

## **OCOLOGIA BRASILIENSIS**

Valentin, J.L.; Tenenbaum, D.R.; Bonecker, A.C.T; Bonecker, S.L.C.; Nogueira, C.R. & Villac, M.C. 1999. O Sistema Planctônico da Baía de Guanabara: Síntese do Conhecimento. pp. 35-59. In Silva, S.H.G. & Lavrado, H.P. (eds). *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro*. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

---

# **O SISTEMA PLANCTÔNICO DA BAÍA DE GUANABARA: SÍNTESE DO CONHECIMENTO**

**VALENTIN, J.L.; TENENBAUM, D.R.; BONECKER, A.C.T; BONECKER, S.L.C.;  
NOGUEIRA, C.R. & VILLAC, M.C.**

### **Resumo**

A baía de Guanabara é um dos ecossistemas tropicais mais eutrofizados do mundo. Sua hidrobiologia varia segundo um fator temporal definido pelo verão chuvoso e um duplo gradiente espacial, vertical e horizontal, condicionado pela influência da maré e dos efluentes continentais. O impacto antrópico manifesta-se nas áreas internas por elevados teores em amônia ( $\leq 650$  mM) e fósforo ( $\leq 308$  mM) e baixa transparência ( $< 1$  m). O fitoplâncton, representado por diversos grupos taxonômicos, é dominado pelo nanoplâncton (flagelados e diatomáceas) e cianofíceas, especialmente em superfície e no verão. O aumento da biomassa primária no canal principal de circulação da baía nos últimos 20 anos indica um comprometimento progressivo da capacidade de diluição dos despejos domésticos e industriais. O zooplâncton é bom indicador do grau de deteriorização ambiental, diminuindo (copépodes, quetognatos, cladóceros, apendiculárias) ou desaparecendo (sifonóforos e taliáceos), nas áreas internas mais impactadas. As densidades de ovos e larvas de peixes são maiores na entrada da baía e no canal central do que na área noroeste interna onde a baixa qualidade de água constitui um fator prejudicial à desova e recrutamento. Pesquisas em curso visam quantificar os elementos da teia microbiana (bacterioplâncton, picoplâncton e protozooplâncton) essenciais para a compreensão dos mecanismos que regem a transferência da energia neste sistema.

Palavras-chave: sistema planctônico, síntese, baía de Guanabara, Brasil.

### **Abstract:**

#### **"Planktonic system of Guanabara Bay: a review."**

Guanabara Bay, one of the most eutrophic tropical systems in the world, receives large loads of urban and industrial wastes. Its hydrobiology shows temporal trends according to seasonal variations determined by the rainy summer and spacial trends associated to a tidally induced current pattern that create horizontal and vertical gradients. Human impact is strongest along the shores in the inner reaches of the Bay that present high ammonia and phosphorus concentrations ( $\leq 650$   $\mu$ M and  $\leq 308$   $\mu$ M), and low transparency ( $< 1$  m). All major phytoplankton groups are present, but cyanobacteria and the nanoplankton fraction (flagellates and diatoms  $< 20\mu$ m) are dominant, especially in the inner reaches and during summer. Increasing phytoplankton biomass in the main circulation channel for the past two decades indicate a progressive deterioration in water quality. The presence/absence of zooplankton populations are good water quality indicators according to their specific levels of sensitivity to pollution: not very sensitive (appendicularians), sensitive (copepods, chaetognats, cladocerans) and very sensitive (siphonophores and thaliaceans). The highest concentrations of fish eggs and larvae are detected closer to the entrance to the Bay and along its main circulation channel, in contrast to the lowest concentrations found in the Northwestern region. Water quality is considered an important factor for occurrence of spawning and recruitment. Present research focuses on the components of the microbial web (bacterioplankton, picoplankton and protozooplankton), considered essential for the understanding of energy flow in this system.

Key-words: planktonic system, review, Guanabara Bay, Brazil.

## Introdução

A deterioração das águas da baía de Guanabara e as conseqüentes alterações dos seus sistemas vivos foram, nesta última década, as justificativas básicas de numerosos projetos de pesquisa desenvolvidos por diversas instituições do Rio de Janeiro, visando a compreensão da estrutura e do funcionamento deste ecossistema. A perspectiva iminente de desenvolvimento do "Programa de recuperação do ecossistema da baía de Guanabara", com financiamentos internacionais (JICA, 1994), e suas possibilidades de novas linhas de pesquisa e monitoramento, conscientizaram-nos da necessidade de estabelecer o "Estado da Arte" da biota da baía de Guanabara.

É preciso, portanto, definir claramente as lacunas deste conhecimento para que sejam evitados desperdícios de esforços e recursos em pesquisas redundantes. É com essa finalidade que elaboramos este trabalho sobre o sistema planctônico da baía de Guanabara, cujos elementos constituem a base da cadeia trófica.

Esta síntese foi elaborada com base nas informações disponíveis sob forma de publicações, monografias, dissertações, teses ou até resumos em congressos. Não se pretende que este levantamento seja exaustivo, nem definitivo. Trabalhos em curso, muitos em fase final de redação, e principalmente, numerosos dados ainda não adequadamente divulgados, tornarão necessário sua atualização em futuro próximo. Entretanto, o grande volume de informações acumuladas permite estabelecer tendências e padrões sobre a dinâmica do sistema planctônico da baía como referência para estudos futuros.

### Características hidrológicas gerais

As informações a seguir foram extraídas de Mayr *et al.* (1989), Lavrado *et al.* (1991), Villac (1990) e JICA (1994).

Com sua extensão de 28 km no eixo norte-sul e 20 km de largura máxima, a baía de Guanabara apresenta um volume estimado de  $2 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>, numa superfície de cerca de 400 km<sup>2</sup> (Fig. 1). Sua profundidade varia de 50 m na entrada da baía (1,8 km de largura), até menos de 1 m nas áreas internas, próximas às margens.

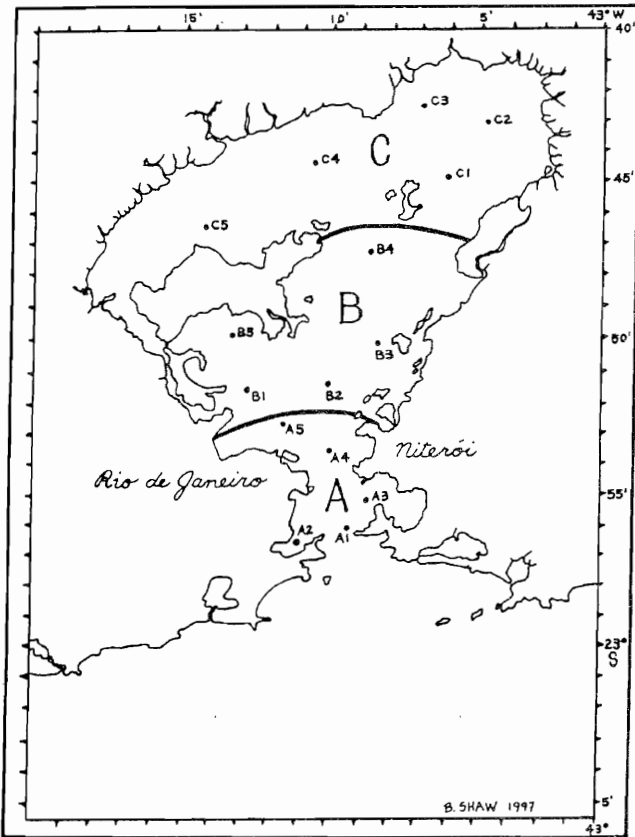


Figura 1 : A baía de Guanabara: estações de estudo referidas no texto. Denominação utilizada pelo grupo de pesquisa da UFRJ, mas com malha amostral semelhante a ou coincidente à utilizada pela FEEMA e pela USU. As estações A, B e C, são consideradas como pertencentes às regiões denominadas no texto e gráficos como próxima à entrada da baía (A), intermediária (B) e interior (C).

A circulação da água da baía de Guanabara é essencialmente influenciada pelas correntes de maré, do tipo semi-diurna, com amplitude máxima de 1,4 m. A velocidade das correntes é máxima na boca da baía ( $80-150 \text{ cm.s}^{-1}$ ), diminui na parte central ( $30-50 \text{ cm.s}^{-1}$ ), chegando até menos de  $30 \text{ cm.s}^{-1}$  na área interna.

A contribuição em água doce, oriunda dos 35 rios de pequeno porte e, sobretudo, dos efluentes urbanos e industriais, aliada às intrusões de água oceânica causadas pela maré, repercute na qualidade de suas águas e suas características hidrológicas (Tab. I).

Tabela I: Características hidrológicas da baía de Guanabara. Valores mínimos e máximos (n.d.= não detectado).

	Mínimo	Máximo
Salinidade	13,5	36,9
Temperatura (°C)	18,0	30,0
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	0,0	15,0
Nitrito (µM)	n.d.	3,5
Nitrato (µM)	n.d.	59,9
Amônia (µM)	n.d.	142,0
Fosfato (µM)	n.d.	308
Transparência (m)	0,7	5,6

As características hidrológicas obedecem a um fator temporal, regido pelo período de chuvas, pela passagem de frentes e pelo regime de maré, e a um fator espacial ligado a dois gradientes: (a) gradiente horizontal entre a entrada da baía e as áreas internas, (b) gradiente vertical. A influência destes dois fatores imprime uma forte variabilidade às condições ambientais.

A salinidade é baixa nas áreas internas onde se fazem sentir os efeitos dos rios e efluentes continentais, sobretudo em período de chuva, e atinge os mais altos valores nas regiões de maior profundidade devido à intrusão de água de plataforma durante as marés enchentes. Este fato proporciona uma forte estratificação vertical da coluna d'água. A temperatura da água segue um padrão inverso ao da salinidade, além de obedecer às flutuações sazonais da temperatura atmosférica.

Os teores em oxigênio dissolvido são elevados na superfície e nas áreas internas onde há forte desenvolvimento fitoplânctônico, mas apresentam valores próximo a zero no fundo destas mesmas áreas, devido a intensos processos de oxidação da matéria orgânica. De maneira geral, os nutrientes alcançam os seus maiores teores nas áreas internas, mais poluídas, e mantêm suas características oceânicas nas águas do canal central de acordo com o fluxo da maré. Além disso, a elevada carga em fosfato proporciona uma razão N/P extremamente baixa, reveladora de uma acentuada disfunção do ecossistema.

Em razão do seu caráter eutrófico e da grande quantidade de detritos, a transparência das águas da baía de Guanabara é extremamente reduzida, principalmente nas áreas internas e durante os períodos chuvosos. Na sua parte central, a influência da maré, aliada a uma provável redução do caráter eutrófico, proporciona melhores condições para a penetração da energia luminosa.

A tendência evolutiva dos teores de amônia e oxigênio dissolvido na baía de Guanabara, de 1980 a 1990, indica uma diminuição significativa do oxigênio e um aumento do teor de amônia na área interna noroeste (Lavrado *et al.* 1991). As águas do canal central, pela influência da maré, e da região leste sob influência dos

manguezais, mantiveram-se estáveis em relação a esses dois parâmetros. Assim, conclui-se que o aumento do impacto antrópico sobre o ecossistema da baía de Guanabara é uma constatação estatisticamente comprovada, mas que, por outro lado, a baía revela, através das trocas com o oceano, fortes condições de autodepuração que preservam sua biota de um irreversível comprometimento.

### Histórico do estudo do plâncton na baía de Guanabara

As primeiras referências sobre o plâncton da baía de Guanabara datam do início do século, com as pesquisas realizadas pela Fundação Oswaldo Cruz (RJ). Os trabalhos contemplaram aspectos qualitativos, como a ocorrência de marés vermelhas (Faria, 1914) e o primeiro inventário do fitoplâncton da baía de Guanabara (Faria & Cunha, 1917).

Vários estudos foram realizados entre as décadas de 40 e 70, como o levantamento dos copépodes da baía (Oliveira 1945), a identificação dos estágios larvares de um caranguejo da família Grapsidae (**Chasmagnathus granulata**) no plâncton das águas salobras nos manguezais das regiões mais interiores (Oliveira, 1962a), a descrição de duas espécies de dinoflagelados (Balech & Soares, 1966) e a ocorrência de duas espécies de quetognatos (Costa, 1970). O impacto do crescimento urbano na orla já se fez sentir nesta época, através das alterações da composição do plâncton da região noroeste, devido a aterros e efluentes domésticos e industriais (Krau, 1958), e pela dominância de algas indicadoras de poluição orgânica (Oliveira, 1962b).

O primeiro estudo de caráter quantitativo foi realizado por Barth (1972) que formulou algumas observações sobre as partículas nanoplancônicas.

Em 1976, foi apresentada a primeira proposta de recuperação da baía de Guanabara com ênfase na fauna bêntica, em especial caranguejos e guaiamús (Oliveira & Krau, 1976).

Como parte de um programa de avaliação ambiental (Walsh, 1975), a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA, RJ) realizou de 1976 a 1982 um monitoramento mensal da variação espacial e temporal do fitoplâncton e de variáveis físicas e químicas da água. Valores médios mensais de densidade celular e listas de espécies encontram-se em relatórios técnicos (Quezado *et al.*, 1978; Soares *et al.*, 1981; Souza *et al.*, 1983).

Nos anos 1978/79 e 1988, a Universidade Santa Úrsula (USU, RJ) realizou um estudo com coletas na baía e região litorânea adjacente, com amostragem a cada 10 dias, em oito estações fixas. Os resultados relativos à variação da densidade celular e dos organismos fitoplancônicos dominantes encontram-se em Sevrin-Reyssac *et al.* (1979), Sevrin-Reyssac (1980), Schutze *et al.* (1989) e Vallin & Macha-

do (1990). Schutze (1987) avaliou a densidade de copépodes em uma estação fixa, próxima a Ilha do Fundão, e Schutze & Ramos (1988) compararam o zooplâncton da baía com o submetido ao emissário de Ipanema. Kurtz & Andreatta (1986) fizeram um estudo de caracterização do ictioplâncton.

O “Programa de Estudo do Plâncton da Baía de Guanabara” iniciado em 1985 pelo Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), permitiu o levantamento sistemático de suas comunidades planctônicas. O planejamento deste programa e a estratégia de amostragem de campo basearam-se na sistematização e avaliação crítica de dados pretéritos. Em uma primeira etapa, foram realizadas coletas mensais em 15 estações distribuídas em três áreas ao longo de toda a baía (Fig.1). Posteriormente, foram realizadas coletas intensivas em pontos estratégicos de diferentes níveis de comprometimento ambiental (entrada da baía, canal central de circulação e a região entre o continente as Ilhas do Fundão e do Governador) com o objetivo de avaliar a variação nictemeral do plâncton associada à influência da oscilação da maré.

O estudo multidisciplinar desenvolvido na UFRJ permitiu uma caracterização geral da hidrobiologia da baía (Mayr *et al.*, 1989). Os resultados preliminares acerca do fitoplâncton encontram-se em Villac *et al.* (1987, 1988a e b), Santos & Tenenbaum (1988), Paranhos *et al.* (1988) e Villac & Tenenbaum (1989). Villac (1990) estabeleceu um diagnóstico do fitoplâncton identificando padrões de variações quali e quantitativas, associando-os aos seus fatores condicionantes e Villac *et al.* (1991) propuseram metodologias de estudo. O zooplâncton foi abordado sob a ótica da distribuição espacial e temporal dos principais grupos taxonômicos por Doria & Nogueira (1985), Doria (1987), Nogueira *et al.* (1988), Santos *et al.* (1988), Mattos & Nogueira (1988), Mattos (1989), Rodrigues (1994), Machado (1995), Silva (1996) e Marazzo & Nogueira (1996). Quanto aos estudos preliminares sobre o ictioplâncton, destacam-se os de Bonecker & Fernandes (1986), Silva & Bonecker (1988) e Kraus (1991). Kraus & Bonecker (1994) e Kraus (1995) realizaram estudos sobre o desenvolvimento embrionário de **Cetengraulis edentulus** e estimaram as áreas com maior potencial para desova.

O nível primário do ecossistema da baía de Guanabara foi também abordado pelas concentrações de clorofila (Sevrin-Reyssac *et al.*, 1979; Sevrin-Reyssac, 1980; Schutze, 1987, Villac *et al.*, 1987; Paranhos *et al.*, 1988, Rodrigues, 1988; Rodrigues & Nogueira, 1988; Schutze *et al.* 1989; Barreto, 1992) e de produção primária (Sevrin-Reyssac *et al.*, 1979; Sevrin-Reyssac, 1980; Ponciano, 1985; Rebello *et al.*, 1988, Rodrigues, 1988).

Mais recentemente, os aspectos quali e quantitativos do plâncton foram novamente investigados dentro do Programa de Despoluição da baía de Guanabara, financiado pelo Governo de Estado e o Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID e sob a coordenação da FEEMA (JICA, 1994).

## Sub-sistema fitoplanctônico

### *Aspectos qualitativos*

A análise de 300 amostras provenientes de coletas mensais em 15 pontos (1985) e de quatro ciclos nictemerais (1986-1987) em três pontos permitiu inventariar 159 táxons dentre os quais 102 diatomáceas (Bacillariophyceae), 42 dinoflagelados (Dinophyceae), 5 clorofíceas (Chlorophyceae), 4 cianofíceas (Cyanophyceae), 3 euglenofíceas (Euglenophyceae), 1 silicoflagelado (Chrysophyceae), 1 prasinofíceas (Prasinophyceae) e 1 criptofíceas (Cryptophyceae) (Villac, 1990). Organismos do nanoplâncton (< 20mm), principalmente cianofíceas cocóides e fitoflagelados, não puderam ser identificados devido a problemas inerentes à metodologia utilizada, subestimando o inventário florístico. Se por um lado o levantamento de Faria & Cunha (1917), com 100 táxons mencionados, aponta 48 organismos não encontrados na década de 80, por outro lado, o estudo mais recente (Villac, 1990) detectou 73 espécies que não foram observadas no início deste século. Esta diferença pode ser atribuída principalmente à esforços de coleta diferenciados, à metodologias de amostragem distintas e à problemas de atualização de nomenclatura taxonômica. Mesmo que indicada por espécies distintas, a composição florística da baía de Guanabara esteve sempre constituída por populações tipicamente neríticas, termófilas, com a ocorrência marcante de espécies estuarinas e a presença ocasional de espécies oceânicas (Villac, 1990). Entretanto, como discutido adiante, observa-se variações na composição específica do fitoplâncton associadas a gradientes espaciais (horizontais e verticais) e a oscilações temporais (situação de maré e época do ano).

A distribuição horizontal das espécies a 5 m de profundidade, em 1985, acompanhou o gradiente de turbidez, apresentando um maior número de espécies nas águas mais claras próximas à entrada da baía, onde as diatomáceas foram mais expressivas (Villac *et al.* 1988b; Villac, 1990). Com o decréscimo da flora diatomológica nas regiões mais interiores, dinoflagelados, euglenofíceas e cianofíceas passaram a ser relativamente melhor representados, apesar do reduzido número de espécies de dinoflagelados. Na área considerada a mais impactada da baía, o canal entre a Ilha do Fundão e o continente (Mayr *et al.*, 1989), foi observada em 1987 (Villac *et al.*, 1988a; Villac, 1990 e referências neste) uma flora com baixa variabilidade específica constituída por diatomáceas oportunistas (*sensu* Margalef, 1980; p. e., **Skeletonema costatum**) dinoflagelados citados como causadores de maré vermelha (**Oxyphysis oxytoxoides**, **Prorocentrum micans**, **P. triestinum**, **Scrippsiella trochoidea**), clorofíceas limnobióticas (**Closteriopsis** spp., **Scenedesmus** spp. e **Staurastrum** spp.) e a presença ocasional de diatomáceas bentônicas ou ticoplanctônicas presentes na coluna de água, devido a baixa profundidade local (**Nitzschia constricta**, **N. lorenziana** e **N. sigma**). Desde a década de 40, a redução no número de espécies planctônicas desta região reflete o impacto negativo de efluentes domésticos e

industriais, associados à aterros que alteraram o padrão de circulação local (Krau, 1958).

O reflexo da estrutura vertical das águas foi observado através da variação da composição florística no canal central de circulação (Villac, 1990). Próximo à superfície encontrou-se em 1986-1987 uma comunidade com altas densidades de diatomáceas de pequeno porte ( $< 20 \mu\text{m}$ ), dinoflagelados, euglenofíceas e especialmente de cianofíceas filamentosas ( $> 10^7 \text{ fil.L}^{-1}$ ); abaixo de 5 m, o fitoplâncton esteve constituído basicamente por uma flora diatomológica com baixa densidade celular ( $< 3.10^4 \text{ cel.L}^{-1}$ ). A oscilação da maré influenciou o fitoplâncton neste ponto (Villac & Tenenbaum, 1989). A entrada de água costeira pelo fundo durante a maré enchente introduziu diatomáceas e dinoflagelados do microfítoplâncton ( $> 20 \mu\text{m}$ ) enquanto que, na maré vazante, a contribuição das águas mais eutrofizadas da baía condicionou a dominância de cianofíceas e flagelados, especialmente mais próximo à superfície.

O reflexo da sazonalidade na composição florística está associada a variações na abundância relativa a nível de classes taxonômicas, como discutido a seguir.

### *Aspectos quantitativos*

#### **Densidade celular**

Estudos realizados por diferentes grupos de pesquisa revelaram resultados compatíveis entre si quanto à densidade celular do fitoplâncton da baía a qual atinge, frequentemente, concentrações acima de  $10^6 \text{ cel.L}^{-1}$  (Sevrin-Reyssac *et al.*, 1979; Soares *et al.* 1981; Schutze, 1987; Schutze *et al.*, 1989; Villac, 1990). O intervalo de variação observado para a densidade celular reflete a multiplicidade de condições hidrológicas que caracterizam a baía. Por exemplo, de 300 amostras analisadas entre 1985 e 1987, coletadas em várias épocas do ano e diferentes locais e profundidades da baía, a densidade celular variou entre  $10^5$  e  $10^7 \text{ cel.L}^{-1}$ , sendo que em 80% das amostras dominaram as pequenas formas ( $< 20 \mu\text{m}$ ) com densidades de  $10^6$  a  $10^7 \text{ cel.L}^{-1}$ ; já a fração microfítoplânctônica ( $> 20 \mu\text{m}$ ) variou de  $10^3$  e  $10^6 \text{ cel.L}^{-1}$ , mas ultrapassou  $10^5 \text{ cel.L}^{-1}$  somente em 10% das amostras (Villac, 1990). As altas concentrações de cianofíceas, que podem atingir até  $7.10^8 \text{ fil.L}^{-1}$  constituem um padrão comum em toda a literatura. A proliferação de cianofíceas parece não excluir a alta densidade de outros grupos fitoplanctônicos (Sevrin-Reyssac *et al.*, 1979; Villac, 1990) (Fig. 2a,b,c).



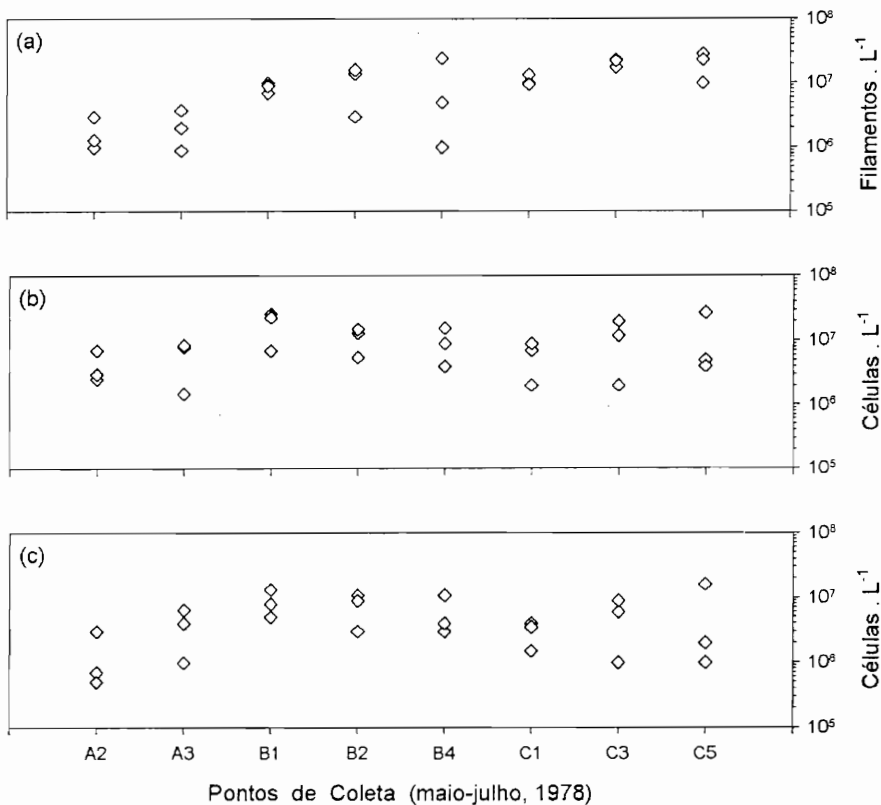


Figura 2 : Densidades em (a) cianofíceas, (b) flagelados e (c) diatomáceas das águas superficiais da baía de Guanabara. Média dos meses de maio, junho e julho nas oito estações de coleta de Sevrin-Reyssac (1979) (cf. posição das estações na Figura 1).

As formas dominantes de diatomáceas, geralmente de pequeno porte, foram computadas na fração do nanoplâncton por Villac (1990). Sevrin-Reyssac *et al.* (1979) e Schutze *et al.* (1989), sem definirem faixas dimensionais, encontraram densidades máximas de diatomáceas da ordem de  $3$  a  $5 \cdot 10^7$  cel.L<sup>-1</sup>. Esses autores relatam as mais altas concentrações de dinoflagelados ( $\approx 3 \cdot 10^7$  cel.L<sup>-1</sup>) em áreas calmas, destacando a contribuição de *Gonyaulax diacantha*, *G. catenata* e *Prorocentrum micans*. Dentre as espécies causadoras de florações ( $>10^6$  cel.L<sup>-1</sup> e  $\approx 50\%$  da densidade total) encontram-se as diatomáceas *Cyclotella meneghiniana*, *Skeletonema costatum*, os fitoflagelados *Chattonella* sp., *Eutreptia lanowii* e *Chamydomonas reinhardi*, e os dinoflagelados *Prorocentrum micans* e *Scrippsiella trochoidea* (Tab. II). Estas florações foram comumente observadas nas regiões internas da baía, nas proximidades da Ilha do Governador.

Tabela II: Organismos citados como causadores de florações na baía de Guanabara segundo Faria (1914)<sup>1</sup>, Oliveira (1958)<sup>2</sup>, Oliveira (1962b)<sup>3</sup>, Sevrin-Reyssac *et al.* (1979)<sup>4</sup> e Villac (1990)<sup>5</sup>.

ORGANISMO	REFERÊNCIA E OBSERVAÇÕES
<b>Cyclotella meneghiniana</b>	1,6 x 10 <sup>7</sup> cel.L <sup>-1</sup> <sup>(4)</sup>
<b>Skeletonema costatum</b>	2 x 10 <sup>7</sup> cel.L <sup>-1</sup> <sup>(5)</sup>
<b>?Chattonella sp.</b>	2,0 x 10 <sup>7</sup> cel.L <sup>-1</sup> , coloração vermelha da água, (densidade total 5 x 10 <sup>7</sup> cel.L <sup>-1</sup> , 45 µgCla.L <sup>-1</sup> ) <sup>(5)</sup>
<b>Eutreptia lanowii e Chamydomonas reinhardi</b>	5,0 x 10 <sup>7</sup> cel. L <sup>-1</sup> , coloração verde escura da água (densidade total 6,0 x 10 <sup>7</sup> cel. L <sup>-1</sup> ) <sup>(3)</sup>
<b>Prorocentrum sp.</b>	coloração avermelhada da água <sup>(2)</sup>
<b>Scrippsiella trochoidea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,7 x 10<sup>7</sup> cel.L<sup>-1</sup>, coloração vermelha da água, mortandade de peixes <sup>(1)</sup></li> <li>• 2 x 10<sup>6</sup> cel.L<sup>-1</sup> <sup>(5)</sup></li> </ul>

Os resultados de uma análise multivariada (Villac, 1990) revelaram que os processos que controlam a estrutura vertical da coluna de água podem constituir o principal fator determinante das variações da densidade celular. A situação de gradiente halino mais intenso foi encontrada no verão, em maré vazante de sizígia, quando o mínimo de salinidade, em superfície, é causado pela precipitação associada à contribuição de água doce e eutrofizada das regiões mais internas da baía. Desta forma, altas concentrações de dinoflagelados, euglenófitas e cianofíceas compõem a comunidade fitoplancônica de superfície. Esta comunidade pode ser observada na plataforma costeira adjacente, indicando o efeito fertilizador da baía (Silva *et al.*, 1988).

Já as tendências espaciais nas águas superficiais da baía se evidenciam pela substituição na abundância de classes taxonômicas em locais distintos, ou seja, diatomáceas são mais representativas nas estações mais próximas à entrada da baía (Fig. 3b), enquanto que cianofíceas (Fig. 3c) e flagelados predominam nos pontos internos (Villac, 1990).

A tendência temporal do fitoplâncton acompanha a sazonalidade climática marcada por um verão com altas temperaturas e chuvas intensas, através do incremento de dinoflagelados e cianofíceas (Schutze *et al.*, 1989; Villac, 1990), enquanto que a maior estabilidade climatológica do resto do ano associa-se ao aumento relativo das diatomáceas que podem dominar em termos quantitativos e qualitativos na primavera (Villac, 1990) (Fig. 3b,c).

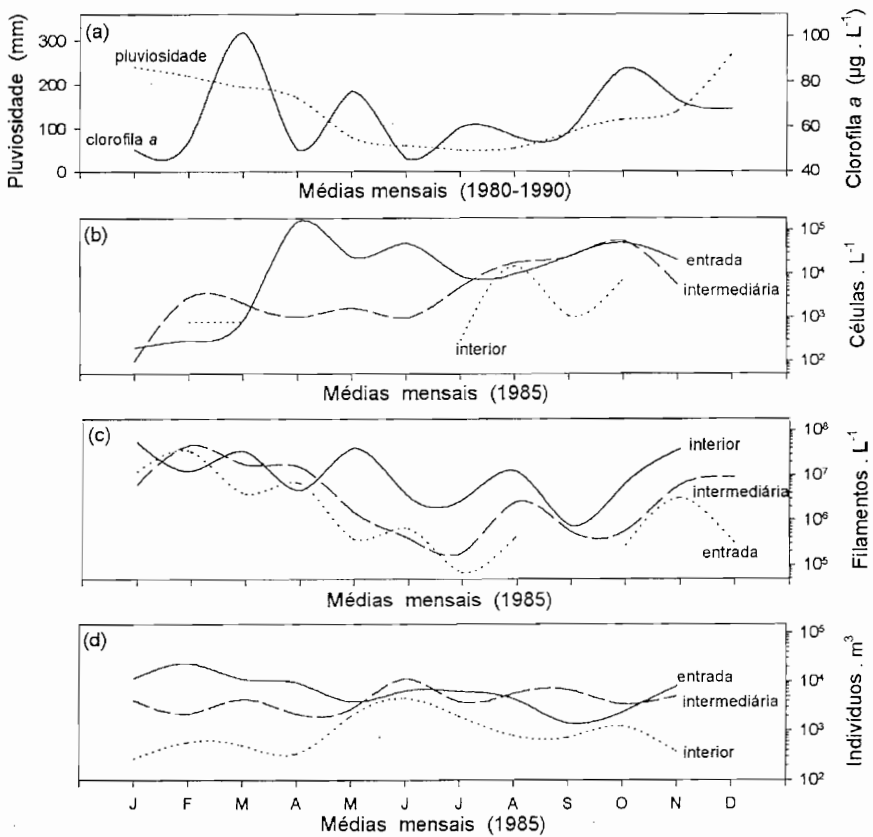


Figura 3 : Variação (a) de pluviosidade e clorofila *a* (adaptado de Barreto, 1992), (b) da densidade da diatomácea *Pseudo-nitzschia* spp. (Villac, não publicado), (c) da densidade de cianofíceas filamentosas (adaptado de Villac, 1990) e da densidade do zooplâncton (adaptado de Nogueira *et al.*, 1988).

### Teores de clorofila *a*

Na margem noroeste da baía, a clorofila *a* apresenta teores superiores a  $10 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  durante épocas secas (máximo =  $34 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) e superiores a  $20 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  nos períodos chuvosos (máximo =  $78 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) (FEEMA, 1977; Souza & Mayr, 1985). Nas margens leste, próximo à entrada da baía, são registradas concentrações entre 6 e  $22 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  (Rodrigues, 1988). Nesta região, os valores de clorofila *a* (até  $47,8 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) estão associados a uma intensa variabilidade espacial e temporal, podendo oscilar entre 0,5 e  $16,9 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  em um mesmo ponto entre maio e junho (Sevrin-Reyssac *et al.*, 1979). Assim como a composição florística e a densidade celular, esta variabilidade reflete a multiplicidade de condições hidrológicas encontradas na baía em pontos

próximos ao canal central de circulação, diretamente sujeito à influência das águas costeiras adjacentes durante as marés enchentes e das águas interiores durante as marés vazantes.

Variabilidade da mesma ordem de magnitude também foi observada em um mesmo ponto durante 24 horas de observação, num estudo de ciclos de maré (Villac, 1990), onde concentrações de clorofila *a* variaram entre 1.0 e 53,8  $\mu\text{g.L}^{-1}$  no canal central (20% > 10  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , e entre 5 e 40  $\mu\text{g.L}^{-1}$  no canal entre a Ilha do Fundão e o continente (80% > 10  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). A biomassa primária concentra-se próximo à superfície, fato verificado também por Schutze *et al.* (1989), que encontraram teores de 3 a 18  $\mu\text{g.L}^{-1}$  no interior da baía e de 1 a 2,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  na plataforma adjacente.

Barreto (1992) acompanhou a variação da clorofila *a* medida em 8 estações, de 1980 a 1990 (402 dados). Os valores mais frequentes variaram entre 30 e 133  $\mu\text{g.L}^{-1}$  com média de 70  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . O autor evidenciou uma variação sazonal associada aos períodos de menor e maior precipitação, com clorofila mais baixa no inverno e mais alta no verão (Fig.3a). Nos dez anos de estudos (Fig. 4), observou-se um aumento nos teores de clorofila no canal central, interpretado como consequência da eutrofização antrópica. Nas áreas norte e sobretudo noroeste, valores inicialmente altos decresceram nos anos mais recentes, refletindo a saturação do sistema na sua capacidade produtora de biomassa primária.

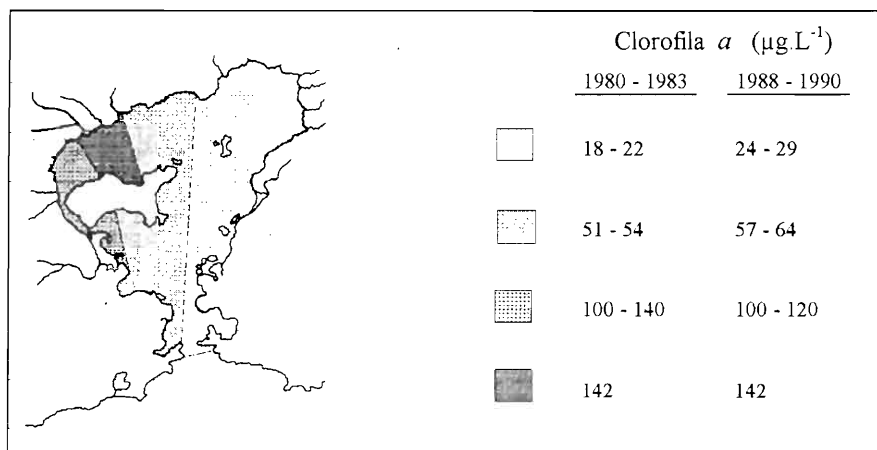


Figura 4 : Variação espacial da clorofila *a* para os períodos de 1980-1983 e de 1988-1990 (médias mensais de 8 pontos amostrais, baseado em Barreto, 1992). Setores arbitrários, estabelecidos a partir de valores discretos, sem determinação de gradientes entre setores. O setor mais a leste representa a área mais diretamente influenciada pela contribuição das águas de plataforma através do canal central de circulação. Os setores a oeste apresentam as condições de maior eutrofização e de circulação de águas da plataforma menos eficiente.

### *Diversidade específica*

O número de espécies (riqueza específica) e a repartição das células entre as espécies (regularidade) são informações valiosas para caracterizar um sistema biológico e seu estágio de evolução ecológica (Margalef, 1980). O índice de diversidade (H de Shannon) sintetiza esses dois parâmetros (Frontier, 1986) e é utilizado no momento como uma forma de avaliar a estrutura da comunidade fitoplanctônica, independentemente da sua composição florística.

Durante o ano de 1985, foram encontrados valores de diversidade entre 0,13 e 3,89 bits.cel<sup>-1</sup> (40% < 1,0 bit.cel<sup>-1</sup>) para vários pontos de coleta, sem uma tendência espacial e temporal nítida (Villac, 1990). A grande incidência de valores baixos (< 2 bits.cel<sup>-1</sup>), entretanto, é própria de um sistema em equilíbrio instável que caracteriza regiões costeiras, especialmente estuários ou ambientes poluídos (Margalef, 1980).

A baía apresenta diferentes estruturas fitoplanctônicas, quando comparados locais de qualidade ambiental extremos. Assim, os altos índices de diversidade do canal central (1,34 < H < 3,87 bits.cel<sup>-1</sup>, 85% > 2,0 bits.cel<sup>-1</sup>) traduzem, nesta área, uma estrutura mais complexa do sistema fitoplanctônico e uma maior flexibilidade frente à absorção de impactos. Ao inverso, os baixos índices do canal do Fundão (0,03 < H < 1,9 bits.cel<sup>-1</sup>, 50% < 1,0 bit.cel<sup>-1</sup>) demonstram uma estrutura simples do sistema fitoplanctônico, revelando um nível de comprometimento avançado.

A interpretação da diversidade também depende da situação da maré (Villac, 1990). Neste caso, porém, a interpretação de seu significado ecológico requer o conhecimento da composição florística:

- (a) marés enchentes: aumento de diversidade pela introdução de espécies de diatomáceas oceânicas (no canal central) ou bentônicas (no canal do Fundão);
- (b) marés vazantes: aumento da diversidade causada pela introdução de flagelados e de clorófitas dulcícolas, oriundos do fundo da baía;
- (c) estofa da maré, alta ou baixa: diminuição da diversidade.

Sevrin-Reyssac *et al.* (1979), embora não tendo utilizado um índice de diversidade, verificaram a ocorrência simultânea de vários grupos do fitoplâncton, mesmo durante as florações, deduzindo assim uma diversidade específica geralmente alta na baía de Guanabara.

### *Produção primária*

A baía de Guanabara é considerada por Sevrin-Reyssac *et al.* (1979) como uma das mais produtivas do mundo. Esses autores encontraram na margem oeste,

próximo à entrada da baía, uma produção média de  $600 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$ , correspondendo, para a coluna de água, a valores de  $800$  a  $3600 \text{ mgC.m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$  (maio - julho/1978: máximo =  $1374 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$  na superfície e  $125 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$  no fundo). Esta alta produção fitoplânctônica foi confirmada nas áreas mais internas, com valores variando de  $246$  a  $744 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  na superfície e de  $3$  a  $182 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  a  $2$  m de profundidade (Rebello *et al.*, 1988). Medidas mensais durante 6 meses, realizadas na margem leste próximo à entrada da baía, a três profundidades, indicaram valores entre  $125$  (maio) e  $330 \text{ mgC.m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  (fevereiro) (Rodrigues, 1988). A produção acompanha, portanto, as tendências encontradas para os descritores quantitativos do fitoplâncton, ou seja, uma maior produtividade à superfície nos meses de verão.

### Sub-sistema zooplânctônico

A densidade de organismos zooplânctônicos é mais elevada na entrada e na região intermediária da baía (média de  $11.000 \text{ ind.m}^{-3}$ ), do que no interior (máximo de  $4500 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Schutze, 1987; Nogueira *et al.* 1988) (Fig. 5a). Os organismos dominantes são, por ordem decrescente, copépodes, cladóceros, apendiculárias e larvas de crustáceos. Uma análise em componentes principais aplicada a estes dados (Nogueira *et al.*, 1988) evidenciou o gradiente ambiental, entre a entrada e o fundo da baía, como fator de maior influência sobre a variação do zooplâncton, seguido do fator sazonal. Este fator temporal manifesta-se diferentemente de acordo com as áreas da baía. Na área intermediária, a densidade de organismos mantém-se relativamente estável ao longo do ano. No interior da baía, a densidade aumenta nos meses de outono e inverno, enquanto próximo à entrada há uma maior abundância de zooplâncton durante o verão (Fig. 3d). Nesta época do ano, a presença de água profunda oriunda do fenômeno de ressurgência contribui para o enriquecimento das águas costeiras em organismos do zooplâncton (Valentín *et al.*, 1987). As condições de salinidade mais favoráveis no inverno ( $> 30\text{‰}$ ) contribuem para um aumento de zooplâncton nesta época de seca (Nogueira *et al.*, 1988).

Diferenças importantes na densidade do zooplâncton podem ser observadas entre a superfície e o fundo, sobretudo no canal central. As maiores densidades ocorram à superfície nas situações de baixa-mar e vazante, certamente relacionadas às altas concentrações de fitoplâncton encontradas nesta camada (Rodrigues, 1994). Na camada próximo ao fundo, os máximos zooplânctônicos correspondem geralmente a situações de enchente e preamar.

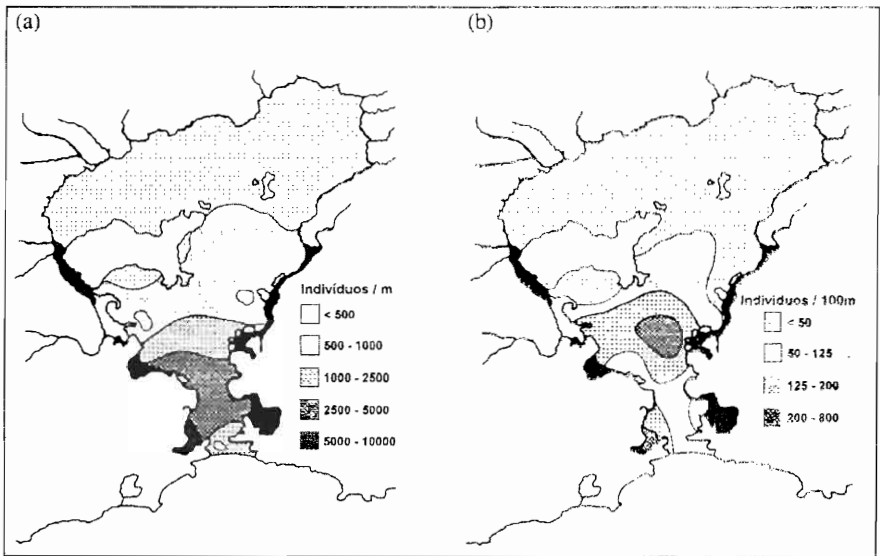


Figura 5 : Variação espacial das concentrações de (a) zooplâncton e (b) larvas para o ano de 1985 (baseado em Kraus, 1995).

### Copepoda

Nas 79 amostras coletadas em 15 estações de janeiro a junho de 1985, Mattos (1989) identificou 31 espécies de copepodes (Tab. III), riqueza bem inferior à observada por Valentin (1987) na região costeira (95 espécies). Em termos quantitativos, nota-se uma diminuição na densidade de copepodes da entrada ( $> 60 \text{ ind.m}^{-3}$ ) até o fundo da baía ( $< 15 \text{ ind.m}^{-3}$ ), com tendência a maior concentração no lado oeste.

A distribuição espacial das espécies parece obedecer a um padrão bem definido (Mattos, 1989): próximo à entrada, a diversidade específica é superior a  $1,0 \text{ bit.ind}^{-1}$ , com 29 espécies identificadas e dominância de *Acartia lilljeborgi* ( $9000 \text{ ind.m}^{-3}$ ), *Paracalanus parvus* ( $> 5000 \text{ ind.m}^{-3}$ ), *P. quasimodo* e *Corycaeus giesbrechti*. Nas regiões mais internas, apenas nove espécies são inventariadas, com forte dominância de *Acartia lilljeborgi* ( $1700 \text{ ind.m}^{-3}$ ), as outras espécies não ultrapassam  $100 \text{ ind.m}^{-3}$ , e o índice de diversidade é inferior a  $0,5 \text{ bit.ind}^{-1}$ . Este empobrecimento quali-quantitativo da entrada para o fundo revela, além disso, a ausência de sucessão. Não há substituição de populações, nem exclusividade específica. A mesma espécie (*Acartia lilljeborgi*) domina em toda a extensão da baía, sendo sensivelmente mais freqüente na região mais interior. A baía de Guanabara apresenta, de maneira geral, valores de diversidade específica freqüentemente inferiores a  $2 \text{ bits.ind}^{-1}$ , indicando uma situação de ambiente impactado.

A menor riqueza específica no inverno (19 espécies inventariadas por Nogueira *et al.* 1988 e Mattos, 1989), comparativamente ao verão (29 espécies), indica um importante efeito do fator sazonal sobre as populações de copépodes. Esta diferença não é tão expressiva do ponto de vista quantitativo: máximo de 984 ind.m<sup>-3</sup> no verão e 1218 ind.m<sup>-3</sup> no inverno, por causa essencialmente da abundância de *Acartia lilljeborgi*. Uma estrutura populacional semelhante é relatada por Bonecker *et al.* (1985) e Schutze (1987).

Tabela III: Inventário das espécies de copépodes coletadas na baía de Guanabara, por Mattos (1989)<sup>1</sup> e Schutze (1987)<sup>2</sup>.

<i>Eucalanus monachus</i>	(1)	<i>Calanopia americana</i>	(1) (2)
<i>Eucalanus pileatus</i>	(1) (2)	<i>Acartia lilljeborgi</i>	(1) (2)
<i>Eucalanus crassus</i>	(1)	<i>Oithona hebes</i>	(1)
<i>Paracalanus aculeatus</i>	(1) (2)	<i>Oithona plumifera</i>	(1) (2)
<i>Pracalanus parvus</i>	(1) (2)	<i>Oncaea curta</i>	(1)
<i>Paracalanus quasimodo</i>	(1) (2)	<i>Oncaea media</i>	(1) (2)
<i>Paracalanus crassirostris</i>	(1)	<i>Oncaea minuta</i>	(1)
<i>Acrocalanus longicornis</i>	(1)	<i>Oncaea venusta</i>	(1)
<i>Clausocalanus furcatus</i>	(1) (2)	<i>Copilia mirabilis</i>	(1)
<i>Ctenocalanus citer</i>	(1) (2)	<i>Corycaeus amazonicus</i>	(2)
<i>Ctenocalanus vanus</i>	(2)	<i>Corycaeus speciosus</i>	(1)
<i>Temora stylifera</i>	(1) (2)	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	(1) (2)
<i>Centropages velificatus</i>	(1) (2)	<i>Farranula gracilis</i>	(1)
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	(1)	<i>Microsetella norvegica</i>	(1)
<i>Labidocera acutifrons</i>	(1)	<i>Euterpina acutifrons</i>	(1)
<i>Labidocera fluviatilis</i>	(1)	<i>Clytemnestra scutellata</i>	(1)
<i>Labidocera nerii</i>	(1)		

## Siphonophora

Há pouca informação a nível específico sobre este grupo de zooplâncton. A única espécie citada como comum é *Muggiæ kochi* (Nogueira *et al.*, 1988). Somente estão disponíveis informações de densidade global do grupo. Pouco abundantes, mesmo nas regiões próximas à entrada e intermediárias da baía (< 10 ind.m<sup>-3</sup>), os sifonóforos podem ser considerados organismos muito sensíveis às condições das áreas mais internas da baía, onde desaparecem totalmente.

## Chaetognatha

Embora em densidades muito reduzidas, os chaetognatos encontram-se presentes até nas regiões mais internas (18 ind.m<sup>-3</sup>). As maiores densidades ocorrem nos meses de inverno (máximo de 168 ind.m<sup>-3</sup> na área B) (Nogueira *et al.*, 1988). Schutze (1987) observou máximos de somente 11 ind.m<sup>-3</sup> em maio e 35 ind.m<sup>-3</sup> em novembro de 1983. Das quatro espécies encontradas, *Sagitta enflata*, *S. friderici*,



**S. hispida** e **Krohnitta** sp., somente **S. friderici** ocorre em toda a baía, enquanto as demais mantêm-se restritas às áreas mais próximas à entrada (Marazzo & Nogueira, 1996).

### Cladocera

As maiores abundâncias de cladóceros ocorrem próximo à entrada ( $> 1000$  ind.m<sup>-3</sup>), diminuindo drasticamente nas áreas intermediárias ( $< 80$  ind.m<sup>-3</sup>) e mais interiores ( $< 13$  ind.m<sup>-3</sup>) (Nogueira *et al.*, 1988). Densidades inferiores a 50 ind.m<sup>-3</sup> foram também relatadas por Schutze (1987), nas águas próximo à Ilha do Fundão.

### Larvas de Crustacea

As larvas de crustáceos constituem um grupo importante do zooplâncton da baía, ocorrendo em todas as estações de coleta e épocas do ano, com dominância de larvas de cirrípedes e decápodes, em densidades geralmente inferiores a 50 ind.m<sup>-3</sup> e máximos de até 120 ind.m<sup>-3</sup> nos meses de maio e novembro (Schutze, 1987; Rodrigues, 1994).

### Thaliacea

Doliolidae e Salpidae são organismos exclusivamente marinhos, pouco abundantes próximo à entrada, desaparecendo totalmente no resto da baía. (Nogueira *et al.*, 1988).

### Appendicularia

Essa classe apresenta densidades bastante expressivas em toda a baía, principalmente no inverno, com máximos variando entre 177 ind.m<sup>-3</sup> (entrada) e 881 ind.m<sup>-3</sup> (interior) (Nogueira *et al.*, 1988). As apendiculárias parecem ser organismos com capacidade de adaptação às condições da baía de Guanabara. Machado (1995) encontrou quatro espécies pertencentes ao gênero **Oikopleura**: **O. cophocerca**, **O. fusiformis**, **O. rufescens** e **O. dioica**, sendo esta última de maior distribuição em toda a baía e as demais restritas às áreas de maior salinidade.

## O sub-sistema ictioplanctônico

Apesar de apresentar em algumas regiões um alto grau de degradação, a baía de Guanabara ainda tem grande atividade pesqueira, sendo utilizada como área de desova ou desenvolvimento por várias espécies de peixes. A qualidade de água é um importante fator para a ocorrência de desova de peixes (Kraus, 1995). Em geral, as maiores densidades de ovos (5.000 - 250.000 ovos.100m<sup>-3</sup>.) e de larvas (até 900

larvas.100 m<sup>-3</sup>) são associadas às melhores qualidades de água, encontradas na entrada da baía e na região do canal central (Fig. 5b). Nas regiões mais internas, as densidades de ovos são geralmente inferiores a 500 ovos.100m<sup>-3</sup>, podendo alcançar 2.500 ovos.100m<sup>-3</sup> em junho e julho (Kraus, 1995). Próximo à Ilha do Fundão, Schutze (1987) encontrou, durante o mês de novembro, apenas 2000 ovos.m<sup>-3</sup> e 37 larvas.m<sup>-3</sup>.

Na ocasião de coletas ao longo de dois ciclos de maré, em um ponto fixo no canal central, Kraus & Bonecker (1994) descreveram um pico de desova de **Cetengraulis edentulus** entre 00:00 e 03:00 horas, e seu desenvolvimento embrionário. Os ovos completam seu desenvolvimento em um período de aproximadamente 24 horas. A grande maioria (79%) dos ovos de peixes é da família Engraulididae, com densidades máximas em julho e janeiro (respectivamente, 84.194 e 9.899 ovos.100m<sup>-3</sup>).

A família Engraulididae é também a mais abundante em termos de larvas, principalmente no verão (média de 222 larvas.100m<sup>-3</sup>), seguida das famílias Clupeidae, Blenniidae, Carangidae, Gobiesocidae, Sciaenidae e Syngnathidae, características da região (Kurtz & Andreatta, 1986; Silva & Bonecker, 1988).

### Tendências e padrões

Os estudos até hoje realizados sobre o plâncton da baía de Guanabara revelam tendências e padrões quanto às variações espaciais e temporais dos organismos, com implicações sobre a qualidade das águas, reflexo direto da ocupação urbana na orla da baía.

Apesar do fitoplâncton poder beneficiar-se da introdução de nutrientes na baía como revelam os altos valores de densidade celular, clorofila e produção primária, constata-se a instabilidade da comunidade fitoplanctônica através da grande incidência de espécies indicadoras de poluição orgânica e de florações de algas potencialmente tóxicas. A estrutura da comunidade fitoplanctônica na área próxima à entrada da baía e ao longo do canal central de circulação mantém uma riqueza comparável à encontrada no início deste século; enquanto que as populações da região noroeste, poluída e com circulação deficiente, refletem o seu avançado estágio de deterioração. A tendência pluriannual de um sensível acréscimo da biomassa primária no canal central pode traduzir um comprometimento progressivo da capacidade de absorção dos impactos das áreas mais internas da baía. O incremento de cianofíceas, dinoflagelados e diatomáceas de pequeno porte durante o verão revela a importância do fator sazonal na estruturação do sistema fitoplanctônico. É, porém, na superfície que manifestam-se mais intensamente os efeitos da eutrofização da baía de Guanabara, com altos valores de clorofila e densidades celulares, em oposição ao fundo onde, sob influência da maré enchente, a penetração de água costeira introduz um fitoplâncton menos abundante e mais diversificado.

Já para o zooplâncton (meso e macrozooplâncton) e ictioplâncton, que apresentam um gradiente de densidade decrescente, da entrada (área A) para o fundo (área C), sua distribuição é controlada, não somente pelo movimento das massas de água regido pelo ritmo das marés, mas também pela sensibilidade dos organismos às variações do meio, sendo seletivamente eliminados quando são alcançados os seus limites de tolerância. Assim, organismos tais como sifonóforos e taliáceos, ausentes na área C, e copépodes, quetognatos, cladóceros e o ictioplâncton, fortemente reduzidos nesta área, podem ser considerados sensíveis ou muito sensíveis, ao contrário do apendiculario **Oikopleura dioica**, aparentemente indiferente a essas variações. Ao nível taxonômico abordado, os resultados não revelam organismos favorecidos pelas condições ambientais da baía de Guanabara. A entrada de espécies costeiras durante o verão proporciona um aumento da densidade do zooplâncton na área A, enquanto que, nas áreas mais internas, maior abundância e diversidade são perceptíveis somente no inverno, período de menor precipitação atmosférica e maior salinidade média. A alternância das condições ambientais, ligada aos fluxos e refluxos da maré, confere à área B (canal central) uma certa estabilidade da densidade média do zooplâncton ao longo do ano e uma variabilidade vertical qualitativa e quantitativa em razão da estratificação física da coluna d'água.

### Conclusões e perspectivas

O forte impacto antrópico que altera as condições físico-químicas do ecossistema da baía de Guanabara repercute visivelmente sobre o seu sistema planctônico.

A baía de Guanabara foi progressivamente transformando-se, ao longo dos anos, num dos ecossistemas mais eutrofizado do mundo, com taxas de produção fitoplanctônica altíssimas. Apesar de uma grande disponibilidade em biomassa primária, fonte trófica dos herbívoros, observa-se uma nítida degradação das comunidades zooplânctônicas nas áreas mais internas, com queda da diversidade específica concomitante à exclusão de grupos inteiros, e diminuição da densidade da maioria. A não utilização desse provável excedente de biomassa primária, pelo zooplâncton, deve constituir um fator de enriquecimento orgânico excessivo do sedimento da baía, contribuindo para a degradação do seu sistema bentônico.

A manutenção, ao nível atual, das condições de circulação das águas da baía de Guanabara, principalmente no seu eixo central onde ocorrem as trocas com o oceano, tornou-se um imperativo mínimo para que seja interrompida a aceleração dos processos de degradação da baía de Guanabara, minimizando o efeito dos aportes continentais sobre o funcionamento do ecossistema.

O nosso conhecimento do sistema planctônico da baía de Guanabara está, ainda, longe de alcançar um nível compatível com uma abordagem integrada dos

seus elementos, na perspectiva de elaboração de um modelo ecológico de simulação e previsão dos seus processos. Para isso, as pesquisas futuras deverão:

- aplicar um esforço acentuado no estabelecimento de um inventário completo do plâncton, a nível específico;
- quantificar a contribuição dos elementos da teia microbiana (bacterioplâncton, microflagelados auto e heterotróficos, protozooplâncton), de grande importância para a compreensão dos mecanismos que regem a transferência da matéria e da energia no ecossistema;
- estimar o transporte dos elementos planctônicos e da matéria orgânica particulada para os sistemas circunvizinhos (sedimento, oceano), realizando assim o balanço da matéria e dos elementos biogênicos do ecossistema da baía de Guanabara;
- instituir um programa de longa duração para monitoramento permanente, em estações chaves da baía de Guanabara, das características planctônicas e da tendência evolutiva da sua biodiversidade.

### Referências Bibliográficas

- BALECH, E. & L.O. SOARES. 1966. Dos dinoflagelados de la Baía de Guanabara y proximidades (Brasil). *Neotropica*, Buenos Aires, **12**(39):103-109.
- BARRETO, A.S. 1992. *Evolução da clorofila e fósforo na Baía de Guanabara no período 1980-90*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 60pp.
- BARTH, R. 1972. Observações em nano e ultraplâncton na Baía de Guanabara. *Publicação do Instituto de Pesquisas da Marinha*, Rio de Janeiro, **68**:1-9.
- BONECKER, A.C.T.; S.L.C. BONECKER & C.R. NOGUEIRA. 1985. Zooplâncton da baía de Guanabara. *XII Congresso Brasileiro de Zoologia*, Campinas:355 (resumo).
- BONECKER, A.C.T. & L. FERNANDES. 1986. Estudo da variação sazonal do plâncton da baía de Guanabara (RJ). I - Ictioplâncton. *XIII Congresso Brasileiro de Zoologia*, Cuiabá:144 (resumo).
- COSTA, P.F. da 1970. Nota preliminar sobre a ocorrência de **Sagitta friderici** e **Sagitta enflata** (Chaetognatha) na Baía de Guanabara. *Publicação do Instituto de Pesquisas da Marinha*, Rio de Janeiro, **47**:1-10.
- DORIA, R.A.Q. 1987. *Análise de impacto ecológico em um sistema estuarino através do acompanhamento das comunidades zooplânctônicas*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 24pp.

- DORIA, R.A.Q. & C.R. NOGUEIRA. 1985. Acompanhamento anual do zooplâncton em dois pontos da Baía de Guanabara. Resultados preliminares. *VII Jornada Interna de Iniciação Científica*. Rio de Janeiro:1 (resumo).
- FARIA, J. G. de 1914. *Um ensaio sobre o plankton, seguido de observações sobre ocorrência de plankton monotono, causando mortandade entre os peixes na Baía do Rio de Janeiro*. Tese de Livre Docência. Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, Universidade do Brasil. 48 pp.
- FARIA, J. G. de & A.M. de CUNHA. 1917. Estudos sobre o microplankton da Baía do Rio de Janeiro e suas imediações. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **9**(1):68-93.
- FEEMA 1977. *Water quality model of Guanabara Bay. Environmental control program in the State of Rio de Janeiro, Brazil*. Technical Report, Hydrosience Inc., New Jersey, 5pp.
- JICA 1994. *The Study on Recuperation of the Guanabara Bay Ecosystem*. Supporting Report, Japan International Cooperation Agency (JICA), Kokusai Kogyo Co., Ltd, Tokyo, Vol 1-4
- FRONTIER 1986. L'échantillonnage de la diversité spécifique. pp.: 416-436. In: Péres, J.-M. (ed.). *Stratégies d'Échantillonnage en Ecologie*, Les Press de L'Université Laval de Québec, Québec.
- KRAU, L. 1958. Modificações no plâncton da Enseada de Inhauma, antes e depois da poluição. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **56**:473-476.
- KRAUS, L.A. da S. 1991. *Desova e desenvolvimento embrionário de peixes da família Engraulidae em um ponto fixo na Baía de Guanabara*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 61pp.
- KRAUS, L.A. da S. 1995. *A utilização do geoprocessamento na estimativa de áreas com potencial para desova de peixes e com diferentes qualidades de água na baía de Guanabara*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 198p.
- KRAUS, L.A. da S. & A.C.T. BONECKER. 1994. The spawning and early life stages of *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1824) (Pisces, Engraulidae) in a fixed point in Guanabara Bay (RJ-Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, **54**(2):199-209.
- KURTZ, F.W. & J.V. ANDREATA. 1986. Distribuição e abundância relativa do ictioplâncton da baía de Guanabara. Resultados preliminares. *II Encontro Brasileiro de Plâncton*, Salvador:30 (resumo).
- LAVRADO, H.P.; L.M. MAYR; V. CARVALHO & R. PARANHOS. 1991. Evolution (1980-1990) of ammonia and dissolved oxygen in Guanabara Bay, RJ, Brazil.

- pp.: 3234-3245. In: Magoon, O. & Neves, C., (eds.). *Coastlines of Brazil*, American Society of Civil Engineers, New York.
- MACHADO, C.F. 1995. *Composição e variação espaço-temporal da Classe Appendicularia (Tunicata) na baía de Guanabara - RJ, Brasil*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 50pp.
- MARAZZO, A & C.R. NOGUEIRA. 1996. Composition, spatial and temporal variations of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. *Journal of Plankton Research*. **18**(12): 2367-2376
- MARGALEF, R. 1980. La diversidad. In: *Ecologia*. pp. 359-382. Omega, Barcelona.
- MATTOS, M.A.R. 1989. *Distribuição espaço-temporal da classe Copepoda (Crustacea) na baía de Guanabara*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 62pp.
- MATTOS, M.A.R. & C.R. NOGUEIRA. 1988. Estudos dos copépodos da Baía de Guanabara (RJ-Brasil). *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá:27 (resumo).
- MAYR, L.M., D.R. TENENBAUM; M.C. VILLAC; R. PARANHOS; C.R. NOGUEIRA; S.L.C. BONECKER & A.C.T. BONECKER. 1989. Hydrobiological characterization of Guanabara Bay. pp. 124-138. In: Magoon, O. & Neves, C., (eds.). *Coastlines of Brazil*. American Society of Civil Engineers, New York.
- NOGUEIRA, C.R., A.C.T. BONECKER & S.L.C. BONECKER. 1988. Zooplâncton da Baía de Guanabara (RJ - Brasil) - Composição específica e variações espaço-temporais. pp.151-156. In: Brandini, F.P. (ed.). *Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá.
- OLIVEIRA, L.P.H. 1945. Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro (Ordem Eucopepoda). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. **42**(2):449-472.
- OLIVEIRA, L.P.H. de 1958. Poluição das águas marinhas. Estragos na flora e fauna do Rio de Janeiro. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. **56**(1):39-59.
- OLIVEIRA, L.P.H. 1962a. Estágios larvários do caranguejo "catanhen" **Chasmagnathus granulata** Dana, 1851 (Crustacea, Grapsidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. **60**(2):257-262.
- OLIVEIRA, L.P.H. 1962b. Águas com predominância de **Eutreptia lanowii** Steurer e **Chlamydomonas reinhardi** Dangeard no plancton, na enseada de Inhauma, Baía de Guanabara. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **60**(1):13-20.

- OLIVEIRA, L.P.H. & L. KRAU. 1976. Estudos aplicados a recuperação da Baía de Guanabara. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **57**(2):115-125.
- PARANHOS, R., M.C. VILLAC; C. SUCHAROV; L.M. MAYR & D.R. TENENBAUM. 1988. Variações de alguns parâmetros bióticos e abióticos em um ponto na Baía de Guanabara (RJ) durante um ciclo de maré. *40ª Reunião Anual da SBPC*, São Paulo: 702 (resumo).
- PONCIANO, C.R. 1985. *Avaliação da produtividade primária e da disponibilidade de nutrientes na Baía de Guanabara*. Tese de Mestrado, Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica. Rio de Janeiro. 77pp.
- QUESADO, L. de A.; M.F. DIAS; M. ZIPPIN. & Z. de O. SOARES. 1978. Baía de Guanabara: levantamento ecológico 1976/77. *Relatório Atividades, FEEMA*, Rio de Janeiro, 29pp.
- REBELLO, A.L.; C.R. PONCIANO & L.H. MELGES. 1988. Avaliação da produtividade primária e da disponibilidade de nutrientes na Baía de Guanabara. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, **60**(4):419-430.
- RODRIGUES, C.L. 1994. *Variação do zooplâncton em uma estação fixa na Baía de Guanabara, (RJ, Brasil) em dois ciclos de marés*. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 56pp.
- RODRIGUES, M.B.P.F. 1988. *Estudo da produção primária na Baía de Guanabara, RJ*. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 40pp.
- RODRIGUES, M.B.P.F. & C.R. NOGUEIRA. 1988. Estudo da produção primária na Baía de Guanabara, RJ. *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá:28 (resumo).
- SANTOS, C.C.; C.R. NOGUEIRA & S.L.C. BONECKER. 1988. Variação nictemeral do zooplâncton da Baía de Guanabara. *Semana de Debates Científicos*, UFRJ. (resumo).
- SANTOS, C.N. & D.R. TENENBAUM. 1988. Variação sazonal do microfitoplâncton em um ponto fixo na Baía de Guanabara (RJ). *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá:27 (resumo).
- SCHUTZE, M.L.M. 1987. *Estudo do plâncton, particularmente da bioecologia de Temora stylifera (Dana, 1849) (Copepoda, Calanoida)*. Rio de Janeiro, RJ: emissário submarino de Ipanema e Baía de Guanabara. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 282pp.
- SCHUTZE, M.L.M.; M.C.S. MACHADO & S.M.S. ZILLMANN. 1989. Phytoplankton biomass of Guanabara Bay (Rio de Janeiro, Brazil) and adjacent oceanic area: variations from January through July 1979. pp:309-324. In: Figueiredo, M.R.C.;

- Chao, N.L. & Kirby Smith, W. (eds.). *Proceedings of the International Symposium on Utilization of Coastal Ecosystems: Planning, Pollution and Productivity*, v.2. Editora da FURG, Rio Grande.
- SCHUTZE, M.L.M. & J.M. RAMOS. 1988. Zooplâncton do litoral do Rio de Janeiro, RJ: emissário submarino de Ipanema e Baía de Guanabara. *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá. (resumo).
- SEVRIN-REYSSAC, J., 1980. Recherche sur le phytoplancton de la côte brésilienne (aspect qualitatif et quantitatif, biogéographie). Essai de comparaison avec les populations de l'Ouest-Africain. *Bulletin du Musée national d'Histoire naturelle*, Paris, **4**:295-339.
- SEVRIN-REYSSAC, J.; M.C.S. MACHADO; M.L.M. SCHUTZE; S.G. BIBAS; I.C. LIMA; C.A. LIMA & C.P. ESTEVES. 1979. Biomasse et production du phytoplancton de la baie de Guanabara (État de Rio de Janeiro, Brésil) et du secteur océanique adjacent. Variations de mai à juillet 1978. *Bulletin du Musée national d'Histoire naturelle*, Paris, **4**:329-354.
- SILVA, A.M.da 1996. *Composição e variação espaço-temporal do filo Chaetognatha na baía de Guanabara - RJ, Brasil*. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 40pp.
- SILVA, L.A. da & A.C.T. BONECKER. 1988. Variação sazonal e nictemeral do ictioplâncton em um ponto fixo na Baía de Guanabara. *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá:25 (resumo).
- SILVA, N.M.L.da; J.L. VALENTIN & C.T.B. BASTOS. 1988. O microfitoplâncton das águas costeiras do litoral fluminense (Estado do Rio de Janeiro): lista de espécies e aspectos ecológicos. *Boletim do Instituto oceanográfico*, São Paulo, **36**(1/2):1-16.
- SOARES, Z.O.; L.B.P. FRANCA & S. UTICHITEL. 1981. Fitoplâncton e fatores abióticos na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro - subsídios para o controle de poluição. *Cadernos Feema Série Congresso*, Rio de Janeiro, n.09/81. 30pp.
- SOUZA, C.A.F.; L.R.A. FIGUEIREDO & S. UTCHITEL. 1983. Relatório Baía de Guanabara. *Relatório Interno*, FEEMA, Rio de Janeiro. 25pp.
- SOUZA, D.O. & L.M. MAYR. 1985. Análise preliminar da distribuição espaço-temporal dos níveis de clorofila a, na Baía de Guanabara, RJ (dados FEEMA, 1980-1983). *Congresso Brasileiro de Química Ambiental*, Salvador:53 (resumo).
- VALENTIN, J.L.; W.M. MONTEIRO-RIBAS; M.A. MUREB & E. PESSOTTI. 1987. Sur quelques zooplanctons abondants dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil). *Journal of Plankton Research*, **9**: 1195-1216.



- VALLIN, M.A. & M.C. MACHADO. 1990. Biomassa e ecologia do fitoplâncton da Baía de Guanabara e região nerítica adjacente. I. Período de julho a dezembro de 1988. *IV Encontro Brasileiro de Plâncton*, Recife: 40-41 (resumo).
- VILLAC, M.C. 1990. *O fitoplâncton como um instrumento de diagnose e monitoramento ambiental: Um estudo de caso da Baía de Guanabara*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 193pp.
- VILLAC, M.C.; M.L.C. MACEDO & D.R. TENENBAUM. 1987. O fitoplâncton da Baía de Guanabara, (RJ) Brasil: dinâmica das populações durante um ciclo de maré. *III Reunião Brasileira de Ficologia*, Arraial do Cabo:22 (resumo).
- VILLAC, M.C.; M.L.C. MACEDO; D.R. TENENBAUM; R. PARANHOS & L.M. MAYR. 1988a. A influência da maré no fitoplâncton em uma área sob intensa eutrofização na Baía de Guanabara. *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá:33 (resumo).
- VILLAC, M.C.; L.M. MAYR; D.R. TENENBAUM & R. PARANHOS. 1991. Sampling strategies proposed to monitor Guanabara Bay, RJ, Brazil. pp:1168-1182. In: Magoon, O.T., Converse, H.V., Tippie, V., Tobin, L.T. & Clark, D. (eds.), *Coastal Zone '91*, American Society of Civil Engineers, New York.
- VILLAC, M.C. & D.R. TENENBAUM. 1989. A influência da maré no fitoplâncton em um ponto fixo no canal central de circulação da Baía de Guanabara (RJ, Brasil). *IV Reunião Brasileira de Ficologia*, Florianópolis:23 (resumo).
- VILLAC, M.C.; D.R. TENENBAUM & J.L. VALENTIN. 1988b. Ciclo anual do fitoplâncton da Baía de Guanabara (RJ): distribuição espaço-temporal durante 1985. *III Encontro Brasileiro de Plâncton*, Caiobá:34 (resumo).
- WALSH, G.E. 1975. *Recommendation for a biotic study of Guanabara Bay. Project UNDP/WHO -BRZ-2040*. Informe Técnico. 21pp.

**Endereço:**

VALENTIN, J.L.; TENENBAUM, D.R.; NOGUEIRA, C.R. & VILLAC, M.C.  
UFRJ, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Marinha

BONECKER, A.C.T. & BONECKER, S.L.C.  
UFRJ, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia

TENENBAUM, D.R.  
UERJ, Instituto de Geociências, Departamento de Oceanografia, Rio de Janeiro, Brasil.