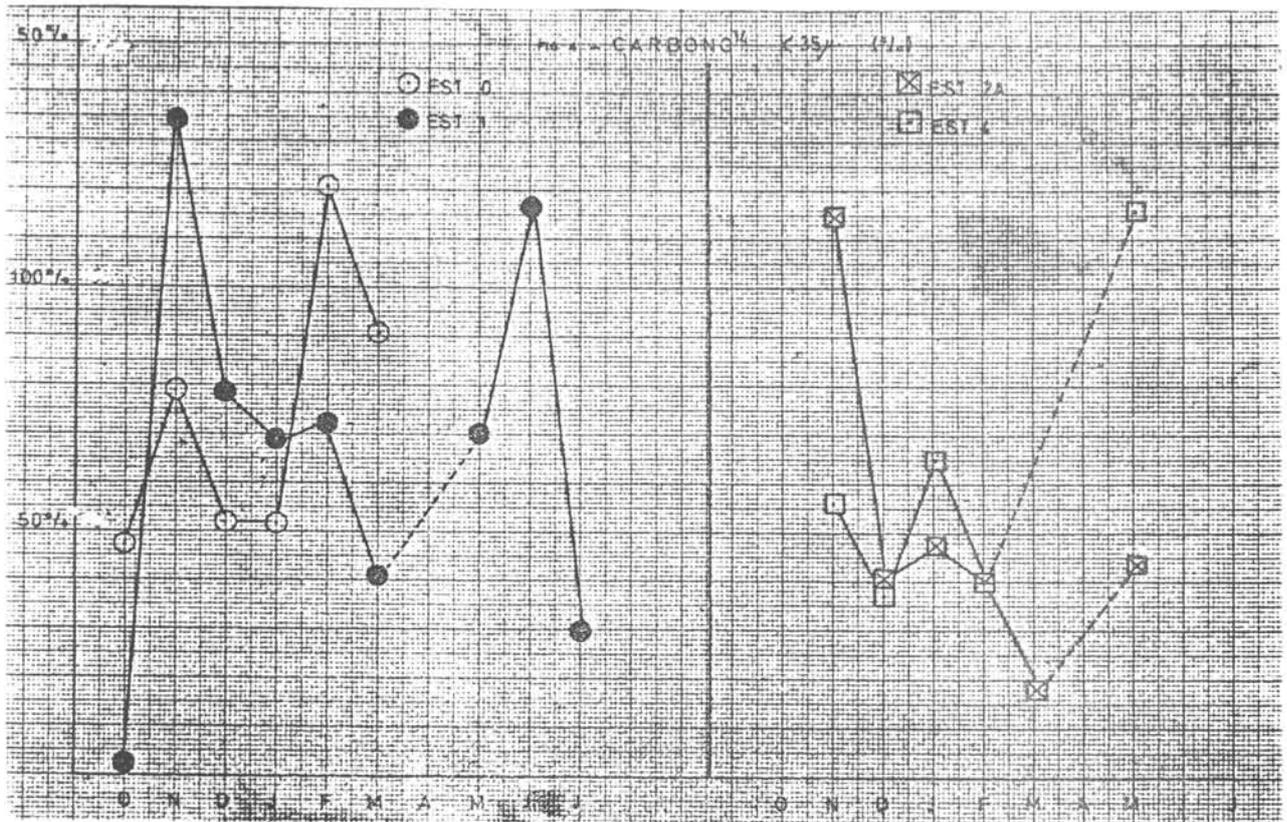


Fig. 4. Carbono¹⁴ < 35 μ (%).

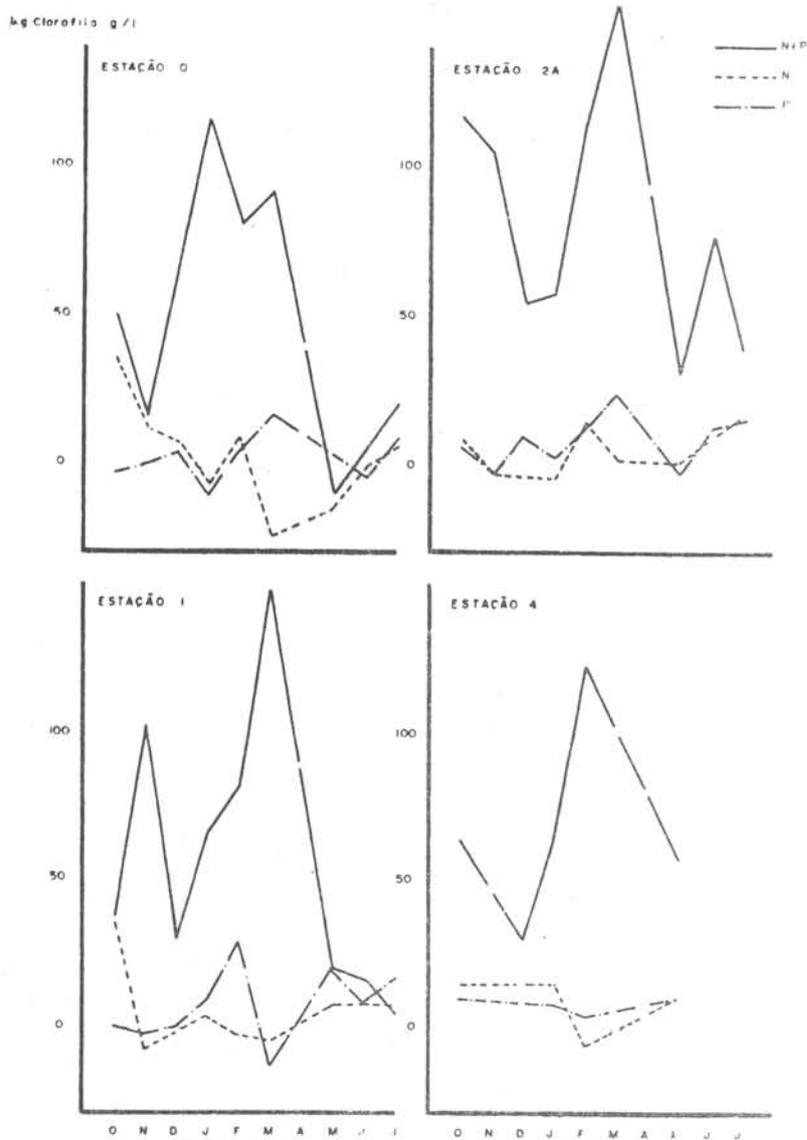


Fig. 5. Fatores limitantes, Outubro 77 / Julho 78.

TABELA I – Variação Percentual dos Grupos de Fitoplâncton em Cada Estação no Período de Outubro/77 a Julho/78

Estações	Fitoplâncton	Out./77	Nov./77	Dez./77	Jan./78	Fev./78	Mar./78	Abr./78	Mai./78	Jun./78	Jul./78
0	Diatomáceas %	64	1	83	80	26,2	100	–	54,5	32,4	74
	Fitoflagelados %	32	44	14	20	62,3	0	–	45,5	32,4	18
	Outros %	4	55	3	0	11,5	0	–	0	35,2	8
1	DIATOMÁCEAS	12	39	44	55	54	99	–	70,2	65,6	41,7
	FITOFLAGELADOS	80,5	36	8	35	17	1	–	22,8	21,9	12,6
	OUTROS	7,5	25	48	10	29	0	–	7	12,5	45,6
2A	DIATOMÁCEAS	5	85	60	22	84	91	–	43,3	39,5	61
	FITOFLAGELADOS	95	4,5	18	72	14	18	–	50	53,5	11
	OUTROS	+	10,5	2	6	2	1	–	6,7	7	28
4	DIATOMÁCEAS	14	–	57	19	94	–	–	78,7	91,0	56
	FITOFLAGELADOS	86	–	21	71	4	–	–	5	4,5	27,1
	OUTROS	+	–	22	10	2	–	–	16,3	4,5	16,9

Entre espécies que se apresentavam dominantes em algumas das populações, destacamos: O gênero *Nitzschia* com *Nitzschia pallea* em destaque chegou por ela própria a ser dominante no mês de março nas estações do Rio Jacuruna: uma μ -*Fragilaria*, *Phaeodactylum tricornutum*, e algumas vezes μ -fitoflagelados. Os dinoflagelados, incluídos neste grupo, têm na estação 2A presença uma única vez salientada e tão só no mês de maio. Várias outras espécies, principalmente diatomáceas se apresentavam algumas vezes com certa frequência, imprimindo certa heterogeneidade em algumas populações. São os casos observados no mês de julho nas estações 1, 2A e 4, e no mês de março na estação 2A.

Discussão

Segundo Margalef (1967) estuários são ecossistemas com populações planctônicas pouco organizadas, devido à influência de freqüentes variações dinâmicas tanto químicas como físicas. Um estuário, acumula condições excepcionais num relativamente curto espaço físico para assegurar uma eficiente produção e decomposição orgânica. Estas condições são assim determinantes de acordo com Tundisi (1970) de ecossistemas viáveis a espécies eurilísticas pela sua resistência à pressão compensando o seu fraco potencial competitivo. Esta circunstância explicaria a dominância das pequenas diatomáceas Pennales relativamente a outros grupos, com os quais por vezes alternam. No caso dos fitoflagelados, também a presença dominante das formas nanoplancônicas, sobretudo nas estações 0 e 1 como ficou bem evidente nos dados da taxa fotossintética em que só a estação 2A constituiu uma exceção. As concentrações celulares médias referidas para cada uma das estações, tem apenas interesse como valor relativo porquanto elas se basearam na densidade celular do controle (subcultura sem adição de nutrientes) dos testes biológicos de 120 horas.

A área estudada comportando uma média de 9×10^5 células por litro, parece deixar inferir que o fitoplâncton não assume nela um papel de relevo.

A taxa fotossintética média variando de 9,52 a 10,93 mgC/m³/h representou uma produtividade média de ± 45 gC/m³/ano ou ± 181 gC/m²/ano, nível que não coloca esta área como privilegiada comparativamente com outras no concernente a produção com origem no fitoplâncton. Tal como no estuário de Cananéia (Teixeira *et al.*, 1967 e Tundisi, 1971), também aqui o nanoplâncton foi responsável pela absorção da maior parte do C¹⁴ (Fig. 4).

Assim, Hobson *et al.*, citado por Fogg (1975), refere para a Corrente do Peru, uma média de 187,5 mgC/m³/h (= 818 gC/m³/ano). Odum & Odum (1955) apontam como taxa média para recife de coral no Pacífico Tropical cerca de 250 mgC/m³/h, (= ± 1000 gC/m³/ano).

No entanto Steemann Nielsen (1975) baseado também em dados de outros autores, situa a taxa fotossintética para o Golfo do México na ordem dos 2,3 mgC/m³/h (= 10 gC/m³/ano). A comparação dos valores verificados na Baía de Todos os Santos

com os observados por Teixeira *et al.*, (1969) no estuário de Cananéia, reforça nossa anterior sugestão.

Reyssac (1975) citando dados da Baía de Lévrier (Mauritânia) que a qualifica de área fértil, refere valores médios à superfície de 40 mgC/m³/h no outono e 75 mgC/m³/h na primavera. O nível relativamente baixo encontrado para a produtividade primária do fitoplâncton na área SW da Baía de Todos os Santos admite-se ser devido à competição imposta pelos macrófitos do manguezal, visto que os fornecimentos de N e P se apresentam na área estudada em níveis médios, suficientes. As bruscas variações nas concentrações destes elementos, por vezes observadas, seriam também conclusivas desta hipótese. Admite-se também que a pressão de água doce resultante da diferença de 350 m/h entre as velocidades das correntes de fluxo e refluxo, (Peixinho *et al.*, no prelo) explica aquelas bruscas variações nos macronutrientes e também as taxas fotossintéticas relativamente baixas, significando que na área estuarina do rio Jacuruna, o efeito não coincide com a causa, achando-se aquele deslocado no sentido das maiores salinidades médias.

Nash citado por Perkins (1974), situa na Baía de Chesapeake concentrações a superfície numa faixa de 11/23 μ gN/l e no estuário do Rio Patuxent concentrações de 13/26 μ gN/l. Hall *et al.*, (1977) reportando-se a uma estação no estuário do rio Zambézi de reconhecida fertilidade, aponta concentrações médias de 58 μ gP/l e de 68 μ gN/l sendo a S⁰/oo média daquela estação de 12,4. Na relação C/N (Fig. 2) da matéria orgânica particulada, os picos mais evidentes em todas as estações nos meses de março e julho devem corresponder a uma maior quantidade de detritos no seston relativamente ao fitoplâncton, cuja relação C/N é maior que a detritica. Esta hipótese parece confirmada pela produtividade primária do fitoplâncton que decai em março e se torna insignificante no mês de julho, apesar de neste mês nem o N nem o P se apresentarem limitantes. A falta de dados na estação 4 no mês de março, mais dificulta uma razoável explicação para o discrepante resultado constatado na estação 2A neste mesmo mês.

Baseando-se nos nossos resultados de PON na relação proteínas totais e nitrogênio da matéria viva, deve-se salientar que a relação C/N do seston, está obviamente super-estimada pelo fato de a fração detritica ser a mais representativa na área estudada. Finenko & Zaika (1973) verificaram haver uma relação *clorofila a*/seston em termos de carbono relacionada com a abundância do fitoplâncton a qual aumentava com o seu aumento. A mancha de relação C/N (Fig. 6) assemelha-se muito a de estes autores no concernente aquela relação. A mancha na relação C/N diz respeito a faixa de 400/1.400 mgC/m³, e de 4/28 mgN/m³, situando-se ao nível de fertilidade da Corrente das Canárias que segundo os mesmos autores se situam numa faixa entre 530 e 1.300 mgC/m³.

A diferença é que apesar de dizerem respeito a águas de alta produtividade, elas se referem a águas oceânicas. Por isso, somos levados a concluir não ter havido também, pelo menos

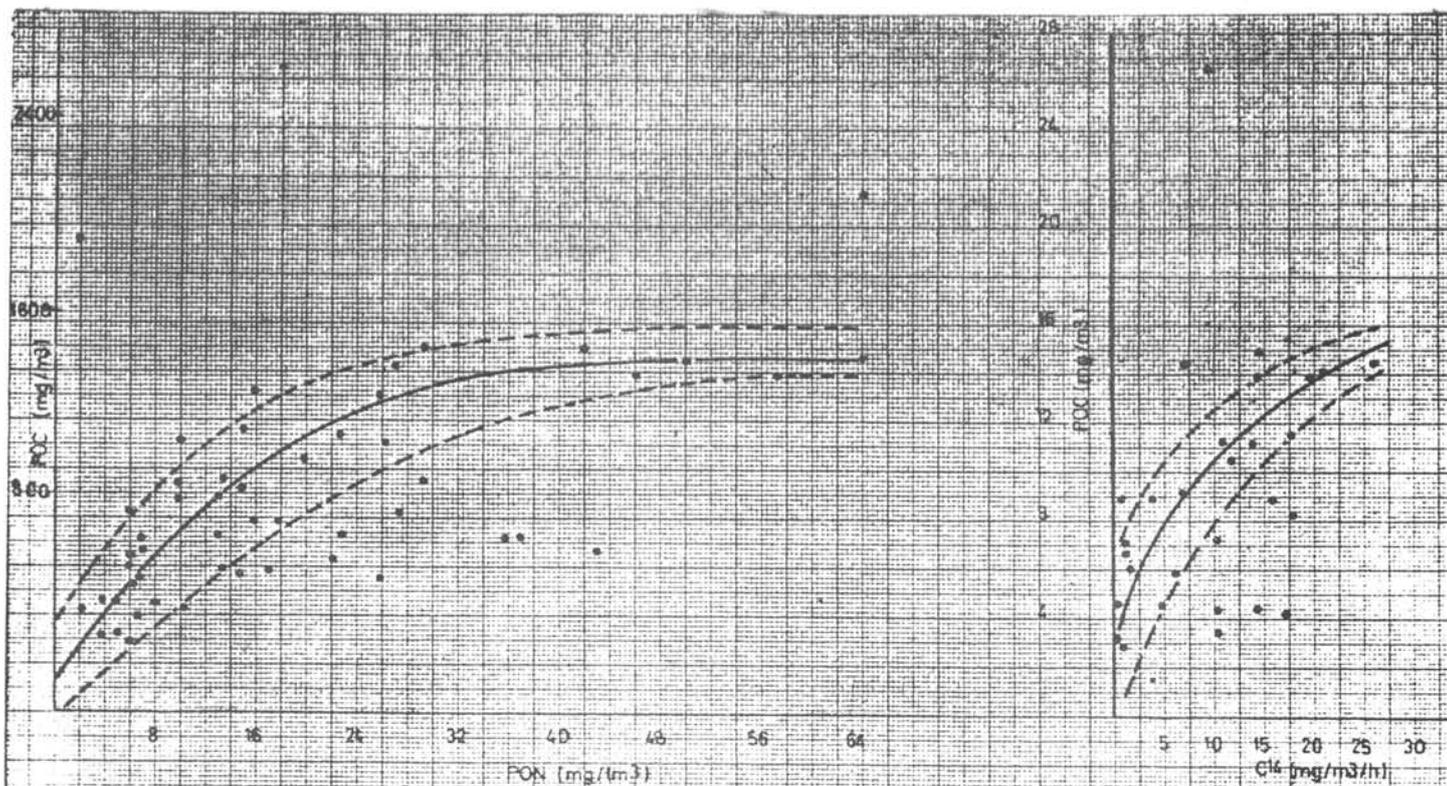


Fig. 6. Relação carbono, nitrogênio particulado.

Fig. 7. Relação carbonoparticulado e C14 absorvido pelo fitoplâncton.

no período de nossas investigações uma marcada alta contribuição dos detritos orgânicos na fertilidade da área SW da Baía de Todos os Santos, apesar da relevância destes relativamente ao fitoplâncton. Parsons (1975) reporta valores acima de 1 g C/m^3 para a Baía de Chesapeake e Porto de Charleston.

A mancha de concentração na relação POC/C14, prova haver também uma relação entre estes dois parâmetros (Fig. 7) embora menos evidente que a relação C/N. Finenko & Zaika não encontraram regularidade nesta relação. Todavia deve-se ter em conta que os dados do presente trabalho se acham restritos a uma área estuarina e os de estes autores dizem respeito a áreas oceânicas.

Pretende-se enfatizar que o DOC não avaliado neste estudo pode assumir por hidrólise num curto espaço de tempo 65% dos detritos de origem terrígena, segundo Bigs & Flemer citados por Parsons (1975). Como é sabido, não só os detritos orgânicos podem entrar nas cadeias tróficas de invertebrados, mas também o carbono dissolvido. Neste caso, sugere Sórokin referido por Parsons (1975) que o DOC pode, além da sua utilização direta, desencadear, sobretudo em águas tropicais, o desenvolvimento rápido de agregados de bactérias que são utilizados no sustento dos invertebrados e mesmo do micro-zooplâncton, que em estuários devem assumir juntamente com fitoplâncton uma boa parte da energia carente para o desenvolvimento dos invertebrados filtradores.

Parece haver uma sucessão entre a taxa fotossintética e a relação C/N particulada que explicaria os picos observados nesta relação nas amostras do mês de março. O hiato respeitante ao mês de abril impossibilita-nos de estender esta hipótese aos meses seguintes.

São dignas de nota as observações registradas no mês de março em que foram constatados os seguintes fatos:

- 1) Uma maciça invasão do estuário do Rio Jacuruna por plâncton constituído por *medusas* (Siphonophora) e copépodos.
- 2) Uma relevante presença de plâncton no Canal de Itaparica, com dominância de *larvas zoea* de *Brachyurus* e *Sagitta*.

Apesar das limitações enfrentadas na utilização de testes biológicos para identificação e quantificação da carência ou não carência dos macro-elementos que estão na base da produção dos micrófitas e macrófitas num ecossistema do tipo sobre o qual incidiremos nossas pesquisas, foi possível averiguar e tirar algumas ilações.

Dentre estas, salienta-se a correlação inversa entre as taxas de fixação do carbono pelo fitoplâncton e muito provavelmente pelos macrófitas e aqueles macro-elementos como limi-

tantes. Fevereiro e março são os meses que refletiram a situação mais crítica, ao contrário dos meses de junho e julho que mostraram as situações menos críticas entre todas, admitindo-se que os meses de agosto e setembro venham a revelar índices altos de produção primária. O nitrogênio parece ser o fator que na área estudada mais contribui para a limitação da produção primária.

Agradecimentos

Os autores desejam expressar seus agradecimentos aos Biólogos Welton Luis da Costa Rocha, Maria do Carmo Soares e Eliana Simas, pela sua valiosa colaboração no trabalho de campo e de laboratório e na confecção de gráficos.

Bibliografia

- HALL, A. *et al.* 1977. The Zambezi River in Mocambique: the physico-chemical status of the Middle and Lower Zambezi prior to the closure of the Cabora Bassa Dam. *Freshw. Biol.*, 7:187-206.
- FINENKO, Z. Z. & ZAIKA, V. E. 1973. Particulate organic matter and its role in the productivity of the sea. *In: Steele, J. H., ed. Marine food chains.* Edinburgh, Oliver & Boyd, v. 2, p. 32-44.
- FOGG, G. E. 1975. Primary productivity. *In: Riley, J.P. & Skirrow, G., eds. Chemical oceanography.* 2 ed. London, Academic Press, v. 2, p. 385-453.
- LORENZEN, C. J. 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectro-photometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12:343-346.
- MARGALEF, R. 1967. The food web in the pelagic environment. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 15:548-559.
- ODUM, E. P. 1971. *Fundamentals of ecology.* 3 ed. Philadelphia, Saunders, 574 p.
- ODUM, H. T. & ODUM, E. P. 1955. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. *Ecol. Monogr.*, 25:291-320.
- PARSONS, T. R. 1975. Particulate organic carbon in the sea. *In: Riley, J. P. & Skirrow, G., eds. Chemical oceanography.* 2 ed. London, Academic Press, v. 2, p. 365-383.
- PEIXINHO, V. M. C. 1972. Estudos preliminares sobre o fitoplâncton da Baía de Aratu. *Dissertação de mestrado.* Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências.
- PEIXINHO, V. M. C.; PAREDES, J. F. & SIMAS, E. M. P. Standing

TABELA II: ABUNDÂNCIA RELATIVA DO FITOPLÂNCTON

ESTAÇÕES	0	1	2A	4
OUT	Nitzschia spp (D) - Fitoflagelados (A)	- Fitoflagelados (D) Phaeodactylum (A)	Fitoflagelados (D)	Fitoflagelados (D) Skeletonema (A)
NOV	- Fitoflagelados (D) Vitreoscillacae (A)	Fitoflagelados (D) Vitreoscillacae (A) Melosira (A) Phaeodactylum (A)	Phaeodactylum (D) Chaetoceros socialis (A) Vitreoscillacae (A)	- x x
DEZ	- Fragilaria (A) Nitzschia (ong. C) Chaetoceros socialis (C) Fitoflagelados (C) Skeletonema (E) Phaeodactylum (E)	Chlorella sp (A) Fragilaria (A) Nitzschia long (C)	Phaeodactylum (A) Fragilaria (A) Chlorella sp (A) Fitoflagelados (E)	- Fragilaria (A) Phaeodactylum (A) Chlorella sp (A) - Fitoflagelado (C)
JAN	- Fragilaria (D) - Fitoflagelados (A) Phaeodactylum (P) Melosira sp (P) Gymnodinium spp (P)	- Fragilaria (A) - Fitoflagelados (A)	Fitoflagelado (D) Chaetoceros soc. (C) Fragilaria spp (P) Phaeodactylum (P)	- Fitoflagelados (D) Chlorococcus (C) Chaetoceros teres (C)
FEV	Fitoflagelados (D) Phaeodactylum (P) Skeletonema (P)	Vitreoscillacae (A) Phaeodactylum (A) Skeletonema (A) Fragilaria spp (C) Fitoflagelado (C)	Fragilaria spp (A) Phaeodactylum (A) Fitoflagelado (C)	Fragilaria spp (D) Phaeodactylum (C)
MAR	Nitzschia palea (D) Phaeodactylum (C) Thalassiosira nitz. (C) Skeletonema (P)	Nitzschia palea (D) Phaeodactylum (C) Melosira (P)	Fragilaria (A) Fitoflagelado (C) Nitzschia palea (C) Phaeodactylum (C) Skeletonema (C) Melosira (C) Chaetoceros socialis (P)	x x x
MAI	Skeletonema (A) Cyclotella spp (A)	Melosira (A) Fitoflagelado (A) Skeletonema (P) Chaetoceros spp (P) Nitzschia clost (P) Lauderia (P)	Fitoflagelado (A) Schroderella (A) Chaetoceros (P) Gymnodinium (P)	Melosira (A) Skeletonema (P) Thalassiosira (P)
JUN	Nitzschia spp. (A) Gonium (C)	Cyclotella (A) - Thalassiosira (A) - Fitoflagelado (P) Phaeodactylum (P)	Fitoflagelado (A) Skeletonema (C) Phaeodactylum (C)	Skeletonema (A) Fragilaria (A)
JUL	Nitzschia spp (a) Phaeodactylum (A) Fitoflagelados (C)	Stichococcus (A) Skeletonema (E) Fitoflagelados (C) Fragilaria (C) Chorella sp (C) Chaetoceros densum (C) Nannochloris (C) Phaeodactylum (C)	Skeletonema (D) Stichococcus (E) Fitoflagelados (C) Nannochloris (C) Fragilaria (C) Chlorococcus (C)	Skeletonema (A) Fitoflagelado (A) Stichococcus (C) Streptotheca (C) Fragilaria (C) Melosira (C)

D, dominante (→ 50%); A, abundante (→ 25%);
C, comum (→ 10%); P, presente (→ 2%).

crop na area estuarina SW da Baía de Todos os Santos. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo (no prelo).

PERKINS, E. J. 1974. The biology of estuaries and coastal waters. London, Academic Press, 678 p.

PRICE, C. A. 1965. A membrane method for determination of total protein in dilute algal suspensions. *Analyt. Biochem.*, 12:213-218.

REYSSAC, L. 1975. Evolution quantitative du phytoplancton de la Baie du Lévrier de septembre à novembre 1973. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3^e sér.*, (328), Ecol. générale, 26:69-79.

SANTOS, J. J. 1973. Estudo preliminar, principalmente do plâncton, das águas da Baía de Todos os Santos. *Bolm Zool. Biol. mar., n.s.*, S Paulo, 30:419-447.

STEEMANN-NIELSEN, E. 1975. Marine photosynthesis with special emphasis on the ecological aspects. Elsevier Oceanogr. Ser. Amsterdam, Elsevier, 141p.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2 ed. *Bull. Fish. Res. Bd Can.* 167:1-311.

TEIXEIRA, C. 1973. Preliminary studies of primary production in the Ubatuba region (Lat. 23° 30'S - Long. 45° 06'W). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 22:49-58.

TEIXEIRA, C. & TUNDISI, J. 1967. Primary production and phytoplankton in Equatorial waters. *Bull. mar. Sci.* 17(4): 884-891.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. & SANTORO-Y. J. 1969. Plankton studies in a mangrove environment VI. Primary production, zooplankton standing-stock and some environmental factors. *Int. Revue ges. Hydrobiologie*, 54(2):289-297.

TUNDISI, J. 1970. O plancton estuarino. *Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Ocean. biol.* 19:1-22.

TUNDISI, J. G. 1971. Size distribution of the phytoplankton and its ecological significance in tropical waters. *In: Costlow Jr., J. D., ed. Fertility of the sea.* New York, Gordon & Breach, vol. 2, p. 603-612.

ZIMMERMANN, C. 1916. Flora diatomológica do plankton superficial da bahia da cidade do Salvador. *An. 5^o Congr. bras. Geogr.*, 1:448-461.