

Eutrofização e floração de fitoplâncton marinho¹

Denise Navas-Pereira²

RESUMO - A elevada eutrofização em algumas áreas costeiras, devido, particularmente, à contaminação por esgotos domésticos ou industriais com elevada carga de nutrientes, pode propiciar o aparecimento de florações de fitoplâncton, representadas por grupos diversos, inclusive dinoflagelados, causadores de "marés vermelhas". Essas florações levam à diminuição do oxigênio dissolvido e/ou liberação de toxinas específicas, podendo causar não somente grandes mortalidades de peixes e outros organismos marinhos, como também a interdição de áreas de colheita ou cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação. Na costa do Brasil, foram registrados diversos casos de florações, devidos a agentes diversos, estando os mais intensos relacionados à elevada eutrofização, especialmente no litoral de São Paulo. O atendimento a esses episódios propiciou a aquisição de experiência relativa aos parâmetros a serem analisados e aos procedimentos a serem adotados, assim como a necessidade de uma abordagem multidisciplinar, em tais casos.

Palavras-chave: "Maré vermelha", florações, fitoplâncton, eutrofização.

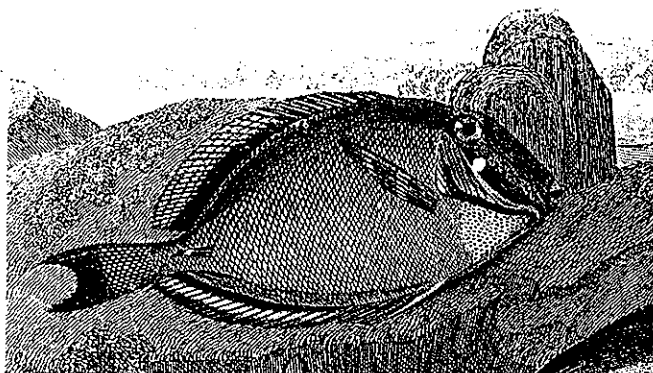
ABSTRACT - Eutrophication and phytoplankton blooms.

Coastal waters eutrophication due to domestic or industrial rich nutrient discharges may result in phytoplankton blooms. These blooms may be composed of several groups, including dinoflagellates, which may cause "red tides". These blooms cause dissolved oxygen depletion and liberate specific toxins, which may be responsible for massive fish kills as well as the closing of edible shellfish beds. Several cases were recorded on Brazilian shorelines, the most significant ones being related to high trophic levels of nutrients, particularly on São Paulo State coast. These occurrences allowed to get more experience about monitoring of these phenomena and the corrective measures to be taken, showing the need to analyse it on a multidisciplinary approach.

Key-words: "Red tides", blooms, phytoplankton, eutrophication.

As "marés vermelhas" ou florações de fitoplâncton, que comumente produzem mortandade de animais marinhos ou tornam-nos inadequados ao consumo humano, devido ao acúmulo de substâncias tóxicas produzidas pelas algas, já são conhecidas desde a antiguidade.

O Êxodo (cap. 7:20, 21) menciona: "... e o mar se tornou sangue...". Esta foi, possivelmente, uma "maré assassina" devido a uma floração ("bloom") de *Noctiluca scintillans*, um dinoflagelado, segundo Carneiro (1988).



Em 1528, o explorador Cabeza de Vaca, no Golfo do México, verificou que era tabu, entre os índios, comer peixes e mariscos quando a água se tornava vermelha (Péres & Devise, *apud* Brasil, 1978).

No caso dos oceanos, as chamadas "marés assassinas" (por causar, em geral, grande mortandade de peixes ou outros animais) podem ser diagnosticadas pelas suas colorações: marés vermelhas para os dinoflagelados, marrons para as diatomáceas e verdes para as primnesiofíceas e rafidofíceas (Carneiro, 1988); também são de coloração avermelhada as florações de cianofíceas.

1 - Trabalho apresentado no Seminário CPPS/PNUMA/CEPIS (OPS)/COI, sobre Eutroficação de las Águas Costeras del Pacífico Sudeste y Problemas Relacionados, realizado em Cartagena, Colômbia, de 7 a 11.08.89.

2 - Bióloga, gerente da Divisão de Análises Hidrobiológicas da CETESB, doutora em Ciências, área de Zoologia, pela Universidade de São Paulo.

A designação "maré vermelha", na realidade, é um termo popular, que passou a ser utilizado por terem as primeiras ocorrências registradas em ambiente marinho apresentado coloração avermelhada. A "maré vermelha" constitui, pois, um caso particular de floração, em que os organismos predominantes têm coloração avermelhada. Por esta razão, considera-se, aqui, o termo *floração* ("bloom") como o mais adequado, pois significa uma proliferação excessiva de organismos fitoplanctônicos, independentemente da coloração resultante. Também são usados os termos "descoloração das águas" (significando "mudança de cor", em Inglês), "mancha nas águas" (Barrie Dale, 1979, comunicação pessoal).

A partir da realização da 1ª. Conferência Internacional sobre Florações de Dinoflagelados Tóxicos (LoCicero, 1975), os especialistas no assunto decidiram considerar a denominação "maré vermelha" como restrita às florações de dinoflagelados tóxicos, utilizando, para outros casos, simplesmente a denominação "floração".

As florações podem ser atribuídas a uma combinação de fatores (temperatura, salinidade, concentração de nutrientes, presença de quelantes, ventos, correntes e outros) ainda não bem esclarecida, sendo que, até hoje, os mecanismos de sua formação vêm sendo estudados (Takahashi & Fukasawa, 1982).

Segundo Carneiro (1988), tais fenômenos podem ocorrer em decorrência de uma súbita elevação de temperatura, associada a um grau de insolação favorável, que tornam o meio salino propício à explosão incontrolável de uma das classes principais de algas que constituem o fitoplâncton.

O crescimento espetacular de dinoflagelados, que resulta em "maré vermelha", geralmente é restrito a águas costeiras ou a regiões onde ocorre ressurgência (Prakash, 1975; Hartwell, 1975). Existem muitas evidências de que a abundância e a variação sazonal dos dinoflagelados estão relacionadas à temperatura, salinidade, luz, nutrientes (principalmente vitaminas e substâncias húmicas, especialmente quelantes e metais-traço) e regime de correntes. Altas temperaturas, alta intensidade luminosa e uma relativa estabilidade da coluna d'água são alguns dos fatores que estimulam o crescimento, mas o exato mecanismo que permite o desenvolvimento de uma floração mono-específica de dinoflagelados, com a virtual exclusão de outras espécies de fitoplâncton, ainda é um enigma (Prakash, 1975).

As ocorrências esporádicas e, geralmente, de curta duração, de tais florações têm apanhado a comunidade científica de surpresa e desencorajado o estudo do fenômeno numa base sistemática e contínua (CETESB, 1983).

Algumas florações, embora não sejam caracterizadas pela presença de organismos tóxicos ao homem, poderão provocar a morte de peixes e outros organismos aquáticos, não por ação direta, mas devido à depleção de

oxigênio dissolvido na água. Tal depleção é provocada pela redução da atividade fotossintética resultante da diminuição da penetração de luz e aumento da demanda bioquímica de oxigênio pelas bactérias, que decompõem a maior quantidade de matéria orgânica existente (Mahoney & Steimle, 1979).

Certos dinoflagelados produzem substâncias que são altamente tóxicas para o homem e outros animais (Shimizu, 1979). Esses dinoflagelados tóxicos podem se acumular em organismos filtradores que, ao serem ingeridos pelo homem, provocam intoxicação, conhecida como PSP ("Paralytic Shellfish Poisoning"), quando resultante da ingestão de moluscos contaminados com *Gonyaulax*, ou NSP ("Neurotoxic Shellfish Poisoning"), quando causado pela ingestão de moluscos contendo toxinas de *Gymnodinium breve*. Os primeiros efeitos podem aparecer imediatamente ou várias horas após o consumo, com sensações de dormência na boca, perturbações gastrointestinais, fraqueza ou paralisia. O efeito mais comum é a disfunção dos nervos cranianos (Schantz *et al.*, 1975; Hughes, 1979). Dependendo da qualidade e quantidade de toxina ingerida, pode ocorrer morte após duas a 24 horas, causada por paralisia respiratória e colapso cardiovascular (Quayle, 1969; Prakash *et al.*, 1971).

Essas toxinas são neurotóxicas e podem apresentar atividade hemolítica. Na região costeira, onde ocorre a floração, a dispersão na forma de aerossol pode causar irritação das vias respiratórias na população, podendo provocar, embora raramente, o aparecimento de dermatites de contato (Quick & Henderson, 1975) e conjuntivite (Hemmert, 1975). Até a presente data, não se conhece nenhum antídoto eficaz para essas toxinas (Quayle, 1969; Prakash *et al.*, 1971; Ghazarossian *et al.*, 1974; Quick & Henderson, 1975; Shimizu *et al.*, 1975 a,b).

Uma vez que as florações são tipicamente um fenômeno costeiro, sugere-se que o crescimento algal nessa proporção possa ser dependente ou, pelo menos, influenciado por processos de produção característicos de águas próximas à costa, naturalmente mais ricas que as oceânicas. Assim, existem evidências razoáveis de que as florações, especialmente de dinoflagelados, estão associadas a um "condicionamento biológico" das águas costeiras, produzido pela introdução de compostos orgânicos de origem terrígena, muitas vezes incluindo diversas substâncias biologicamente ativas (CETESB, 1983). Essas florações são mais intensas em áreas que recebem esgotos domésticos ou efluentes industriais com elevada carga de nutrientes, devido à eutrofização que provocam no corpo receptor.

Benon *et al.* (1977) verificaram que as florações geralmente ocorrem em locais em que há maior influência de águas menos salinas, com maior aporte de nutrientes, inclusive observando-se, ao longo dos anos, mudança nas formas predominantes. Segundo esses autores, essa situação, de elevado grau de eutrofização,

e caracterizado pela existência de populações de algas uni ou pobremente específicas, com forte potencial de multiplicação, significa uma fraca maturidade do sistema planctônico (no sentido de Margalef), que traduz um profundo desequilíbrio no ecossistema (Tommasi & Navas-Pereira, 1983).

Balbridge (1975) sugere uma relação entre mudanças na temperatura da água e manutenção de florações de *Gymnodinium breve*. Em laboratório, Joyce & Roberts (1975) verificaram que essa espécie requer nutrientes e fatores de crescimento específicos, dentre os quais, o fósforo e a vitamina B12.

No entanto, de acordo com a USEPA (1976), o fósforo, quando em concentrações 400 vezes maiores que o limite máximo permissível para águas marinhas ou estuarinas, isto é, 0,0001 mg/l, é particularmente tóxico à vida aquática.

Em experimentos que visavam o estudo da interação específica, verificou-se que o crescimento da diatomácea *Skeletonema costatum* estimulava, em paralelo, o crescimento da maioria dos dinoflagelados de "maré vermelha". É provável mesmo que a *Skeletonema* produza algumas substâncias estimuladoras (Iwasaki, 1979). Essas experiências parecem conduzir a especulações quanto ao grande número de diatomáceas e de dinoflagelados em certos episódios de "maré vermelha" registrados. Mulligan (1975) observou que populações de "maré vermelha" que se desenvolviam ao longo da costa, não apresentavam os dinoflagelados como organismos mais representativos no fitoplâncton. Em uma floração tóxica de águas superficiais, enquanto a *Gonyaulax tiamarensis* atingiu apenas 132 células/ml, a predominância maior era de *Skeletonema costatum*.

Balbridge (1975) ressalta que em certas florações de *Gymnodinium breve*, a mortandade, principalmente de peixes, começa quando a concentração dessas algas ultrapassa os 250 organismos/ml. À medida que grande número de peixes mortos vai se acumulando, os problemas econômicos e de saúde pública também vão se acentuando.

Embora deva haver uma especificidade quanto aos requisitos nutricionais, alguns estudos em laboratório mostram que os dinoflagelados marinhos se desenvolvem melhor em condições de baixa salinidade e elevado teor de matéria orgânica. Ambas as condições prevalecem em águas costeiras, particularmente em áreas de descarga fluvial ou após pesadas chuvas.

Outro aspecto da influência da drenagem continental sobre o desenvolvimento de "marés vermelhas" está relacionado com a introdução de poluentes em águas costeiras. O aumento da poluição nas águas da costa pode aumentar a frequência da ocorrência de "marés vermelhas", como foi observado em certas áreas da Baía de Tóquio e do fiorde de Oslo (Prakash, 1975). Entretanto, esse aumento de nutrientes, em geral, causa a floração de qualquer tipo de algas, não havendo evidências de que favoreça o crescimento específico de espécies tóxicas.

Segundo Steidinger (1973, in Joyce & Roberts, 1975), para *Gymnodinium breve*, a provável sequência do fenômeno é a seguinte: as florações se iniciam a uma certa distância da costa; então, condições favoráveis, tais como a presença de nutrientes e de fatores de crescimento suficientes e salinidade, além de temperatura ótima, mantêm a floração, que se concentra por mecanismos físicos, como o vento, correntes e áreas de convergência.

Sweeney (1979) sugere três possibilidades para o surgimento de uma floração de dinoflagelados monoespecífica:

- a espécie pode se dividir mais rapidamente do que outros dinoflagelados, devido à presença de um fator de crescimento específico;
- os dinoflagelados de uma "maré vermelha" podem excretar substâncias que inibem o crescimento de competidores; e
- diferenças comportamentais dão vantagem a uma espécie de dinoflagelado sobre outra (por exemplo, migração vertical).

Outros autores sugerem, também, que a floração pode se iniciar a partir de cistos dormentes. O desenvolvimento parece ser dependente apenas da temperatura, não estando correlacionado com o regime de salinidade ou nutrientes (Provasoli, 1979).

A manutenção da floração é influenciada por vários fatores. Observou-se, por exemplo, que uma densa floração de *Gymnodinium splendens* foi sensivelmente reduzida pela atividade do macrozooplâncton em águas costeiras da Califórnia, o que pode, às vezes, explicar a pouca densidade de dinoflagelados em tais processos (Fiedler, 1982).

Generalidades sobre Dinoflagelados

Os dinoflagelados são organismos microscópicos unicelulares, autotróficos, saprófitos ou fagotróficos, pigmentados ou não, que se caracterizam por possuir dois flagelos, um longitudinal e outro transversal, que servem para o deslocamento (Steidinger & William, 1970). Ocupam o segundo lugar em abundância no ambiente marinho.

Esses organismos, quando têm o corpo recoberto por placas de celulose, são denominados **tecados**, e **nus** quando essas placas são ausentes. A forma e posição dessas placas é que permitem a identificação das espécies.

Os dinoflagelados multiplicam-se tanto por reprodução sexuada como assexuada, apresentando em seu ciclo de vida formas móveis e imóveis, estas últimas denominadas cistos. Os cistos desempenham um papel importante tanto na ocorrência da floração como na dispersão da espécie. São formas resistentes e potenciais que: 1) garantem a sobrevivência dos dinoflagelados num determinado local; 2) promovem a dispersão para outras áreas sem antecedentes de florações tóxicas; 3) permitem a ocorrência de florações em determinados locais, onde estão presentes em todas as épocas do ano;

e 4) podem contaminar os moluscos bivalves, tornando-os tóxicos mesmo sem a ocorrência de floração (CETESB, 1980).

Toxinas de Dinoflagelados

O dinoflagelado *nu* *Gymnodinium breve* produz potentes endotoxinas neurotóxicas, uma delas apresentando uma atividade hemolítica que é letal para muitos invertebrados, peixes, aves e mamíferos.

Essas toxinas não foram ainda identificadas completamente, mas, segundo alguns autores, são compostos alifáticos de cadeia longa, insaturados, polares, lipossolúveis, não voláteis. Possuem função carbonila, na forma de éter, lactona ou ambas. São instáveis na presença do ar e se decompõem rapidamente num produto não tóxico. Essas toxinas, quando ingeridas pelo homem, são causadoras da intoxicação alimentar denominada NSP ("Neurotoxic Shellfish Poisoning").

As toxinas do dinoflagelado *tecado* *Gonyaulax* provocam intoxicação alimentar denominada PSP ("Paralytic Shellfish Poisoning"). Durante muitos anos, considerou-se que a toxina causadora da PSP era a saxitoxina pura. Recentemente, por meio de testes mais aperfeiçoados, descobriram-se outras toxinas associadas à saxitoxina, que foram denominadas goniatoxina e neosaxitoxina, sendo seus potenciais similares ao da saxitoxina, um dos mais potentes tóxicos conhecidos.

Uma vez que essas toxinas aparecem em grande quantidade e em diferentes tipos nos moluscos bivalves, não se sabe se essa grande variedade é produzida pelos dinoflagelados ou se ocorre biotransformação dentro daqueles organismos (Shimizu *et al.*, 1978).

Essas toxinas são muito ricas em nitrogênio e alguns pesquisadores estão investigando a possibilidade de que possam servir como fonte de nitrogênio para o *Gonyaulax*, tanto na fase móvel quanto na imóvel.

Ocorrências Mundiais de Florações de Fitoplâncton

Inúmeros são os relatos de ocorrência de florações tóxicas em todo o mundo.

Nos Estados Unidos, os episódios de "maré vermelha" na costa Nordeste e Noroeste associam-se à contaminação de moluscos bivalves e riscos de intoxicação alimentar, enquanto na Flórida o fenômeno tem sido relacionado à mortandade de peixes (CETESB, 1983).

Há numerosos registros, também, de ocorrências no litoral da África do Sul, Mar da Arábia, Mar do Norte, Japão etc. (Brasil, 1978).

Uma ocorrência relatada por Luthy (1979), em outubro/novembro de 1976, e que provocou grande impacto na Espanha, Itália, França, Suíça e Alemanha, destaca a presença da toxina PSP em altas concentrações. A PSP foi acumulada em bivalves originários da costa atlântica da Espanha, tendo efeitos consideráveis. Na Alemanha e na Suíça, 42 pessoas foram hospitalizadas. As análises das amostras dos moluscos confiscados pelas autoridades

suíças levaram à detecção de saxitoxina. Ressalte-se, no entanto, que nesse caso não foi identificado o organismo causador, pois não chegou a ser evidenciada nenhuma mancha nas águas (CETESB, 1983).

Como se vê, existem vários fatores que complicam extraordinariamente a interpretação do fenômeno da "maré vermelha", a saber:

- a) a tendência generalizada de se associar a cor vermelha da floração ao fato de ser ou não tóxica;
- b) a existência de diferentes espécies planctônicas tóxicas produtoras de toxinas diversas, com ações variáveis sobre peixes, camarões, moluscos e seres humanos. Nem todas essas toxinas são suficientemente conhecidas quimicamente; e
- c) não se tem a certeza de que, nos testes toxicológicos, as toxinas que matam peixes, por exemplo, produzam reações positivas em camundongos, que são os animais utilizados nos referidos testes.

A seguir, considerando a área da costa do Pacífico, apresentam-se algumas informações, mais detalhadas, sobre o registro dessas ocorrências nessa região, e a experiência do Brasil em casos dessa natureza.

Marés Vermelhas na Costa do Chile

Avaria (1979) fez um histórico da ocorrência de "marés vermelhas" desde o século XIX, quando uma floração de *Mesodinium rubrum* foi registrada por Darwin, durante a viagem do "Beagle". Os registros dessas ocorrências são escassos, devido aos estudos do fenômeno terem sido iniciados somente no final da década de 60.

Entretanto, atualmente existem, em todo o país, diversos especialistas no fenômeno. Na Tabela 1, apresentam-se os registros reunidos por Avaria (1979).

Marés Vermelhas na Costa do Peru

As florações são observadas com frequência ao longo da costa do Peru, sendo conhecidas como "aguajes"; o conceito de "aguajes" está relacionado especificamente com o afastamento das espécies das áreas de floração e mortandades maciças de peixes e aves marinhas. São observadas com mais frequência no verão e estão, aparentemente, associadas a um aumento da temperatura da água. Estes períodos estão associados ao fenômeno "El Niño", quando a Contra-Corrente Equatorial se estende para o Sul e invade as águas mais frias da costa do Peru (Mendiola, 1979).

O dinoflagelado *Gymnodinium splendens* é o organismo mais frequentemente associado com as "marés vermelhas" na costa do Peru. Em 1976, por exemplo, observou-se uma associação entre a floração desse dinoflagelado e a presença da anchova, *Engraulis ringens*, alimentando-se do mesmo, sem efeitos negativos aparentes. Posteriormente, foi observada redução na taxa de crescimento e no recrutamento dos estoques, conteúdo de lipídios e desova. No entanto, parece haver uma associação entre a fase pré-floração e a alimentação de larvas de *E. ringens*, o que teria propiciado maior abun-

Tabela 1 - Registros de florações na costa do Chile (seg. Avaria, 1979).

Data	Local	Organismo	Observações
1835	Concepción/Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	Sem registro de mortandades (Darwin)
1956	Corr. Peru/Arica/Iquique	<i>Prorocentrum micans</i>	Presença de organismos moribundos ou mortos; ao longo de áreas de contato entre águas quentes e frias
55/56	N. Iquique	<i>Prorocentrum micans</i>	Altas temperaturas e calmaria
1957	Arica, Baía Mejillones	Não identificado	Calmaria
1957	Baía de Valparaíso	Não identificado	Calmaria
Sem data	Baía de Mejillones	<i>Prorocentrum micans</i>	-
1968	Baía de Valparaíso	<i>Mesodinium rubrum</i>	Temp. elevada, alta insolação, calmaria
1970	41-42° S	Não identificado	Dois casos fatais de intoxicação por moluscos
70/71	41° 30' S	<i>Dinophysis sp.</i>	Distúrbios gastrointestinais
1972	Bell Bay, Magallanes (54° S)	<i>Gonyaulax catenella</i>	Três casos fatais de intoxicação por moluscos; grande impacto econômico sobre exploração de bivalves; até 600/ml; forte estratificação (alta insolação e calmaria)
1/73	Estreito de Magallanes	<i>Amphidoma sp.</i>	Estratificação térmica (calmaria e alta insolação); até 678/ml; um caso de intoxicação leve por moluscos
3/75	Estreito de Magallanes	<i>Mesodinium rubrum</i>	436 a 2.430/ml
3/75	32° S	<i>Mesodinium rubrum</i>	Alta insolação; estabilidade vertical; 67 a 790/ml
12/75	26° 20' S	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
1/76	Baía de Mejillones	<i>Ceratium tripos</i>	-
2/76	Antofagasta	<i>Prorocentrum micans</i>	-
5/76	Baía de Arica	<i>Gymnodinium sp.</i>	-
1/77	Baía de Arica	<i>Glenodinium sp.</i>	-
2/78	Puerto Aysen 45° 30' S	<i>Mesodinium rubrum</i>	Até 1.300/ml

dância dessa espécie, em 1976 (Mendiola, op. cit.).

Com base no trabalho de Mendiola (op. cit.), apresenta-se, na Tabela 2, um resumo das ocorrências de "marés vermelhas" na costa do Peru.

Ocorrências no Brasil

A ocorrência de florações, no Brasil, tem sido documentada em numerosos trabalhos. Uma breve sinopse dessas ocorrências, inclusive com a presença de dinoflagelados, foi realizada por Rosa & Buselato (1981). Esses dados, juntamente com os documentados em Brasil (1978), CETESB (1980, 1983), Freitas & Lunetta (1982), Tommasi & Navas-Pereira (1983), Roberto & Navas-Pereira (1984) e Tommasi (1985), são apresentados na Tabela 3. Na Figura 1 são sumarizadas as áreas de ocorrências registradas.

Em função das ocorrências registradas no Sul do país, em 1978, com problemas para a saúde humana (irritação respiratória) e extensa mortandade de organismos marinhos, foi efetuado, em 1979/80, um

levantamento para a avaliação do potencial de ocorrência de "maré vermelha" no litoral do Estado de São Paulo (CETESB, 1980). Verificou-se que o Litoral Norte desse Estado apresenta as maiores porcentagens de dinoflagelados como componentes do fitoplâncton, além de uma maior variedade de espécies. Tem também a maior variedade de espécies de cistos no sedimento, embora todo o litoral do Estado tenha revelado a presença de cistos de espécies tóxicas.

Segundo Brasil (1978), considerando-se todos os trabalhos levantados, em escala global, evidencia-se que:

- os fenômenos do tipo "maré vermelha" são de duração limitada;
- no mesmo local e no mesmo episódio de "maré vermelha" podem surgir diferentes dinoflagelados;
- no mesmo local, em episódios sucessivos, poderão ser encontrados dinoflagelados não encontrados nos episódios anteriores;

Tabela 2 - Registros de florações na costa do Peru (seg. Mendiola, 1979).

Data	Local	Organismo	Observações
1828	-	Não identificado	-
1874	Callao	Não identificado	-
4/85	Callao	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
1892	Callao	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
12/12	Callao	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
1/13	Callao	Não identificado	-
3,4/17	Paitato, Pisco	Peridiniales	Mortandade maciça de peixes ou aves
2/31	Pisco	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
8/36	Chimbote a Pisco	Flagelados	-
10,11/41	Callao, Pisco	Gymnodiales	Mortandade maciça de peixes ou aves
5,6/49	Salaverry	Não identificado	Mortandade maciça de peixes ou aves
3/51	Pisco	Peridiniales	Mortandade maciça de peixes ou aves
11/51	Chimbote	Dinoflagelados	-
2/52	Chimbote	Dinoflagelados	-
11/58	Callao, Ilo, Matarani	Gymnodiales	-
4/59	Pimentel	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
5/59	Matarani	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
3,4/60	Paita, Chimbote	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
11/60	San Juan, Ilo	<i>Gymnodinium splendens</i> , <i>Euglenales</i>	-
2/61	Chimbote	<i>Gymnodinium splendens</i> , <i>Eutreptiella gymnastica</i>	-
6/61	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
2/62	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
11/63	Pisco	Não identificado	-
1,2,8,12/64	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
1,3/64	Chancay	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
1,3,4,11/65	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
1,2,5/66	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
4,66	Punta Aguja	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
2,3/67	Chimbote, Casma	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
4,5,10,11,12/67	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
1,2/68	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
2/69	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
3/69	San Juan	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
12/70	Pisco	Monadas	Mortandade maciça de peixes ou aves
2,3/72	Chancay, Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
1,2/73	Atico	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
3,12/75	Chicama	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
12/75	Chancay	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
12/75	Callao	<i>P. micans</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
3/76	Callao	<i>P. micans</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
3/76	Callao	<i>Gonyaulax peruviana</i>	-
4/76	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
3,4,5,6/76	Ao longo da costa do Peru	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
9,10/76	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
1,2,3/77	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-
5,6/77	Callao	<i>Olisthodiscus luteus</i>	-
11/77	Chimbote	<i>Mesodinium rubrum</i>	-
12/77	Callao	<i>Protoperidinium sp.</i>	-
2/78	Chicama	<i>Gymnodinium splendens</i>	Mortandade maciça de peixes ou aves
1,2,3,4/78	Callao	<i>Gymnodinium splendens</i>	-

Tabela 3 - Florações na Costa do Brasil.

Data	Local	Organismo	Observações
6/14	Baía de Guanabara	<i>Peridinium trochoideum/Prorocentrum</i>	Mortandade de peixes
1948	Idem	Idem	-
1950	Idem	Idem	-
1963	Recife	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	"Febre de Tamandaré"
1967	Rio de Janeiro	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	-
1971	Cananéia	<i>Skeletonema costatum</i>	1.000/ml
10/74	Baía de Santos	<i>Skeletonema costatum</i>	>100.000/ml
12/76	Idem	Idem	Idem
1978	Tramandaí (RS)	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	-
5/78	Sul do RS	<i>Gyrodinium aureolum</i>	Mortandade de moluscos e outros animais; irritação respiratória
1/79	Baía de Santos	<i>S. costatum</i>	2.200.000/ml; >4.000ug/l clorofila
5/79	Sul do RS	<i>Gyrodinium aureolum</i>	-
5/80	Sul do RS	<i>Gyrodinium aureolum</i>	-
9/80	Baía de Santos	<i>Asterionella japonica</i>	2.500.000/ml; >9.000ug/l clorofila
2/81	Litoral do RJ	<i>Gonyaulax sp.</i>	-
5,7/81	Sul do RS	<i>Gymnodinium fusiforme</i> <i>Gyrodinium aureolum</i>	Mortandade de animais marinhos e irritação respiratória; Intoxicação alimentar leve; > 3.000/ml, seguida por <i>A. japonica</i>
8/83	Litoral de SP	<i>Gymnodinium sp.</i>	Mortandade de peixes; predominância de <i>S. costatum</i> ; interdição da área para pesca e coleta de moluscos; 246/ml; toxicidade negativa
1/84	Ubatuba	<i>Mesodinium rubrum</i>	643 a 1.608/ml; estratificação; PO4 elevado

- no mesmo local e no mesmo episódio, os diferentes dinoflagelados, quando houver, poderão apresentar-se em sucessão ou simultaneamente, com o predomínio eventual de um gênero (além de poder preceder ou suceder a uma predominância de diatomáceas);

- é de se esperar que, no decorrer de um episódio de "maré vermelha", encontram-se, em diferentes tempos, contagens diferentes de indivíduos de cada gênero e que, a menos que a amostragem seja no local e no tempo coincidente com o ápice do "bloom", não se poderá exigir uma contagem elevada, como registra a literatura;

- fenômenos de "maré vermelha" já foram detectados por meio de dados clínico-epidemiológicos, inclusive com a demonstração da presença de toxina e ocorrência de intoxicações graves, sem que tivessem sido encontradas modificações de coloração da água e sem que tivessem sido encontradas contagens elevadas de dinoflagelados.

Estes fatos são da maior importância para um sanita-

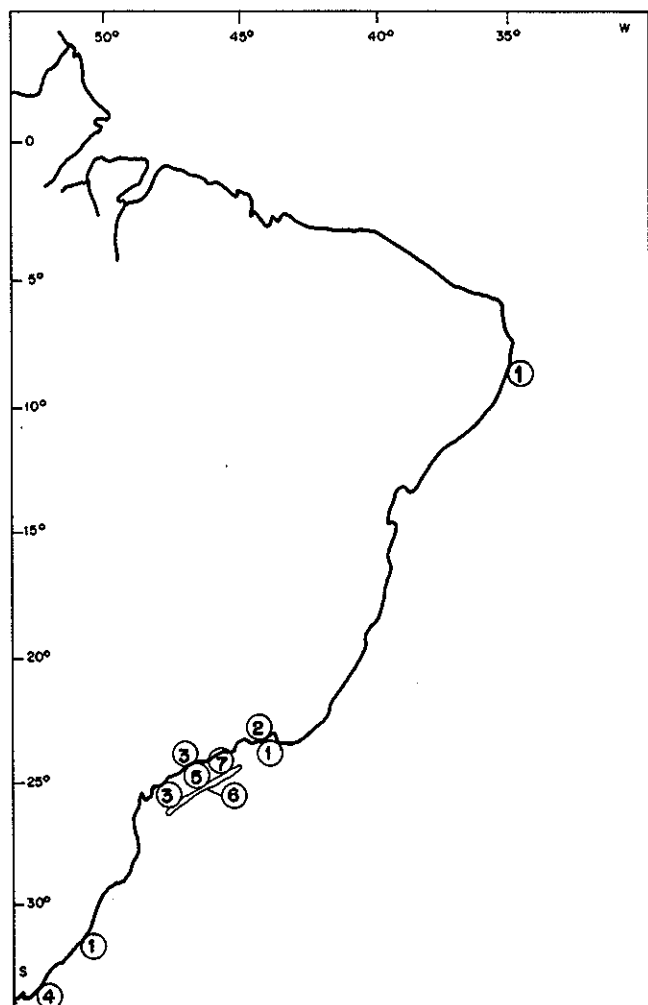
rista, principalmente quando atuar em condições em que a monitoragem sistemática dos dinoflagelados for impossível.

Casos mais recentes

Em 1988, uma extensa "maré verde" atingiu a região do Mar do Norte, com tal intensidade, que vitimou inclusive centenas de focas, esterilizando boa parte das águas escandinavas, e matando toda a vida marinha numa profundidade de até 10 m. A alga responsável, *Chrysochromulina polylepis*, proliferou em velocidade exponencial, multiplicando-se a cada 20 horas, até formar uma enorme massa amarelo-esverdeada de 50 x 10 km, causando a morte de 600 toneladas de salmões nas fazendas marinhas norueguesas devido à obstrução das brânquias pelas toxinas e à degradação das algas (Carneiro, 1988).

As florações parecem estar se multiplicando, atestando o incremento da poluição dos mares por nitratos e fosfatos provenientes dos adubos químicos que as águas

Figura 1 - Principais ocorrências de florações de fitoplâncton na costa brasileira. 1. *Trichodesmium erythraeum*; 2. Dinoflagelados não identificados; 3. *Skeletonema costatum*; 4. *Cyrodinium aureolum*; 5. *Asterionella japonica*; 6. *Gymnodinium* sp.; 7. *Mesodinium rubrum*.



pluviais e fluviais carregam até o oceano. Nos rios Reno e Elba são jogadas 700 mil toneladas de nitratos e 65 mil de fosfatos, que acabam atingindo as águas salgadas. Parece, inclusive, estar havendo um incremento na frequência de marés tóxicas; a imprensa tem documentado o reinício de florações nessa mesma região, ano após ano, sendo explicadas pela inibição de função excretora das diatomáceas (que parecem limitar as populações de dinoflagelados), em função da saturação das águas em nitratos e fosfatos (Carneiro, op. cit.).

Assim, há necessidade urgente de se rever as políticas ambientais, em âmbito global, para reduzir o aporte artificial de nutrientes para os oceanos, minimizando os riscos de desequilíbrios ambientais, cada vez mais frequentes, que levam a prejuízos econômicos, sociais e à saúde humana.

Manejo das Ocorrências de Florações e Estratégias de Monitoramento

No livro do Ministério da Saúde (1978), é citada uma referência (Rounsefell & Nelson) que relaciona métodos para "prevenção" (sic) de "maré vermelha", com o seguinte teor:

- "aumentar e manter elevada a concentração de metais pesados na água do mar;
- "manter em nível baixo a concentração de nutrientes, controlando os efluentes, inclusive esgotos (*Gymnodinium* aparentemente pode crescer em meios pobres em nutrientes);
- "regular o fluxo dos rios para evitar as condições ideais para o 'boom';
- "estimular, por meio de fertilizantes, a multiplicação de organismos competidores;
- "alterar fisicamente o 'habitat' por meio de construção de barreiras submarinas."

Além de conter recomendações totalmente absurdas, alguns dos métodos são obviamente inviáveis do ponto de vista econômico, ou mesmo ecológico, pelas alterações que poderiam resultar.

Assim, ao considerar medidas de manejo, deve-se analisar a viabilidade econômica e as possíveis consequências em cada caso, para selecionar as mais adequadas.

Segundo CETESB (1983), em reunião sobre "Programas de Monitoramento e Epidemiologia", durante a 2ª Conferência Internacional sobre Dinoflagelados Tóxicos, em novembro de 1978, da qual participaram representantes do Japão e de vários países das Américas do Norte e Sul e da Europa, foram discutidos, entre outros assuntos, os procedimentos a serem seguidos quando se detecta uma maré vermelha, por meio de monitoramento ambiental ou pela ocorrência de casos suspeitos de intoxicação humana. Embora nessa reunião não se tenha discutido especificamente os procedimentos quando de ocorrências detectadas na observação de mortandade de peixes, o consenso dos especialistas foi de que várias providências básicas deveriam ser tomadas. Essas medidas, acrescidas e complementadas por outros dados bibliográficos, são as seguintes:

- notificar todos os órgãos relacionados direta ou indiretamente à saúde pública;
- cientificar os médicos quanto aos sintomas de intoxicação e medidas profiláticas, pois, sendo rara, a doença é muito pouco conhecida;
- relatar os casos à autoridade de saúde pública mais próxima;
- alertar a população, pelos meios de comunicação, sobre os perigos que o consumo de moluscos coletados na área afetada pode acarretar;
- avisar os comerciantes, distribuidores e restaurantes, bem como a população, que os moluscos contaminados não podem ser identificados pela aparência, gosto e cheiro, e que nem o cozimento é suficiente para eliminar as toxinas de dinoflagelados;

- interditar a área afetada durante o fenômeno, impedindo o uso recreacional;
- controlar a pesca e a captura de moluscos e crustáceos;
- indicar e definir laboratórios, com pessoal treinado e equipado, para atender as ocorrências;
- liberar a área após verificação de que a ameaça não mais existe. Em média, o período de interdição é de 30 a 45 dias e os ensaios toxicológicos devem continuar mesmo após o desaparecimento da mancha.

Além dessas, outras providências de caráter geral foram sugeridas, a saber:

- proceder a vôos rotineiros, a fim de se verificar o desenvolvimento da "maré vermelha", bem como das mortandades de peixes e aves aquáticas;
- esclarecer o público, para evitar pânico, por intermédio da imprensa;
- distribuir folhetos explicativos;
- apresentar aos médicos, principalmente, filme sobre os sintomas da doença provocada pelo fenômeno;
- demarcar pontos representativos para coleta de amostras, considerando fatores oceanográficos, a configuração da costa, fatores hidrográficos como direção e complexidade das correntes, áreas de ressurgência e outros.

As consequências de uma floração tóxica dependem, obviamente, de sua intensidade e extensão. Em se tratando de fenômeno natural e recorrente, cujo número de ocorrências parece estar se intensificando em todo o mundo, principalmente nos últimos 15 a 20 anos, pode-se considerar as consequências do fenômeno sob vários aspectos.

As "marés vermelhas" tóxicas, como já foi mencionado, podem causar desde leves irritações até a morte rápida por paralisia respiratória, constituindo, portanto, grave problema de saúde pública.

Para se entender a gravidade do problema, devem ser lembradas as primeiras florações ocorridas em certos países da América do Sul. Em 1972, nas costas do Chile, o fenômeno causou a morte de três pescadores; em 1976, na costa da Venezuela, a floração tóxica provocou a morte de sete crianças e a intoxicação de 200 pessoas; e, no Brasil, em abril de 1978, causou distúrbios respiratórios leves em algumas pessoas (CETESB, 1983).

As consequências à saúde pública, no entanto, como já foi exemplificado anteriormente, dependem, de um lado, da espécie do organismo presente e das toxinas que este produz, e de outro, da capacidade dos órgãos competentes de localizar e identificar o fenômeno a tempo, na medida que estejam aparelhados e tenham autonomia para tomar as devidas providências. Nesse caso, uma série de variáveis está em jogo nesse processo:

- imprevisibilidade do fenômeno - este colhe a todos de surpresa, obrigando os órgãos a uma série de atitudes caracterizadas como "atendimento a emergência";
- desinformação - grande parte da classe médica não possui conhecimentos básicos quanto aos sintomas da intoxicação e aos cuidados para o tratamento, havendo

ainda falta de materiais, drogas e reagentes para a profilaxia;

- fator sócio-econômico - a suspensão preventiva da pesca e da coleta de moluscos bivalves nas regiões afetadas gera grandes manifestações de desagrado por parte da comunidade que vive do pescado e de sua comercialização. Em geral, esse fato é agravado pela demora na identificação das espécies presentes na mancha, se são potencialmente tóxicas e se os moluscos estão ou não contaminados. Novamente, sob este aspecto, a gravidade das consequências depende da região onde o fenômeno ocorreu, sua duração, extensão e natureza. Em países como o Japão, Espanha, Canadá, os prejuízos são imensos, afetando até a exportação desses produtos.

As "marés vermelhas", com a detecção ou não dos dinoflagelados, já afetaram também áreas de aquicultura (peixes, ostras e mariscos), em vários países.

As medidas que necessitam ser tomadas, dependendo da extensão das consequências sócio-econômicas e sobre a saúde pública, podem envolver ações não apenas no âmbito local ou estadual, mas também no âmbito nacional e internacional, podendo gerar situações delicadas na esfera política. A imprevisibilidade do fenômeno em muitas regiões do mundo, o despreparo para enfrentá-lo de maneira global, principalmente em locais onde ocorreu uma única vez ou esporadicamente, as consequências diretas da ocorrência, as ações tomadas pelos órgãos competentes, bem como eventuais omissões, constituem terreno fértil para a exacerbação de antagonismos políticos e pessoais. Às vezes, devido à superposição e mesmo à falta de definição de competências ou de coordenação, pode se criar um clima politicamente tenso entre os órgãos envolvidos no manejo da ocorrência.

A "maré vermelha", devido às alterações ambientais, ainda que seja um fenômeno natural, pode levar, como já foi enfatizado, a consequências drásticas, tais como a mortandade de peixes, aves aquáticas, camarões e outros organismos marinhos. As regiões costeiras podem ficar atulhadas de peixes, que necessitam ser recolhidos pelas autoridades locais e dispostos adequadamente.

Nas áreas onde o fenômeno se repete periodicamente, pode haver um significativo impacto sobre as populações de determinadas espécies, pois organismos de várias idades são atingidos, incluindo as formas jovens.

Observa-se, pois, que manejar e viabilizar ações para contornar ou minimizar os impactos ambientais e sócio-econômicos, quando da ocorrência desses episódios, é uma tarefa difícil e extremamente delicada.

De qualquer modo, a maior preocupação nos episódios de "maré vermelha", como se depreende, prende-se ao fato dela poder ou não estar associada a impactos ambientais, mas implica sempre a economia e traz, também, perigo de intoxicação a seres humanos.

Uma vez que, por se tratar de um fenômeno natural e aleatório, nada pode ser feito para evitar a mortandade

de peixes e outros organismos marinhos, resta aos órgãos de controle ambiental e de manutenção da saúde evitar que intoxicações alimentares causadas pelo consumo de moluscos bivalves contaminados possam ocorrer em seres humanos.

Como já foi mencionado, o estabelecimento das medidas de controle deve ser efetivado por órgãos que tenham autoridade legal necessária para fazer valer as ações regulamentares. Assim, é preciso enfatizar que as autoridades competentes devem seguir as recomendações antes indicadas.

Estratégia de Monitoramento

1) Contar com especialistas adequadamente treinados na identificação de organismos fitoplânctônicos, assim

como de toxinas de dinoflagelados;

2) manter uma rede de monitoramento em áreas onde existe periodicidade de ocorrência de florações, quanto aos parâmetros:

- temperatura/salinidade (estratificação/estabilidade)
- penetração de luz
- nutrientes (N_{total} , NH_3 , NO_3 , P_{total} , PO_4)
- oxigênio dissolvido
- fitoplâncton
- clorofila-a
- zooplâncton

3) utilizando dados de série sequencial das áreas em monitoramento, tentar estabelecer um modelo para previsão de ocorrência de florações, a fim de proceder às estratégias de manejo da situação.

Referências Bibliográficas

- AVARIA, S. Red tides off the coast of Chile, p. 161-164. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- BALBRIDGE, H.D. Temperature patterns in the long-range prediction of ride tide in Florida waters, p. 69-79. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- BENON, P.; BLANC, F.; BOURGADE, B.; DAVID, P.; KANTIN, R.; LEVEAU, M.; ROMANO, J.C. & SAUTRIOT, D. Impact de la pollution sur un écosystème méditerranéen côtier. II. Relations entre la composition spécifique des la populations phytoplanctoniques et les taux de pigments et de nucléotides adényliques (ATP, ADP, AMP). *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 62 (5): 631-648, 1977.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Um agravo inusitado à saúde*. Ministério da Saúde, 1978, 279 p.
- CARNEIRO, H. As algas assassinas no Mar do Norte. *Rev. Geogr. Universal* (165), agosto de 1988, p. 94-98, 1988.
- CETESB, São Paulo. *Avaliação do potencial de ocorrência de "maré vermelha" no litoral do Estado de São Paulo*. São Paulo, CETESB, Relatório Técnico. 1980. 45p., + anexos.
- _____. *Relatório sobre a ocorrência de "maré vermelha" no litoral do Estado de São Paulo, em agosto de 1983*. São Paulo, CETESB, Relatório Técnico. 1983. 88 p.
- FIEDLER, P.C. Zooplankton avoidance and reduced grazing responses to *Gymnodinium splendens* (Dinophyceae). *Limnol. Oceanogr.* 27 (5): 961-965, 1982.
- FREITAS, J.C. de & LUNETTA, J.E. Ocorrência de maré vermelha na costa do Estado do Rio de Janeiro. *Ciênc. Cult.*, 34 (8): 1059-1061, 1982.
- GHAZAROSSIAN, V.E.; SCHANTZ, E.J.; SCHNOES, H.K. & STRONG, F.M. Identification of a poison in toxic scallops from a *Gonyaulax tamarensis* red tide. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 59: 1219-1225, 1974.
- HARTWELL, A.D. Hydrographic factors affecting the distribution and movement of toxic dinoflagellates in the Western Gulf of Maine, p. 47-68. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- HEMMERT, W.H. The public health implications of *Gymnodinium breve* red tides, a review of the literature and recent events, p. 489-497. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- HUGHES, J.M. Epidemiology of shellfish poisoning in the United States, 1971-1977, p. 23-28. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- IWASAKI, H. The physiological characteristics of neritic red-tide dinoflagellates, p. 95-100. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- JOYCE Jr., E.A. & ROBERTS, B.S. Florida Department of Natural Resources - Red Tide Research Program, p. 95-103. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*, 1. *Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdtn., Wakefield, 1975, 541 p.
- LUTHY, J. Epidemic Paralytic Shellfish Poisoning in Western Europe, 1976, p. 15-22. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- MAHONEY, J.B. & STEIMLE, F.W., Jr. A mass mortality of marine animals associated with a bloom of *Ceratium tripos* in the New York Bight, p. 225-230. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- MENDIOLA, B.R. Red tide along the Peruvian Coast, p. 183-190. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- MULLIGAN, H.F. Oceanographic factors associated with New England

- red tide blooms, p. 23-40. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdn., Wakefield, 1975, 541 p.
- PRAKASH, A. Dinoflagellate Blooms - an overview, p. 1-6. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdn., Wakefield, 1975, 541 p.
- PRAKASH, A.; MEDCOF, J.C. & TENNANT, A.D. Paralytic Shellfish Poisoning in Eastern Canada. *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, 177: 1-87, 1971.
- PROVASOLI, L. Recent progress, an overview, p. 1-14. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- QUAYLE, D.B. Paralytic Shellfish Poisoning in British Columbia. *Bull. Fish. Res. Bd Canada* 168: 1-68, 1969.
- QUICK, J.A. & HENDERSON, G.E. Evidences of new ichthyotoxicative phenomena in *Gymnodinium breve* red tide, p. 413-422. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdn., Wakefield, 1975, 541 p.
- ROBERTO, S. & NAVAS-PEREIRA, D. Occurrence of *Mesodinium rubrum* (Lohmann) (Ciliophora) in the North Coast of S. Paulo State, Brazil. *An. Sem. Reg. Ecol. IV*: 311-335, 1984. S. Carlos, SP.
- ROSA, Z.M. & BUSELATO, T.C. Sobre a ocorrência de floração de *Gyrodinium aureolum* Hulburt (Dinophyceae) no Litoral Sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Ser. Bot.*, Porto Alegre (RS), 28: 169-179, 1981.
- SCHANTZ, E.J.; GHAZAROSSIAN, V.E.; SCHNOES, H.K. & STRONG, F.M. Paralytic poisons from marine dinoflagellates, p. 153-162. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdn., Wakefield, 1975, 541 p.
- SHIMIZU, Y. Dinoflagellate toxins, p. 1-41. In: *Marine Natural Products*. New York, Academic Press Inc., 1978, vol.1.
- _____ Developments in the study of Paralytic Shellfish Toxins, p. 321-326. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- SHIMIZU, Y.; ALAM, M. & FALLON, W.E. Purification and partial characterization of toxins from poisonous clams, p. 275-285. In: LoCICERO, V.R. (ed.), *International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms, 1. Proceedings*. Mass. Sci. Techn. Fdn., Wakefield, 1975a, 541 p.
- SHIMIZU, Y.; ALAM, M.; OSHIMA, Y. & FALLON, W.E. Presence of four toxins in red tide infested clam and cultured *Gonyaulax tamarensis* cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 66 (2): 721-737, 1975b.
- STEIDINGER, K. & WILLIAM, J. *Memoirs of the Hourglass Cruises*. Marine Research Laboratory, Florida Department of Natural Resources Publ. 2: 1-250, 1970.
- SWEENEY, B.M. The organisms: opening remakers, p. 37-40. In: TAYLOR, D.L. & SELIGER, H.H. (eds.). *Toxic Dinoflagellate Blooms*. Elsevier North Holland Inc., 1979, 505 p.
- TAKAHASHI, M. & FUKASAWA, N. A mechanism of red tide formation. 2. Effect of selective nutrient stimulation on the growth of different phytoplankton species in natural water. *Mar. Biol.* 70 (3): 267-274, 1982.
- TOMMASI, L.R. Maré vermelha. *Ciênc. Cult.*, 37 (10): 1599-1605, 1985.
- TOMMASI, L.R. & NAVAS-PEREIRA, D. Nota sobre a ocorrência de florescimentos de diatomáceas na Baía de Santos (SP) e adjacências (Estado de São Paulo, Brasil). *Ciênc. Cult.*, 35 (4): 507-512, 1983.
- U.S. Environmental Protection Agency. *Quality Criteria for Water*. U.S.E.P.A., Washington, D.C., 1976. 501 p.

