

EXCREÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA POR POPULAÇÕES FITOPLANCTÔNICAS DA COSTA LESTE E SUDESTE DO BRASIL*

Armando A. Henriques VIEIRA¹ & Clóvis TEIXEIRA²

¹ Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos

² Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Synopsis

Measurements of primary productivity and excretion of DOM in natural phytoplankton populations were carried out in surface waters from Lat. 17°14'S - Long. 039°13'W to Lat. 28°36'S - Long. 048°49'W. The relative rates of excretion varied between two and thirty percent from the total assimilated in the transparent bottle. In relative terms the excretion increased towards the pelagic zones, but in absolute results it followed the production values. Based on the predominant water masses and on the excretion values a classification of the stations under study is suggested.

Introdução

Através da excreção do fitoplâncton, um processo natural do metabolismo desses organismos, parte da matéria orgânica produzida é incorporada diretamente à matéria orgânica dissolvida (MOD) nos oceanos.

Apesar das intensas pesquisas feitas até agora no campo da produção de matéria orgânica particulada e dissolvida, ainda restam muitas dúvidas quanto às suas inter-relações, distribuição espacial e temporal e quanto aos fatores que determinam essa distribuição.

Com o desenvolvimento das técnicas de análise, principalmente a partir da década de sessenta, muitos pesquisadores encontraram variações na concentração de MOD na coluna d'água. Ao contrário do que supunha Krogh (1934, a,b), foram encontrados valores de 30 a 50% mais altos de MOD na coluna fótica (Duursma, 1961; Holm-Hansen *et al.*, 1966; Menzel & Ryther, 1968; Skopintsev, 1971; Williams, 1975). Foram detectadas também, variações temporais na concentração de MOD relacionadas com atividades biológicas. Duursma (1961), por exemplo, registrou variações sazonais na fração

orgânica dissolvida do carbono, fósforo e nitrogênio. No entanto, este autor observou que a concentração máxima de carbono e fósforo ocorria somente cerca de um mês depois do florescimento do fitoplâncton. Isto o levou a concluir que a excreção dos organismos fitoplanctônicos não era a principal fonte de acúmulo de MOD nos oceanos. As mesmas conclusões foram tiradas por Ketchum & Corwin (1965) que acompanharam, por dez dias, as concentrações de fosfato orgânico e inorgânico (dissolvido e particulado) durante um florescimento do fitoplâncton.

A teoria de Krogh (1934, a,b), segundo a qual a MOD seria muito resistente à ação biológica, não é hoje totalmente aceita. Com análises mais precisas, foi possível detectar a presença, e variações na concentração da MOD, de substâncias orgânicas dissolvidas geralmente de baixo peso molecular: aminoácidos, polipeptídeos, vitaminas, açúcares simples, ácido glicólico, etc. Estas substâncias são susceptíveis de serem utilizadas, com relativa rapidez, como substratos por microorganismos heterótrofos, como bactérias, e fitoplanctontes mixotróficos e auxotróficos (Provasoli *et al.*, 1957; Saunders, 1957; Provasoli, 1963; Fogg, 1966, 1975; Andrews & Williams, 1971; Crawford *et al.*, 1974; Wheeler *et al.*, 1974; Antia *et al.*, 1975; Herbland &

* Trabalho efetuado com apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.

Dandonneau, 1975; Lewin & Hellebust, 1976, 1978; Williams & Yentsch, 1976; Coughlan, 1977; Smith *et al.*, 1977). São compostos deste tipo, de baixo peso molecular, os mais frequentes em excretados do fitoplâncton durante o crescimento (Guillard & Wangersky, 1958; Hellebust, 1965, 1967; Ignatiades & Fogg, 1973; Shah & Wright, 1974; Smith, 1974; Al-Hasan *et al.*, 1975; Myklestad, 1977). Desta maneira, ocorreria uma contínua transformação da MOD excretada, durante os florescimentos, em matéria orgânica particulada.

Os valores da excreção obtidos por diversos autores em populações naturais marinhas situam-se em uma faixa de variação muito ampla (1 a 70%) estando, aparentemente, relacionados com a produtividade da área estudada (Hellebust, 1965; Anderson & Zeutschel, 1970; Thomas, 1971; Choi, 1972; Berman & Holm-Hansen, 1974; Al-Hasan *et al.*, 1975; Herbland & Dandonneau, 1975; Al-Hasan & Coughlan, 1976; Selner *et al.*, 1976; Williams & Yentsch, 1976; Smith *et al.*, 1977). Entretanto, uma característica comum a todos os trabalhos sobre excreção é o aumento das taxas relativas de excreção das zonas costeiras para as zonas oceânicas oligotróficas.

Alguns autores, contudo, ainda põem em

dúvida se as altas taxas de excreção seriam decorrentes de um processo metabólico normal do fitoplâncton (Arthur & Rigler, 1967; Bul'Yon, 1976; Selner *et al.*, 1976; Williams & Yentsch, 1976; Wangersky, 1978) ou devidas a erros metodológicos.

Com esta série de pesquisas, os autores pretenderam verificar, em termos quantitativos, o real significado da MOD em relação à matéria orgânica particulada. Determinou-se, não apenas a excreção total de MOD (no frasco T) mas também a que seria, aparentemente, de produtos fotoassimilados, isto é, a excreção no frasco transparente com o desconto da fração correspondente no frasco preto.

Material e métodos

Localização

As regiões estudadas localizam-se na costa leste do Brasil, entre Barreira Vermelha (BA) (Lat. $17^{\circ}14'S$ - Long. $039^{\circ}13'W$) e Vitória (ES) (Lat. $20^{\circ}15'S$ - Long. $040^{\circ}13'W$) e na costa sudeste, entre Cabo de São Tomé (RJ) (Lat. $21^{\circ}58'S$ - Long. $040^{\circ}59'W$) e Cabo de Santa Marta Grande (SC) (Lat. $28^{\circ}36'S$ - Long. $048^{\circ}49'W$) (Fig. 1).

Os experimentos foram efetuados durante o cruzeiro "FINEP-VII" (01-29/01/78) na

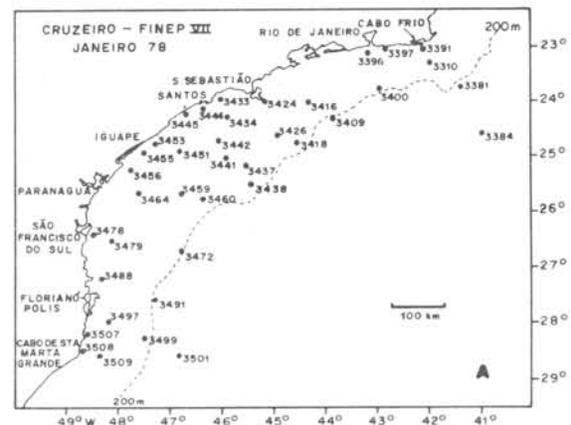


Fig. 1. A) Localização das estações na costa sudeste, efetuadas durante o cruzeiro "FINEP-VII".

B) Estações na costa leste, efetuadas durante o cruzeiro "FINEP-VIII".

costa sudeste e "FINEP-VIII" (14-22/06/78) na costa leste, ambos com o N/Oc. "Prof. W. Besnard" do IOUSP.

As amostragens foram feitas somente à superfície. As estações costeiras localizaram-se entre 1 a 5 milhas da costa e, as mais externas, até 180 milhas.

Coletas

Para cada estação, foram determinadas a salinidade, temperatura, composição fitoplanctônica e concentração de clorofila-a, pelo método descrito por Richards & Thompson (1952), com as equações de Parsons & Strickland (1963).

As coletas d'água foram feitas com recipientes plásticos, com cuidados para que a água não fosse contaminada com graxa ou óleo dos cabos dos guinchos ou despejos do navio. A água foi filtrada em rede com poros de 150µm para a retenção dos organismos maiores do zooplâncton.

Incubação

Os frascos de incubação foram preparados da seguinte maneira: para cada estação realizada, uma alíquota da água coletada (1.200 ml), suficiente para ser dividida em quatro frascos de incubação de 285ml, foi inoculada com quatro ampolas de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ de 10µCi cada. A seguir, a alíquota foi bem homogeneizada e então distribuída em quatro frascos de incubação; sendo 2 transparentes e 2 pretos; e 1 controle, ao qual foi adicionado formol a 2% e HgCl_2 a 0,2%. O frasco-controle foi incubado juntamente com os frascos transparentes e pretos. O controle foi utilizado para correção da assimilação na fração dissolvida e particulada.

Os quatro frascos foram incubados durante 6 horas numa incubadeira com temperatura controlada por água corrente captada da superfície. A variação de temperatura do início ao fim do experimento, na maioria dos casos, foi pequena (Tab. I). A incubadeira era provida de lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia, que forneciam uma intensidade luminosa de 20.000 lux.

Filtração

As amostras foram filtradas em um conjunto especial preparado com seis filtros Millipore xx1004700 ligados em série. Os filtrados foram recolhidos em

kitassatos de 500ml. A pressão de vácuo foi 1/3 de atmosfera.

Os filtros utilizados foram membranas Millipore de 47 mm de diâmetro, tipo HA. Optou-se por este diâmetro, para que as filtrações fossem feitas o mais rápido possível, com pouca pressão de vácuo e sem formação de camadas de células superpostas, diminuindo-se, desse modo, a possibilidade de ruptura das mesmas. Apesar das filtrações serem rápidas, foram tomadas precauções para que as amostras não recebessem choques de luz durante o período de manuseio. Em seguida, os filtros foram lavados com cerca de 70ml de água filtrada, proveniente do próprio local das amostras.

Os filtros foram expostos por 5 minutos a vapores de HCl e, em seguida, suas bordas, não aproveitadas como área de filtração, foram cortadas.

Após uma secagem rápida ao ar, foram dissolvidos imediatamente em 10ml de solução cintiladora de Bray (Bray, 1960). Os frascos de cintilação, com os filtros dissolvidos, foram mantidos em congelador durante os dois cruzeiros oceanográficos.

Preparação dos filtrados

O pH dos filtrados foi ajustado para 2,5 - 2,8 com HCl 10N. Em seguida, foram borbulhados durante 30 minutos com ar filtrado. Em testes preliminares, achou-se desnecessário reajustar o pH, após o borbulhamento, para o original da amostra. Alíquotas de 10ml dos filtrados, em duplicata (em triplicata, do frasco-controle), foram adicionadas a 10ml de Instagel (Packard) em frascos de cintilação e guardadas em congelador durante a duração dos cruzeiros.

Medidas de radioatividade

As medidas de radioatividade dos filtros e dos filtrados foram feitas em aparelhos de cintilação líquida Packard mod. Tri Carb C2425 em sala refrigerada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

A eficiência de contagens variou de 78 a 83%, nas medidas dos filtrados, e de 85 a 90% nas medidas dos filtros. A eficiência foi calculada pelo "standard externo" do aparelho. As amostras dos filtrados foram contadas durante 100 minutos, e no mínimo 10.000 IPM, com um erro do aparelho de 1 a 2%. Os filtros foram contados até 40.000 IPM, com um

Tabela 1 - Localização e outros dados referentes às estações dos cruzeiros "FINEP-VII e VIII"

Estação	LOCALIZAÇÃO		DATA E HORÁRIO DA COLETA	PROFUND. (m)	TEMPERATURA (°C)			SALINIDADE (S‰/‰)
					SUPERFÍCIE	AO FIM DA INCUBAÇÃO *		
3381	23° 45' 00S	- 41° 23' 08W	12-1-78 - 11:30	650	25,4	26,0	36,54	
3384	24° 36' 04S	- 41° 02' 09W	12-1-78 - 17:20	2800	26,0	25,5	37,08	
3390	23° 16' 02S	- 41° 58' 00W	13-1-78 - 12:00	120	24,6	24,0	35,99	
3391	22° 58' 08S	- 42° 04' 05W	13-1-78 - 14:00	50	14,9	21,0	35,46	
3397	23° 00' 00S	- 42° 51' 00W	14-1-78 - 05:40	40	22,4	24,0	34,68	
3398	23° 06' 00S	- 43° 12' 00W	14-1-78 - 08:30	55	23,6	26,5	35,47	
3268**	23° 06' 00S	- 43° 12' 00W	21-1-77 - 11:25	54	25,0	27,0	34,92	
3400	23° 44' 06S	- 42° 58' 05W	14-1-78 - 13:30	128	26,8	27,0	36,98	
3409	24° 17' 04S	- 43° 42' 00W	15-1-78 - 13:30	260	27,2	25,0	37,09	
3416	24° 00' 07S	- 44° 21' 02W	16-1-78 - 08:10	133	26,2	26,0	36,22	
3418	24° 44' 00S	- 44° 33' 02W	16-1-78 - 15:30	230	25,9	27,0	37,11	
3424	24° 00' 00S	- 45° 12' 01W	17-1-78 - 07:30	58	24,5	25,0	34,82	
3426	24° 37' 06S	- 44° 57' 00W	17-1-78 - 13:00	123	24,9	25,0	36,43	
3433	23° 56' 05S	- 46° 01' 07W	18-1-78 - 07:10	19	25,3	23,0	34,87	
3434	24° 14' 08S	- 45° 54' 06W	18-1-78 - 11:30	51	21,6	23,5	36,34	
3437	25° 55' 00S	- 45° 40' 05W	18-1-78 - 15:40	110	24,0	25,0	37,12	
3438	25° 29' 00S	- 45° 31' 06W	18-1-78 - 17:50	127	24,2	25,0	35,97	
3441	25° 00' 00S	- 45° 55' 05W	19-1-78 - 05:20	86	22,2	23,5	36,68	
3442	24° 42' 03S	- 46° 04' 04W	19-1-78 - 08:30	64	22,3	24,0	36,89	
3444	24° 03' 05S	- 46° 20' 03W	23-1-78 - 13:30	21	27,0	26,0	34,29	
3445	24° 12' 08S	- 46° 40' 05W	23-1-78 - 15:25	19	28,2	25,0	34,21	
3451	24° 53' 05S	- 46° 49' 02W	24-1-78 - 08:00	46	23,6	28,0	36,79	
3453	24° 44' 00S	- 47° 15' 00W	24-1-78 - 13:00	23	29,0	28,0	34,85	
3455	24° 55' 02S	- 47° 29' 00W	24-1-78 - 18:00	23	28,2	26,0	34,29	
3459	25° 38' 00S	- 46° 42' 00W	25-1-78 - 05:00	-	-	-	-	
3460	24° 45' 05S	- 46° 21' 00W	25-1-78 - 07:15	137	25,6	26,0	37,68	
3464	25° 37' 06S	- 46° 33' 06W	25-1-78 - 17:00	51	27,8	27,0	36,91	
3472	26° 41' 00S	- 46° 46' 00W	26-1-78 - 13:15	185	27,6	26,0	38,06	
3348**	26° 22' 05S	- 48° 27' 09W	04-2-77 - 09:00	21	27,6	28,0	33,20	
3479	26° 30' 07S	- 48° 07' 08W	27-1-78 - 06:50	52	26,5	25,0	36,61	
3356*	27° 26' 08S	- 45° 46' 07W	05-2-77 - 07:10	2840	26,5	28,5	36,82	
3488	27° 09' 08S	- 48° 16' 06W	28-1-78 - 07:00	48	26,0	26,0	36,15	
3491	27° 34' 00S	- 47° 16' 03W	28-1-78 - 15:10	235	26,1	26,0	37,61	
3497	27° 57' 00S	- 48° 07' 07W	29-1-78 - 06:35	91	25,8	26,0	36,85	
3499	28° 13' 00S	- 47° 27' 03W	29-1-78 - 11:50	164	26,0	27,0	37,56	
3501	28° 31' 00S	- 46° 48' 02W	29-1-78 - 16:50	1150	27,2	27,5	38,48	
3507	28° 08' 00S	- 48° 34' 05W	30-1-78 - 08:55	40	20,7	22,7	36,15	
3508	28° 27' 02S	- 48° 39' 08W	30-1-78 - 13:20	40	20,9	26,0	36,41	
3509	28° 35' 04S	- 48° 19' 02W	30-1-78 - 16:00	93	26,2	26,0	36,68	
3565	19° 45' 05S	- 38° 44' 08W	15-6-78 - 07:30	1080	24,1	25,0	36,87	
3567	19° 45' 00S	- 37° 45' 00W	15-6-78 - 13:50	69	24,8	25,0	36,99	
3573	19° 14' 07S	- 39° 13' 04W	16-6-78 - 09:35	44	24,4	21,0	36,62	
3574	18° 45' 00S	- 39° 15' 00W	16-6-78 - 15:00	37	25,9	24,5	36,77	
3579	18° 16' 00S	- 37° 17' 00W	17-6-78 - 08:20	3380	25,5	25,5	37,16	
3581	18° 15' 00S	- 38° 15' 00W	17-6-78 - 14:00	44	25,1	24,0	37,15	
3582	18° 04' 08S	- 38° 41' 02W	18-6-78 - 07:40	36	24,7	25,0	36,80	
3584	18° 15' 00S	- 39° 15' 00W	18-6-78 - 12:50	23	24,4	24,0	36,16	
3588	17° 45' 00S	- 37° 15' 00W	19-6-78 - 06:00	>3.000	25,4	27,0	37,20	
3590	17° 15' 00S	- 37° 45' 00W	19-6-78 - 12:15	2060	25,6	25,0	37,14	
3591	17° 15' 00S	- 38° 16' 00W	19-6-78 - 15:30	1910	25,6	25,0	37,15	
3595	19° 35' 00S	- 39° 25' 05W	20-6-78 - 15:55	13	23,9	26,0	35,61	

* Temperatura na incubadeira

** Estações efetuadas em janeiro-fevereiro de 1977

erro do aparelho de 0,7%.

As ampolas de $\text{NaH}_2^{14}\text{CO}_3$ (New England Nuclear) foram padronizadas, diluindo-se uma ampola em 50ml da solução de Bray com 10% de hyamina 10X. Um ml dessa solução foi colocado em um frasco de cintilação com Bray e hyamina 10X a 10% e determinada a atividade em DPM. Foram preparadas 10 réplicas para cada ampola e contadas quatro vezes cada uma.

A eficiência da contagem foi de 90%.

Resultados

Na Tabela I, são apresentados dados hidrográficos das estações de ambos os cruzeiros, bem como sua localização, e outros dados. Os dados relativos à fotossimilação total de carbono e à assimilação nas frações particulada e dissolvida nas estações efetuadas, são apresentados na Tabela II. Os dados de excreção são apresentados em $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$ (excreção absoluta) e em porcentagem do total assimilado no frasco transparente (T) e do total fotoassimilado ($T_p + ex - P_p + ex$), onde T é o fixado no frasco transparente, P o fixado no frasco preto, p o fixado na fração particulada e ex o fixado na fração dissolvida.

Comparando nossos resultados com os de outros autores (Anderson & Zeitschel, 1970; Thomas, 1971; Berman & Holm-Hansen, 1974; Herbland & Dandonneau, 1975; Selner *et al.*, 1976), concordamos que a excreção de MOD, em números relativos,

foi maior em estações situadas em áreas de baixa produtividade, diminuindo com o aumento desta. Entretanto, em números absolutos, a excreção aumentou com o aumento da produtividade. A relação entre quantidade de excreção absoluta e produtividade originou a equação: $\log. \text{Excreção} = -1,440 + 0,284 (\log \text{Assim.}) + 0,052 [\log (\text{Assim.})]^2$ (Fig. 2).

Altas porcentagens de excreção, até 30% do total assimilado no frasco transparente, foram encontradas em estações geralmente situadas em águas oceânicas com produtividade entre 0 e $1,0 \text{ mgC}/\text{m}^3/\text{h}$: estações 3384, 3418, 3481, 3472, 3490, 3501, 3565 e 3567. Na costa sudeste, a estação 3384, por exemplo, situada em uma área com profundidade de 2.800 m, é caracteristicamente oligotrófica. O carbono fotoassimilado foi zero e o fixado na fração dissolvida nos frascos transparentes, $0,15 \text{ mgC}/\text{m}^3/\text{h}$, poderia ser considerado como fixado no escuro, já que no frasco preto foram quantificados $0,17 \text{ mgC}/\text{m}^3/\text{h}$. Também as estações 3356, 3381 e 3501 são oceânicas, com baixa produtividade e altas taxas de excreção. Outras estações com altas taxas relativas de excreção são as de nºs 3381, 3400, 3409 e 3418, situadas na plataforma continental mas em águas que podem ser consideradas oceânicas. A baixa produtividade, a salinidade e a concentração de clorofila-a aí encontradas, podem caracterizar essas áreas como oceânicas. O mesmo pode ser dito para

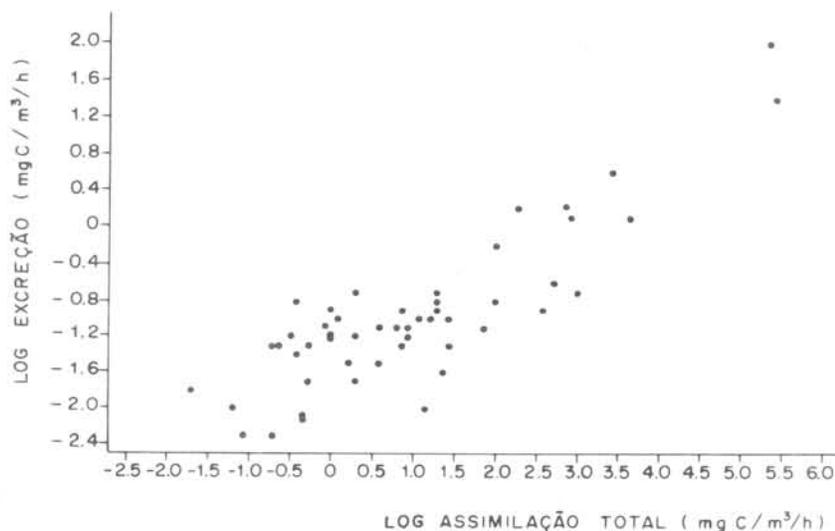


Fig. 2. Relação entre excreção no frasco transparente e o total fotoassimilado. $(T_{p+ex} - P_{p+ex})$.
 $\log. \text{Ex} = -1,440 + 0,284 (\log. \text{Assim.}) + 0,052 [\log. (\text{Assim.})]^2$. $r = 0,77$

Tabela II - Taxas de assimilação de carbono na fração particulada ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$) e taxas de excreção nas estações. Excreção relativa em T em função do total assimilado no frasco transparente e T-P em função do total assimilado

ESTAÇÃO	CLOROFILA-a (mg/m^3)	FOTOASSIMILADO TOTAL		ASSIMILADO TOTAL NO FRASCO		PARTICULADA		TAXAS DE EXCREÇÃO				
		$(T_p + ex)$	$P_p + ex$	T	P	T	P	T	T-P	P		
								$\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$	%	$\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$	%	mgC/m^3
3381	0.17	1.36		1.89		1.58	0.40	0.31	16.4	0.18	13.2	0.13
3384	0.07	0		0.75		0.60	0.61	0.15	20.0	-	0	0.17
3390	0.24	1.27		1.75		1.52	0.38	0.23	13.1	0.14	11.0	0.09
3391	2.03	17.80		18.51		17.33	0.55	1.18	6.4	1.02	5.7	0.16
3397	1.09	18.69		19.50		18.43	0.71	1.07	5.5	0.97	5.2	0.10
3398	0.40	7.33		7.80		7.00	0.37	0.80	10.3	0.71	9.7	0.09
3268*	2.07	31.77		32.74		30.94	0.97	1.80	5.5	1.80	5.7	0
3400	0.33	1.01		1.83		1.53	0.64	0.30	16.4	0.12	11.9	0.18
3409	0.10	1.01		1.64		1.35	0.48	0.29	17.7	0.14	13.9	0.15
3416	0.23	2.88		3.50		3.15	0.45	0.35	10.0	0.18	6.3	0.19
3418	0.32	0.53		1.42		1.14	0.72	0.28	19.7	0.11	20.8	0.17
3424	1.57	14.70		15.52		14.95	0.72	0.57	3.7	0.47	3.2	0.10
3426	0.22	0.48		2.19		1.91	1.28	0.28	12.8	-	0	0.44
3433	3.00	38.90		39.70		38.63	0.61	1.07	2.7	0.88	2.3	0.19
3434	0.67	7.16		8.36		7.89	1.00	0.47	5.6	0.27	3.8	0.20
3437	0.51	0.73		2.06		1.79	1.09	0.27	13.1	0.03	4.1	0.24
3438	0.08	0.65		1.25		1.01	0.50	0.24	19.2	0.14	21.5	0.10
3441	0.41	1.33		2.62		2.13	1.06	0.49	18.7	0.26	19.5	0.23
3442	0.31	3.45		4.17		3.82	0.57	0.35	8.4	0.21	6.1	0.14
3444	29.76	217.40		220.64		213.58	2.38	7.06	3.2	6.20	2.9	0.85
3314**	30.36	228.51		230.34		226.26	1.70	4.08	1.8	3.95	1.7	0.13
3445	0.45	3.69		5.15		4.65	1.06	0.50	9.7	0.10	2.7	0.40
3451	0.20	3.68		4.66		4.26	0.72	0.40	8.6	0.15	4.1	0.25
3453	0.54	4.06		5.46		5.11	1.09	0.35	6.4	0.09	2.2	0.26
3455	0.52	2.40		3.62		3.22	1.11	0.40	11.0	0.29	12.1	0.11
3459	0.42	2.57		2.89		2.56	0.33	0.33	11.4	0.33	12.8	0
3460	0.09	1.74		2.49		2.16	0.61	0.33	13.3	0.18	10.3	0.15
3464	0.21	0.95		2.36		2.02	1.12	0.34	14.4	0.04	4.2	0.30
3472	0.10	0.60		1.62		1.33	0.80	0.29	17.9	0.07	11.7	0.22
3348*	0.76	3.05		3.64		3.51	0.52	0.13	3.6	0.06	2.0	0.07
3479	0.08	2.38		2.93		2.66	0.45	0.27	9.2	0.18	7.6	0.09
3356*	0.53	0.76		1.36		1.18	0.56	0.18	13.2	0.14	18.4	0.04
3488	0.32	3.72		4.69		4.23	0.74	0.46	9.8	0.23	6.2	0.23
3491	0.06	1.04		1.59		1.22	0.39	0.37	23.3	0.22	21.2	0.15
3497	0.09	2.48		3.26		2.96	0.63	0.30	9.2	0.13	5.2	0.17
3499	0.22	0.63		1.64		1.20	0.57	0.44	26.8	0	0	0.44
3501	0.10	0.99		1.61		1.21	0.46	0.40	24.8	0.24	24.2	0.16
3507	1.00	20.56		21.79		21.27	1.05	0.52	2.4	0.33	1.6	0.19
3508	1.25	13.20		14.33		13.92	0.92	0.41	2.9	0.20	1.5	0.21
3509	0.44	1.83		2.44		2.22	0.48	0.22	9.0	0.09	4.9	0.13
3565	0.23	0.18		0.57		0.40	0.27	0.17	29.8	0.05	27.8	0.12
3567	0.33	0.29		0.49		0.36	0.08	0.13	26.5	0.01	3.4	0.12
3573	0.51	4.06		4.25		3.97	0.10	0.28	6.6	0.20	4.9	0.08
3574	0.38	1.32		1.89		1.70	0.46	0.19	10.0	0.08	6.1	0.11
3579	0.27	0.71		1.01		0.89	0.24	0.12	11.9	0.06	8.5	0.06
3581	0.45	2.18		2.85		2.52	0.54	0.33	11.6	0.20	9.2	0.13
3582	1.00	4.49		6.64		6.30	0.10	0.34	5.1	0.29	4.5	0.05
3584	0.31	3.92		3.99		3.79	0.01	0.20	5.0	0.14	3.6	0.06
3588	0.12	0.48		0.75		0.65	0.21	0.10	13.3	0.03	6.3	0.07
3590	0.12	0.69		0.87		0.75	0.09	0.12	13.8	0.04	5.8	0.08
3891	0.09	0.35		0.52		0.42	0.10	0.10	19.2	0.03	8.6	0.07
3595	2.26	10.03		10.77		9.54	0.13	1.23	11.4	0.60	6.0	0.63

* Estações efetuadas em janeiro-fevereiro de 1977.

** Estação efetuada em janeiro de 1977, correspondente à 3444 de janeiro de 1978.

as estações 3437 e 3438, localizadas também em áreas de baixa produção na plataforma (0,73 e 0,65mgC/m³/h). Ainda mais ao sul, as estações 3472, 3491 e 3499 apresentam baixas taxas de produtividade e caracteristicamente altas taxas relativas de excreção. Essas estações estão situadas próximo à isóbata dos 200 m (Tab. I). Todas essas estações citadas tiveram uma taxa de produtividade de que não ultrapassou a 1,05mgC/m³/h (Tab. II).

Na costa leste (Fig. 1B), a estação oceânica 3565, entre as 3594 e 3597, apresentou uma produtividade muito baixa (0,18mgC/m³/h) e, conseqüentemente, um alto valor relativo de excreção (29,8%), quando comparada com a estação 3562, também oceânica, mas muito mais distante da costa. Porém, apesar de mais distante da costa, esta localiza-se em uma área com profundidade de apenas 69 metros, devido à proximidade de um banco submerso, enquanto a estação 3565 localiza-se em uma área com profundidade de 1080 m. As estações 3579, 3588, 3590 e 3591 situam-se fora da plataforma continental, que nessa região é muito irregular (ver profundidades na Tab. I). A produtividade média dessas estações foi de 0,56mgC/m³/h e as taxas relativas de excreção nos frascos transparentes, surpreendentemente, foram relativamente baixas para a produtividade da área: 14,5% em média.

Em todas as estações citadas até agora, foi verificada baixa produtividade, tanto na costa leste como na sudeste. Localizam-se, com exceção da 3464, ou em regiões pelágicas (3384, 3356, 3501, 3565, 3579, 3588, 3590 e 3591) ou nos limites da plataforma continental (3400, 3409, 3418, 3426, 3437, 3438, 3441, 3472, 3491 e 3499). Para facilitar o estudo dos dados, estas estações foram classificadas em tipos (Tab. III): o tipo I, que compreende estações com produtividade ($T_p + ex - P_p + ex$) entre 0 e 0,55 mgC/m³/h, e o tipo II que são aquelas com produtividade entre 0,60 e 1,05 mgC/m³/h.

As estações do tipo I apresentaram um valor médio da excreção relativa nos frascos transparentes (T) de 20,2% (0,18mgC/m³/h) e uma taxa de excreção com desconto do frasco preto (T - P) de 11,2% (0,04mgC/m³/h). As do tipo II apresentaram um valor médio de excreção relativa nos frascos transparentes de 17,8%

(0,28mgC/m³/h) e 12,7% (0,11mgC/m³/h) de excreção T-P.

As estações com produtividade entre 1,10 e 3,00mgC/m³/h, classificadas como tipo III, apresentaram uma taxa relativa média de excreção nos frascos transparentes de 11,3% (0,29mgC/m³/h) e 9,0% (0,18mgC/m³/h) de excreção T-P. A localização das estações deste tipo é intermediária: geralmente, entre as oceânicas e aquelas mais próximas da costa.

As estações do tipo IV, com produtividade entre 3,01 e 5,00mgC/m³/h, apresentaram uma taxa média de excreção relativa nos frascos transparentes de 7,3% (0,33mgC/m³/h) e 4,0% (0,15mgC/m³/h) de excreção nos frascos T-P. Com exceção da 3442, todas as estações deste tipo estão situadas no máximo a 20 milhas da costa.

O tipo V de estações, com produtividade entre 5,05 e 10,50mgC/m³/h, apresentou um valor médio de excreção relativa nos frascos transparentes de 8,0% (0,71mgC/m³/h); quase idêntica, portanto, à do tipo IV, mas que, em números absolutos, foi cerca de duas vezes maior. A excreção T-P relativa também foi maior que nas estações do tipo IV.

As estações com produtividade entre 10,01 e 20,00mgC/m³/h foram agrupadas no tipo VI. O valor médio de excreção relativa nos frascos transparentes foi 4,6% (0,81mgC/m³/h) e 3,9% (0,67mgC/m³/h) de excreção T-P.

As estações com produtividade acima de 20mgC/m³/h foram classificadas como tipo VII. O valor médio de excreção relativa nos frascos transparentes foi de 3,1% (2,91mgC/m³/h) e a excreção nos frascos T-P foi 2,9% (2,63mgC/m³/h). Neste grupo, destaca-se a estação 3444, na entrada da Baía de Santos, com uma produtividade de 217,40mgC/m³/h e uma taxa de excreção absoluta de 7,06mgC/m³/h (3,2%). Este tipo de estação apresenta valores de excreção em T-P muito próximo aos da excreção total nos frascos transparentes.

As estações do tipo VI e VII localizam-se em áreas extremamente eutróficas (ou nas suas proximidades) como na entrada da Baía de Guanabara (3268 e 3397) e da Baía de Santos (3314, 3444 e 3433). A estação 3391, com uma fotoassimilação total de 17,80mgC/m³/h, localiza-se na área de ressurgência de Cabo Frio (Silva, 1968).

As estações 3507 e 3508, a pouca distância da costa, com produtividade de 20,56 e 13,20mgC/m³/h, respectivamente, apontam uma área de alta produtividade. Porém, não se tem informações satisfatórias sobre a causa dessa alta produtividade nessas áreas.

A Figura 3 mostra a localização e taxa de excreção relativa das estações.

Discussão

As primeiras determinações diretas da excreção, empregando o C₁₄, forneceram valores variando numa faixa muito ampla: 1 - 70% (*op. cit.* na Introdução). Nesses trabalhos, no entanto, foram usadas alíquotas pequenas dos filtrados, que foram evaporadas sobre plaquetas e sua radioatividade determinada por meio de detectores GM. Os valores elevados foram cri-

ticados como superestimados, devido à metodologia empregada. Trabalhos mais recentes (década de 70), com emprego de cintilação líquida, o que permite uso de alíquotas maiores ou a quantificação de todo o filtrado, forneceram valores variando numa faixa semelhante à encontrada pelos primeiros trabalhos em áreas correspondentes, com as taxas relativas crescendo em direção às zonas pelágicas, mas com valores menores.

Os dados de excreção nos frascos transparentes obtidos nos cruzeiros "FINEP VII" e "VIII" mostram taxas de excreção variando em uma faixa bem mais estreita (2-30%) do que se esperava, baseando-se na bibliografia. Os valores acima de 20% foram obtidos em apenas 5 ou 6 estações oceânicas. Esse número, no entanto, nada significa e poderia ser maior se

Tabela III - Classificação das estações, segundo sua produtividade ($T_{p+ex} - P_{p+ex}$). Excreção média no frasco transparente (T) e em T-P. P = frasco preto

TIPO	FOTOASSIMILAÇÃO TOTAL ($T_{p+ex} - P_{p+ex}$) (mgC/m ³ /h)	CLOROFILA-a mg/m ³	TAXAS DE EXCREÇÃO			ESTAÇÕES		
			T mgC/m ³ /h	T-P %	P			
I	0 - 0,55	0,22	0,18	20,2	0,04	11,2	0,16	3384 - 3426 - 3565
								3567 - 3588 - 3591
								3418
II	0,60 - 1,05	0,22	0,28	17,8	0,11	12,7	0,17	3400 - 3409 - 3437
								3438 - 3472 - 3356
								3491 - 3499 - 3579
III	1,10 - 3,00	0,27	0,29	11,3	0,18	9,0	0,11	3590 - 3464 - 3501
								3441
								3381 - 3390 - 3416
IV	3,01 - 5,00	0,43	0,33	7,3	0,15	4,0	0,21	3455 - 3459 - 3460
								3479 - 3497 - 3509
								3574 - 3481
V	5,05 - 10,5	1,08	0,71	8,0	0,47	6,0	0,24	3442 - 3445 - 3451
								3453 - 3348 - 3488
								3573 - 3584
VI	10,10 - 20,00	1,49	0,81	4,6	0,67	3,9	0,14	3398 - 3434 - 3582
								3595
								3391 - 3397 - 3424
VII	> 20,00	13,24	2,91	3,1	2,63	2,9	0,27	3508
								3268 - 3433 - 3444
								3314 - 3507

mais estações tivessem sido efetuadas nessas áreas ou em outras, mais afastadas da costa.

As estações do tipo I e II, localizam-se em águas oceânicas tropicais, caracteristicamente oligotróficas, da Corrente do Brasil. As estações 3418 e 3441, com alta porcentagem de excreção, apesar de estarem situadas em áreas dentro da plataforma continental (Fig. 3), estão nos limites onde se intensifica a Corrente do Brasil (Fig. 4), aproximadamente entre as isôbatas de 100 e 200 m (Mesquita *et al.*, 1979). O mesmo pode ser dito para as estações 3438, 3472, 3491 e 3499, situadas em áreas neríticas mas que apresenta, entretanto, características oceânicas. A estação 3464, apesar de sua localização - dos dois grupos, a mais próxima da costa -, apresentou uma produtividade baixa, o que a classificou no tipo II, e uma excreção relativa de 14,6%. Infelizmente a circulação de massas d'água nessa área é praticamente desconhecida, mas os

autores (*op. cit.*) fazem referência à possibilidade de bolsões de água da Corrente do Brasil serem incorporados ao sistema costeiro através das correntes de maré (Fig. 4). De qualquer maneira, com apenas uma estação em uma área tão extensa e efetuada em apenas uma ocasião, não é possível tirar-se mais deduções.

Na costa leste, a circulação das massas d'água também não é bem conhecida, mas a produtividade, temperatura, salinidade e concentração de clorofila-*a* das estações dos tipos I e II aí localizadas, são características de águas do tipo da Corrente do Brasil. Todas as estações desses grupos são tipicamente oceânicas, apesar da 3567 situar-se em uma área com profundidade de apenas 69 m devido à proximidade de um banco.

Com exceção da estação 3381, que se situa em uma área com profundidade de 650 m, todas as estações do tipo III situam-se dentro da plataforma continental, em torno da isóbata dos 100 m (Tab. I). Estão geralmente localizadas,

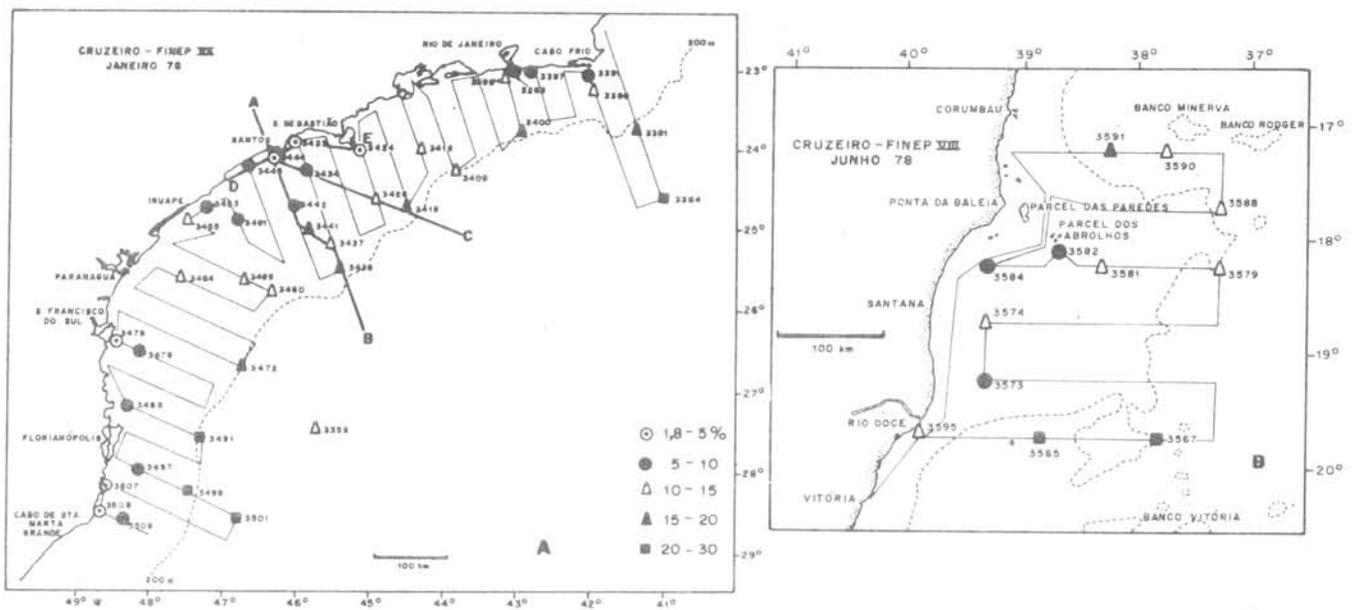


Fig. 3. Localização das estações e seus valores da excreção relativa no frasco transparente em relação ao total fixado nesse frasco (T).

- A) Costa sudeste, mostrando as seções abrangendo diferentes tipos de estações.
 B) Costa leste, mostrando as seções abrangendo diferentes tipos de estações.

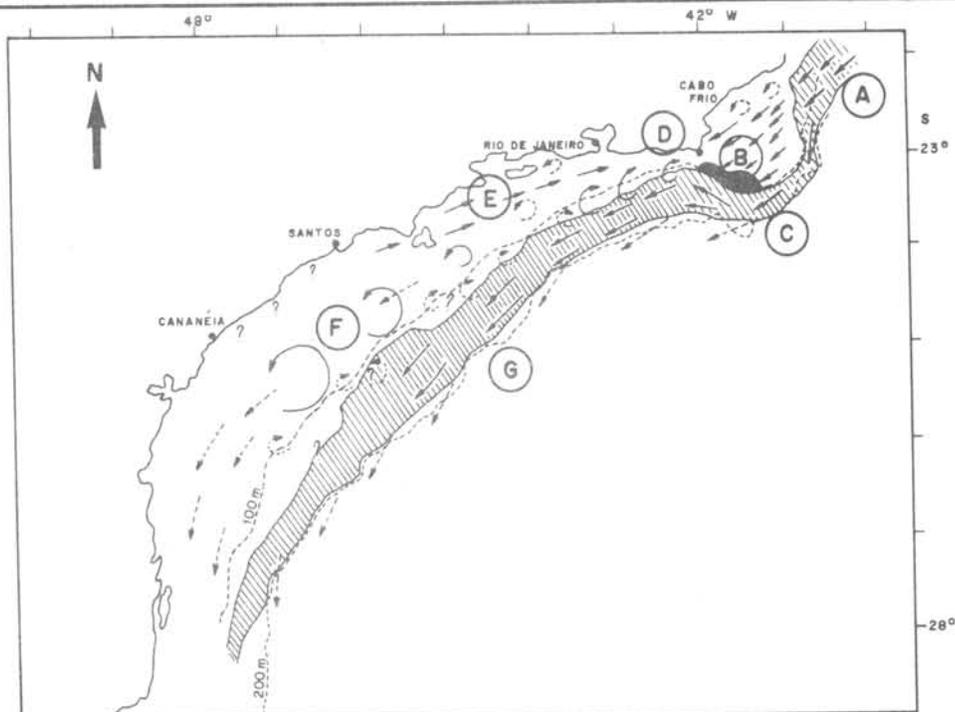
entre as estações costeiras e as oceânicas, em áreas onde, pelo que se sabe (Mesquita *et al.*, 1979), predominam as águas costeiras e, eventualmente, de mistura com as da Corrente do Brasil. Caracterizam-se pela presença de taxas de excreção absolutas da mesma grandeza que as do tipo II, porém com valores relativos menores em consequência da maior produtividade.

As estações do tipo IV, aparentemente, situam-se em águas tipicamente costeiras sem grandes influências diretas de águas eutrofizadas continentais ou de outras origens.

Os baixos valores de excreção relativa e os altos de excreção absoluta, refletem a alta produtividade das áreas onde se situam as estações do tipo VII: entrada da Baía de Santos (3444 e 3314), que recebe despejos do porto e da cidade de Santos e parte dos despejos da cidade de São Paulo, e entrada da Baía de Guanabara (3268), que recebe despejos da cidade do Rio de Janeiro. Na área da estação 3507, a alta produtividade pode

ser causada pelo aporte de águas eutrofizadas do porto de Laguna e/ou Imbituba, porém não são conhecidos os padrões de circulação de massas d'água do local. A estação 3433, próxima a Bertioga está numa área altamente influenciada pelas águas extremamente eutrofizadas da Baía de Santos (Aidar-Aragão *et al.*, no prelo), transportadas para essa região por correntes (Fig. 4).

Por sua vez, as estações dos tipos V e VI localizam-se em áreas que, em maior ou menor grau, podem sofrer influência de importantes zonas eutrofizadas como as do tipo VII. Assim, na costa sudeste, as estações 3397 e 3398 localizam-se em áreas que sofrem a influência das águas oriundas da Baía de Guanabara. Da mesma maneira, as áreas representadas pelas estações 3424 e 3434, sofreriam a influência das águas provenientes da Baía de Santos, que são levadas para essas regiões por correntes que correm paralelas à costa em sentido nordeste, aproximadamente. Nota-se que a estação 3445, a sudoeste de Santos, situa-se aproxima-



A) Área onde predomina a Corrente do Brasil. A parte hachurada representa a área onde a corrente se intensifica. B) Área de ressurgência causada pelo retorno do ramo principal da corrente à isóbata dos 100 m, de onde tinha se desviado (C). D) Ramo principal da corrente alcança a isóbata dos 100 m. E) Correntes costeiras. F) As correntes de maré intensificam-se. Setas pontilhadas: direção de correntes fracas e não predominantes. Setas cheias: correntes mais fortes e predominantes. Setas em sentido anti-horário: correntes de maré.

Fig. 4. Correntes conhecidas na costa sudeste, entre Cabo Frio e Cananéia (Segundo Mesquita *et al.*, 1980).

damente à mesma distância que a estação 3433, a nordeste de Santos, em relação à 3444, mas que apresenta uma porcentagem de excreção cerca de cinco vezes maior, refletindo uma produtividade onze vezes menor do que a estação 3433 (Fig. 5).

A área da estação 3391, com alta produtividade, alta excreção absoluta e baixa excreção relativa, é caracteristicamente eutrófica. A causa poderia ser a influência das águas originadas da Baía de Guanabara, carregadas por correntes costeiras na direção nordeste e/ou a ocorrência de ressurgência, o que frequentemente ocorre nessa época do ano. Muito provavelmente, a causa dessa eutroficação seja mesmo a ressurgência, pois, durante a realização da estação 3391, a temperatura à superfície foi de $14,9^{\circ}\text{C}$, enquanto que, a apenas 20 milhas de distância e 2 horas antes (estação 3390), a temperatura foi $24,6^{\circ}\text{C}$.

Na costa leste, a região relativa à estação 3582 apresentou uma produtividade maior e, conseqüentemente, um valor de excreção relativo menor que nas estações 3574 e 3573, mais próximas da costa que aquela. Essa maior produtividade deveu-se à proximidade do Parcel de Abrolhos, onde a profundidade da área era de 36 m apenas. Também o alto valor absoluto da excreção encontrada na estação 3595, reflete a alta produtividade

da área de sua localização, próxima à foz do rio Doce.

Entretanto, deve-se ressaltar que, quando se compara a produtividade, medida em um determinado período, de estações em áreas tão extensas, as diferenças encontradas na produtividade induzindo-nos a adotar o critério utilizado para a classificação das estações em tipos diferentes - podem ser inconsistentes, se não for levado em consideração o problema da variação diária da taxa fotossintética. Por outro lado, apesar da classificação das estações ser inteiramente artificial, a distribuição das mesmas em grupos apresentou uma certa naturalidade. Assim, cada tipo mostra indícios de situar-se em áreas com características geográficas e de alguns fatores ambientais semelhantes.

Numa comparação com as taxas de excreção das estações dos tipos I e II com as obtidas por Thomas (1971) e Herbland & Dandonneau (1975), que trabalharam com águas oceânicas oligotróficas tropicais do Atlântico, verifica-se que as taxas obtidas por esses autores são mais elevadas. Thomas encontrou no Mar de Sargãos um valor relativo de 44% na superfície, para uma produtividade que se enquadra na faixa do tipo I. Em águas costeiras, porém, os valores encontrados pelo autor (<13%) são mais próximos dos que obtivemos em áreas correspondentes.

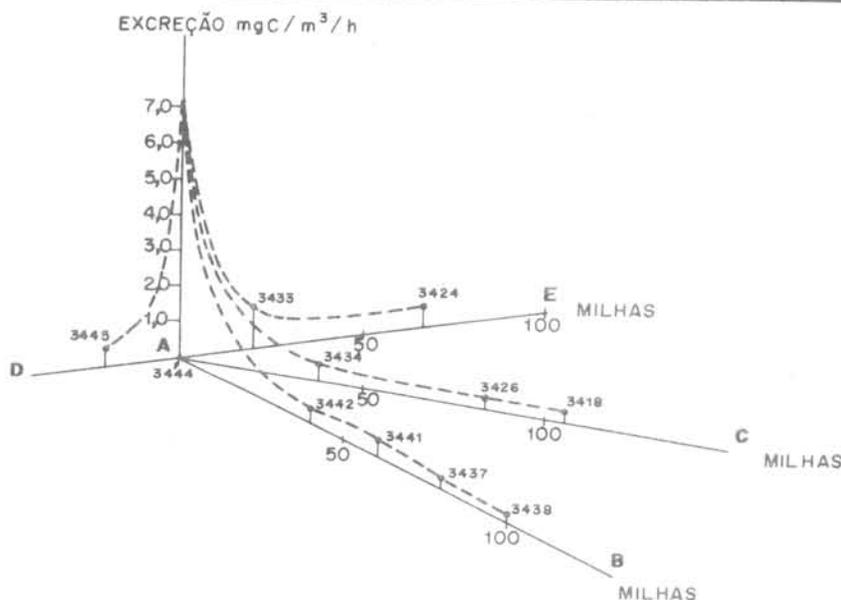


Fig. 5. Valores absolutos da excreção ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) medidos nas estações localizadas nas seções AB, AC, AD e AE (Ver Fig. 3), em relação à estação 3444, na Barra de Santos.

O padrão obtido por Thomas (1971) também concorda com o por nós encontrado: aumento da excreção, em direção às áreas pelágicas.

Nas estações efetuadas por Herbland & Dandonneau (1975) à superfície, onde a produtividade média foi 1,62 mgC/m³/h, o valor absoluto da excreção foi 0,54mgC/m³/h e o seu valor relativo foi 33%; bem mais elevado, portanto, que as taxas obtidas nas estações dos cruzeiros FINEP com produtividade da mesma grandeza.

Por outro lado, os valores relativos de excreção obtidos nas estações dos tipos I e II são da mesma grandeza que as obtidas em áreas do Pacífico Norte por Anderson & Zeutschel (1970) e Berman & Holm-Hansen (1974). Os dados desses autores continuam mostrando um aumento da excreção relativa em direção às áreas oceânicas oligotróficas. Esse padrão de resultados é comum, sendo verificado praticamente em todos os trabalhos sobre excreção em populações naturais. Poucos autores, contudo, tentaram interpretar esse aumento da taxa relativa em áreas de baixa produtividade. Fogg (1975), por exemplo, o relaciona com as condições físico-químicas ambientais: em águas oceânicas, principalmente à superfície, o baixo nível de nutrientes como nitrogênio e fósforo, a concentração saturante de O₂ e as altas intensidades luminosas, aumentariam a taxa de excreção, principalmente do ácido glicólico, como maneira das células eliminarem o excesso de carbono fotoassimilado e não aproveitado nos processos estruturais e energéticos. Hellebust (1974) afirma também: "os processos que promovem a fotossíntese, mas não o crescimento celular favorecem também o aumento da excreção". Steeman-Nielsen (1975) e Wangersky (1978) acham duvidosos os altos valores relativos de excreção encontrados em águas oligotróficas: um aumento na porcentagem de excreção derivado de um decréscimo global na produtividade sugere, pelo menos, a possibilidade de um pequeno e constante erro. A causa desse erro foi apontada por alguns autores (Thomas, 1971; Williams *et al.*, 1972; Sharp, 1977; Steeman-Nielsen, 1975) como sendo devido ao ¹⁴C residual e/ou à contaminação das ampolas de NaH¹⁴CO₃ por material radioativo, o que realmente ocorre. Porém, há grande possibilidade de que essa não seja a causa neste trabalho, pois o emprego dos con-

troles específicos para cada série de incubações eliminou essa possibilidade (Vieira & Aida-Aragão, no prelo). Entretanto, os valores obtidos neste trabalho, mesmo em regiões oligotróficas, não foram tão elevados como os que os autores (*op. cit.*) se referiam.

Williams & Yentsch (1976) atribuem as taxas obtidas por Anderson & Zeutschel (1970) em águas do Pacífico Norte, à falta de precisão da metodologia; essas taxas teriam sido baseadas em medidas de radioatividade dos filtrados de apenas 4 IPM acima dos controles. Estes autores deduziram que uma sub-estimativa de 2 IPM nos controles seria o suficiente para produzir o aumento na porcentagem de excreção. A menor atividade encontrada nas alíquotas dos nossos filtrados foi 20 DPM acima do controle (estação 3508). A atividade média nas alíquotas dos filtrados das estações do tipo I foi 30 DPM (frasco T) e 20 DPM (frasco P) acima dos controles e nas do tipo II foi 53 e 32 DPM, respectivamente. Pela maneira como foi obtido o valor do controle (DPM do controle = 2,58 σ , onde σ = desvio padrão de 30 contagens do controle), este não foi sub-estimado. É possível que outros tipos de erro tenham influenciado na elevação das taxas das estações do tipo I, além dos processos fisiológicos naturais. Mas se alguns fatores não naturais podem superestimar as taxas de excreção, por outro lado outros podem sub-estimá-las. Entre eles, pode-se citar a perda de compostos excretados por volatilização durante o borbulhamento (Anderson & Zeutschel, 1970; Eppley & Sloan, 1965; Hellebust, 1974). A imediata utilização, por heterótrofos, de alguns compostos excretados também sub-estima a taxa de excreção. Um outro fator seria a atividade específica do carbono excretado, menor que a do carbono recentemente assimilado (uma parte do carbono excretado seria de compostos não marcados). Deve-se citar também a possibilidade de transformação da MOD dissolvida em colóides durante o processo de borbulhamento de método, o que funcionaria como fonte de erros: ou sub-estimam ou superestimam.

O fato do fitoplâncton excretar MOD não deveria surpreender, pois, afinal, a excreção de matéria orgânica é um processo comum entre vegetais, animais, fungos e bactérias. O que poderia surpreender, é o fato do fitoplâncton excretar produtos intermediários de seu

metabolismo e essa excreção ser incrementada em áreas oceânicas; isto comprometeria a economia celular. Tolbert (1974) e Wangersky (1978) argumentam que o fenômeno da excreção seria um processo fisiológico inevitável. O aproveitamento desse fenômeno em mecanismos fisiológicos e outras relações envolvendo produtos excretados teria surgido secundariamente com a evolução, pela disponibilidade desses compostos no meio. O aumento da excreção, ou a manutenção de uma taxa mínima inevitável de MOD excretado em zonas oceânicas, poderia ter um importante papel na adaptação das populações em áreas onde as condições ambientais, em relação às costeiras por exemplo, são, predominantemente, menos favoráveis aos indivíduos do fitoplâncton. Desse modo, a excreção de MOD decorrente de um processo fisiológico inevitável, evolutivamente foi sendo aproveitado como um fator importante, através do qual o fitoplâncton se adaptaria às condições desfavoráveis. Agiria, assim, como quelantes (Barber & Ryther, 1969), substrato para organismos que possam ter relações simbióticas ou outras funções ecofisiológicas possíveis; ou, simplesmente, adaptaria os mecanismos fisiológicos relacionados com a fotossíntese às condições ambientais físico-químicas nessas áreas.

Nas áreas oceânicas, os altos valores relativos de excreção, em algumas estações de baixa produtividade (Tab. II), seriam decorrentes, principalmente, da excreção de MOD quantificável no frasco preto. Desta forma, em algumas estações, se se considerar somente os valores T-P, a excreção é bem reduzida (3437, 3464, 3567 e 3595), ou mesmo nula (3384, 3426 e 3499). De um modo geral, a excreção de MOD no frasco preto foi sempre menor que a do frasco transparente, com as exceções acima. Sua quantidade absoluta também foi sempre reduzida e, apesar de ter sido verificado um acréscimo com o aumento da produtividade, sua faixa de variação foi sempre muito estreita, comparada com a variação da MOD no frasco transparente (Tab. III). Essa pequena quantidade absoluta e a estreita faixa de variação fazem com que a diferença entre as taxas de excreção no frasco transparente e em T-P, em estações de alta produtividade, seja insignificante, aumentando, no entanto, em estações de baixa produtividade. Esse aumento

reflete, portanto, mais uma diminuição na excreção no frasco transparente que um aumento da excreção no frasco preto.

Infelizmente, a grande maioria dos trabalhos de excreção com populações naturais não apresentam e nem discutem a excreção de MOD (a do frasco T e a de T-P). Choi (1972) apresenta seus dados de excreção em T-P onde P representa um terço do valor de T. Berman & Holm-Hansen (1974), porém, afirmam: "A sugestão feita por Choi (*op.cit.*), de que os resultados de assimilação de ^{14}C nas frações particuladas e dissolvidas no frasco preto poderiam ser subtraídos do frasco transparente, não parece ser justificada se, por exemplo, a liberação de MOD é alterada quantitativamente e qualitativamente pela fotorrespiração". Alguns autores apontam a excreção que ocorre no frasco preto como sendo um processo independente daquele que ocorre por influência da luz (Fogg *et al.*, 1965; Watt, 1966). Sendo assim, nas medidas de excreção não teria sentido ser feita a correção para a fixação no escuro. Isso poderá ser verdade, mas ainda não se sabe de que maneira a luz poderá afetar a excreção.

O que se propõe aqui não é o desprezo da excreção no frasco preto simplesmente, mas a utilização dos dois valores para um melhor entendimento dos processos da excreção. Quando se está interessado na excreção como fonte de MOD nos oceanos, bem como sua utilização por outros organismos, é de interesse secundário se a MOD excretada foi assimilada na luz ou no escuro ou se o foi por influência direta da luz ou não. Porém, é de interesse fundamental o conhecimento desses processos, não só para o estudo da fotossíntese das populações e estudos de produção primária, mas também para a própria ecofisiologia da adaptação dessas populações, principalmente as de áreas oceânicas oligotróficas.

Conclusões

Os valores de excreção em populações oceânicas, com base na bibliografia, não foram tão elevadas como se esperava, o que poderá ser uma consequência do emprego mais criterioso dos controles experimentais.

Os altos valores relativos nas estações de baixa produtividade devem-se em parte, à fração que seria excretada no

frasco escuro. Isto, em consequência da pequena diminuição do valor de excreção que ocorre nesse frasco, em relação à diminuição da produtividade, por exemplo. Em parte, deve-se, também, à diminuição acentuada da produtividade não proporcional à diminuição da quantidade de MOD excretada no frasco transparente.

Os valores absolutos da excreção acompanham a produtividade, considerando-se todos os valores obtidos. Porém, os valores relativos aumentam em direção às áreas oceânicas.

Para efeito de correção das medidas de produção primária, o erro cometido por não se considerar a excreção poderá ser significativa quando as medidas são feitas em áreas de baixa produtividade, como as das estações dos tipos I e II. Entretanto, para medidas em zonas de alta produtividade esse erro seria insignificante.

Resumo

Foram feitas medidas de produtividade e excreção de MOD em populações naturais da superfície de águas costeiras e oceânicas, entre Barreira Vermelha (BA) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Os valores relativos de excreção variaram entre 2 e 30% do total assimilado no frasco transparente. Os valores relativos de excreção aumentam em direção às zonas pelágicas, porém, em números absolutos, a excreção acompanha a produtividade. Os altos valores relativos encontrados em zonas oceânicas seriam relativamente baixos, e até nulos em algumas estações, se a excreção no frasco preto fosse descontada do frasco transparente. Baseando-se na produtividade das estações, estas foram classificadas em tipos, sendo, então, determinado o valor médio de excreção de cada tipo.

As estações oceânicas classificadas nos tipos I e II apresentaram um valor médio de excreção relativa de 20,2 e 17,8%, respectivamente. As estações costeiras situadas em áreas densamente eutrofizadas, tipos VI e VII, apresentaram um valor médio de excreção relativa de 4,6 e 3,1%, respectivamente.

Os tipos III, IV e V, representando estações intermediárias, têm valores de 11,3, 7,3 e 8%, respectivamente.

Referências bibliográficas

AIDAR-ARAGÃO, E.; TEIXEIRA, C. & VIEIRA, A. A. H. 1980. Produção primária e

concentração de clorofila-a na costa brasileira (Lat. 22°31'S - Long. 41°52'W a Lat. 28°43'S - Long. 47°57'W). Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 29(2): (No prelo).

AL-HASAN, R. H. & COUGHLAN, S. J. 1976. A method for the determination of glycollic acid in the extracellular products of cultured and natural phytoplankton populations. J. exp. mar. Biol. Ecol., 25:141-149.

_____; PANT, A. & FOGG, G. E. 1975. Seasonal variations in phytoplankton and glycollate concentrations in the Menai Straits, Anglesey. J. mar. biol. Ass. U.K., 55:557-566.

ANDERSON, G. C. & ZEUTSCHEL, R. P. 1970. Release of dissolved organic matter by marine phytoplankton in coastal and off shore areas of the Northeast Pacific Ocean. Limnol. Oceanogr., 15: 402-407.

ANDREWS, P. & WILLIAMS, P. J. de B. 1971. Heterotrophic utilization of dissolved organic compounds in the sea. III. Measurement of the oxidation rates and concentrations of glucose and amino acids in sea water. J. mar. biol. Ass. U.K., 51:111-125.

ANTIA, N. J.; BERLAND, B. R.; BONIN, D. J. & MAESTRINI, S. Y. 1975. Comparative evaluation of certain organic and inorganic sources of nitrogen for phototrophic growth of marine microalgae. J. mar. biol. Ass. U.K., 55:519-539.

ARTHUR, C. R. & RIGLER, F. H. 1967. A possible source of error in the ¹⁴C method of measuring primary productivity. Limnol. Oceanogr., 12:121-124.

BARBER, R. T. & RYTHER, J. H. 1969. Organic chelators: factors affecting primary production in the Cromwell Current upwelling. J. exp. mar. Biol. Ecol., 3:191-199.

BERMAN, R. & HOLM-HANSEN, O. 1974. Release of photoassimilated carbon as dissolved organic matter by marine phytoplankton. Mar. Biol., 28:305-310.

- BRAY, G. A. 1960. A simple efficient liquid scintillator for counting aqueous solutions in liquid scintillation. *Anal. Biochem.*, 1:279-285.
- BUL'YON, V. V. 1976. Phytoplankton production measurement using ^{14}C with allowance for losses of labeled organic matter during filtering. *Oceanology, Acad. Sci. URSS.*, 15: 347-350.
- CHOI, I. C. 1972. Primary production and release of dissolved organic carbon from phytoplankton in the Western North Atlantic Ocean. *Deep Sea Res.*, 19:731-735.
- COUGHLAN, S. J. 1977. Comparative studies of glycolic acid uptake by four marine algae. *Br. phycol. J.*, 12:55-62.
- CRAWFORD, C. C.; HOBBIIE, J. E. & WEBB, K. L. 1974. The utilization of dissolved free amino acids by estuarine microorganisms. *Ecology*, 55: 551-563.
- DUURSMA, E. K. 1961. Dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorous in the sea. *Neth. J. Sea Res.*, 1:1-148.
- EPPLEY, R. W. & SLOAN, P. R. 1965. Carbon balance experiments with marine phytoplankton. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 22:1083-1097.
- FOGG, G. E. 1966. The extracellular products of algae. *Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev.*, 4:195-212.
- 1975. Biochemical pathways in unicellular plants. *In: Copper, J. P. - Photosynthesis and productivity in different environments.* Cambridge, University Press, p. 437-457.
- ; NALEWAJKO, C. & WATT, W. D. 1965. Extracellular products of phytoplankton photosynthesis. *Proc. R. Soc. Lond., Serie B.*, 162:517-534.
- GUILLARD, R. R. L. & WANGERSKY, P. J. 1958. The production of extracellular carbohydrates by some marine flagellates. *Limnol. Oceanogr.*, 3:449-454.
- HELLEBUST, J. A. 1965. Excretion of some organic compounds by marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 10:192-206.
- HELLEBUST, J. A. 1967. Excretion of organic compounds by cultured and natural populations of marine phytoplankton. *In: Lauff, G. H., ed. - Estuaries.* Washington, Am. Ass. Advanc. Sci., p. 361-366.
- 1974. Extracellular products. *In: Stewart, W. D. P., ed. - Algal physiology and biochemistry.* Oxford, Blackwell, p. 838-863.
- HERBLAND, A. & DANDONNEAU, Y. 1975. Excretion organique du phytoplancton et activité bacterienne hétérotrophe dans le Dome de Guinee (Ocean Atlantique Tropical est) *Doc. scient., Centre Rech. oceanogr., Abidjan*, 6: 1-18.
- HOLM-HANSEN, O.; STRICKLAND, J. D. H. & WILLIAMS, P. M. 1966. A detailed analysis of biologically important substances in a profile off Southern California. *Limnol. Oceanogr.*, 11: 548-561.
- IGNATIADIS, L. & FOGG, G. E. 1973. Studies on the factors affecting the release of organic matter by *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve in culture. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 53:937-956.
- KETCHUM, B. H. & CORWIN, N. 1965. The cycle of phosphorus in a plankton bloom in the Gulf of Maine. *Limnol. Oceanogr.*, (Suppl. 10): R 148.
- KROGH, A. 1934a. Conditions of life in the ocean. *Ecol. Monogr.*, 4:421-429.
- 1934b. Conditions of life at great depths in the ocean. *Ecol. Monogr.*, 4:430-439.
- LEWIN, J. & HELLEBUST, J. A. 1976. Heterotrophic nutrition of marine pennate diatom *Cylindrotheca fusiformes*. *Can. J. Microbiol.*, 16:1123-1129.
- 1978. Utilization of glutamate and glucose for heterotrophic growth by the marine

- pennat diatom *Nitzschia laevis*. Mar. Biol., 47:1-7.
- MENZEL, D. W. & RYTHER, J. H. 1968. Organic carbon and the oxygen minimum in the South Atlantic Ocean. Deep Sea Res., 5:327-337.
- MESQUITA, A. R. de; LEITE, J. B. A. & RIZZO, R. 1979. Contribuição ao estudo das correntes marinhas na plataforma entre Cabo Frio e Cananéia. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 28(2): 95-100.
- MYKLESTAD, S. 1977. Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. II. Influence of the N/P ratio in the growth medium on the assimilation ratio, growth rate and production of cellular and extracellular carbohydrates by *Chaetoceros affinis* var. *Willei* (Gran) Hustedt and *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve. J. exp. mar. Biol. Ecol., 29:161-179.
- PARSONS, T. R. & STRICKLAND, J. D. H. 1963. Discussion of spectrophotometric determinations of marine-plant pigments, with revised equations for certaining chlorophylls and carotenoids. J. mar. Res., 2:115-163.
- PROVASOLI, L. 1963. Organic regulation of phytoplankton fertility. In: Hill, M. N., ed. - The sea. New York, Interscience Publishers, v.2, p.165-219.
- ; McLAUGHLIN, J. J. A. & DROOP, M. R. 1957. The development of artificial media for marine algae. Arch. Mikrobiol., 25:392-428.
- RICHARDS, F. A. & THOMPSON, T. G. 1952. The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. J. mar. Res., 11:156-172.
- SAUNDERS, G. W. 1957. Interrelations of dissolved organic matter and phytoplankton. Bot. Rev., 23:389-409.
- SELNER, K. G.; ZINGMARK, R. G. & MILLER, T. G. 1976. Interpretations of ^{14}C method of measuring the total annual production of phytoplankton in a South Caroline estuary. Bot. mar., 19:119-125.
- SHAH, N. M. & WRIGHT, R. T. 1974. The occurrence of glycollic acid in a coastal sea water. Mar. Biol., 24: 121-124.
- SHARP, J. H. 1977. Excretion of organic matter by marine phytoplankton: do healthy cells do it? Limnol. Oceanogr., 22:381-399.
- SILVA, P. C. M. 1968. O fenômeno da ressurgência na costa meridional brasileira. Publicação Inst. Pesq. Marinha, Rio de J., (024):31p.
- SKOPINTSEV, B. A. 1971. Recent advances in the study of organic matter in oceans. Oceanology, Acad. Sci. URSS, 11:775-789.
- SMITH, W. O. 1974. The extracellular release of glycollic acid by a marine diatom. J. Phycol., 10:30-33.
- ; BARBER, R. T. & HUNTSMAN, S. A. 1977. Primary production of the coast of northwest Africa: excretion of dissolved organic matter and its heterotrophic uptake. Deep Sea Res., 24:35-47.
- STEMMANN-NIELSEN, E. 1975. Marine photosynthesis. Amsterdam, Elsevier, 141p.
- THOMAS, J. P. 1971. Release of dissolved organic matter from natural populations of marine phytoplankton. Mar. Biol., 11:311-323.
- TOLBERT, N. E. 1974. Photorespiration. In: Stewart, W. D. P., ed. - Algal physiology and biochemistry. Oxford, Blackwell, p. 474-504.
- VIEIRA, A. A. H. & AIDAR-ARAGÃO, E. Alguns aspectos sobre a metodologia de cintilação líquida aplicada ao estudo da excreção de matéria orgânica dissolvida pelo fitoplâncton. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo. (No prelo).
- WANGERSKY, P. J. 1978. Production of

- dissolved organic matter. *In*: Kinne, O., ed. - Marine ecology. Chichester, John Willey, vol. 4, p. 115-220.
- WATT, W. D. 1966. Release of dissolved organic material from the cells of phytoplankton populations. *Proc. Roy. Soc. Lond., Serie B*, 164(997): 521-551.
- WHEELER, P. A.; NORTH, B. B. & STEPHENS, G. C. 1974. Amino acid uptake by marine phytoplankters. *Limnol. Oceanogr.*, 19:249-259.
- WILLIAMS, P. J. le B. 1975. Biological and chemical aspects of dissolved organic material in sea water. *In*: Riley, J. P. & Skirrow, G., ed. - Chemical oceanography. 2ª ed. London, Academic Press. vol. 2, p.301-363.
- WILLIAMS, P. J. le B.; BERMAN, T. & HOLM-HANSEN, O. 1972. Potencial sources of error in the measurement of low rates of planktonic photosynthesis and excretion. *Nature, New Biol.*, 236:91-93.
- _____ & YENTSCH, C. S. 1976. An examination of photosynthetic production, excretion of photosynthetic products and heterotrophic utilization of dissolved organic compounds with reference to results from coastal subtropical sea. *Mar. Biol.*, 35:31-40.

(Recebido em 31/outubro/1980)