

NERÍTICA

revista do centro de
biologia marinha-ufpr

SUMÁRIO

Abertura Pág. VII

Palestras:

Senna, P. A. C. — Estudo das Cianofíceas continentais no Brasil: passado, presente e perspectivas futuras Pág. 1

Teixeira, V. L. — Kelecom, A. & Gottlieb, O. R. — Quimiossíntese de Phaeophyta: objetivos e perspectivas Pág. 33

Valentin, J. L. — A modelagem ecológica, uma ferramenta para o estudo integrado dos ecossistemas Pág. 43

Quèze, N. — Aspectos da legislação para exploração das algas marinhas Pág. 61

Ugadim, Y. — Distribuição das espécies de *Gelidium* e *Pterocladia* (Gelidiaceae — Rhodophyta) no litoral brasileiro Pág. 65

Temas livres:

Huszar, V. L. M. de, Silva, L. H. S. da & Nogueira, I. S. de. — Fitoplâncton de rede da Lagoa de Cima, Campos (Rio de Janeiro, Brasil): uma contribuição ao seu conhecimento Pág. 75

ISSN. 0102-6224

Nerítica	Pontal do Sul, PR	v.2	supl.	p.1-216	dezembro 1987
----------	-------------------	-----	-------	---------	---------------

“NERÍTICA” é o órgão de divulgação científica do Centro de Biologia Marinha da Universidade Federal do Paraná. Destina-se a publicar trabalhos científicos, comentários específicos e revisões críticas nas áreas de biologia marinha, oceanografia geral e equicultura de organismos marinhos.

Pedidos de subscrição e números atrasados poderão ser dirigidos diretamente à Comissão Editorial.

Este Suplemento de **Nerítica** é dedicado à publicação dos Anais da III Reunião Brasileira de Ficologia. A responsabilidade editorial foi delegada, em caráter excepcional, aos organizadores da referida reunião.

Comissão Editorial
Revista **Nerítica**

Comissão Editorial: Paulo da Cunha Lana
Frederico Pereira Brandini
Mônica Adelina Montú

Endereço: Centro de Biologia Marinha — UFPR
Av. Beira-Mar, s/n. — Pontal do Sul
83200 — Paranaguá — Paraná
BRASIL

NERÍTICA

revista do centro de
biologia marinha·ufpr

ISSN. 0102-6224

Nerítica	Pontal do Sul, PR	v.2	supl.	p.1-216	dezembro 1987
----------	-------------------	-----	-------	---------	---------------

PREFÁCIO

Pela primeira vez a Sociedade Brasileira de Ficologia publica os trabalhos apresentados na sua Reunião bienal.

Certamente escaparam alguns erros alheios à nossa vontade.

Apesar de muitos estudos interessantes terem sido apresentados na III^a. Reunião Brasileira de Ficologia, quer em forma de palestras ou em painéis, só foram submetidos aos revisores aqueles que foram entregues dentro do prazo estipulado.

Esta edição é de responsabilidade do Comitê Editorial que efetuou a revisão final dos trabalhos para adequá-los às normas da Revista NERÍTICA.

Os Editores,

Yocie Yoneshigue

Ricardo Coutinho

Jean Louis Valentin

AGRADECIMENTOS

A IIIª. Reunião Brasileira de Ficologia, da Sociedade Brasileira de Ficologia foi realizada sob os auspícios do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, a qual agradece profundamente o patrocínio dos seguintes órgãos:

- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
- Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SeCIRM)
- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF)
- Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS)
- Companhia Vale do Rio Doce
- Aracruz Celulose
- Quaker — Coqueiros Alimentos Ltda.
- Companhia Industrial de Algas (CIALGAS)
- União dos Bancos Brasileiros (UNIBANCO)

IIIª. Reunião Brasileira de Ficologia
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)
Arraial do Cabo (RJ): 05 à 08 março de 1987

Diretoria — março 1985 — março 1987

Presidente: Yocie Yoneshigue
(Instituto de Estudos do Mar Almte.
Paulo Moreira (RJ))

Vice-Presidente: Gilberto José Pereira Mitchell
Instituto de Biologia da Universidade Federal
do Rio de Janeiro (RJ)

1ª. Secretária: Valéria Laneuville Teixeira
Faculdade de Psicologia e Biologia
Maria Thereza (RJ)

2ª. Secretária: Maria Helena Campos Baeta Neves
Instituto de Estudos do Mar Almte.
Paulo Moreira (RJ)

Tesoureira: Eliane Gonzalez Rodriguez
Instituto de Estudos do Mar Almte.
Paulo Moreira (RJ)

Conselheiros

Hermes Moreira Filho
Dayse Vasquez Martins
Elizabeth Aidar Aragão
Eurico Cabral de Oliveira Filho
Marilza Cordeiro-Marino
Vera Lucia de Moraes Huszar

Comissão Organizadora

Luiz Drude de Lacerda
Vera Lucia Huszar
Denise Rivera Tenenbaum
Roberto Campos Villaça
Valéria Freitas Magalhães
Maria Tereza Menezes de Széchy
Renato Crespo Pereira
Sergio Antonio da Silva Almeida

ABERTURA

Ilustríssimo Dr. Sérgio de Almeida Bruni, Diretor do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Dra. Jane Silveira Carneiro, Sub-Diretora de Pesquisas do IBDF, Diretor do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Emmanuel Gama de Almeida e meus prezados colegas.

Estou realmente grata pela presença de vocês todos, numa quinta-feira após os dias festivos de Carnaval. Quero aqui expressar os meus sinceros agradecimentos aos patrocinadores desta reunião como também aos colegas da Diretoria e a Comissão Organizadora que não mediram esforços para a realização deste evento.

Há seis anos atrás aqui no Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, ex Instituto de Pesquisas da Marinha (Projeto Cabo Frio), exatamente no dia 29 de agosto de 1981, nasceu a Sociedade Brasileira de Ficologia, no seu 1º. Encontro de Macrófitas Marinhas.

Dr. Eurico Cabral de Oliveira, Professor do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo presidiu as duas gestões até março de 1985. Neste espaço de tempo, realizou-se a Iª. Reunião Brasileira de Ficologia, no Hotel Andorinhas, em Campinas, Estado de São Paulo e a IIª. Reunião, no Centro de Biologia Marinha (CEBIMAR) da Universidade de São Paulo, em São Sebastião também no Estado de São Paulo. Nos dois mandatos do Dr. Eurico, os alicerces da Sociedade foram fundados e hoje posso afirmar que no seu aniversário a Sociedade caminha a passos firmes, talvez não tão depressa como muitos queriam.

É preciso lembrar que a nossa Sociedade é jovem, precisando ainda de muitos cuidados. Entretanto, já deixa transparecer os

primeiros sinais de maturidade com o prestígio massivo de vocês todos, 138 participantes neste evento, desde os mais jovens até os menos jovens ficólogos. Serão apresentados 83 trabalhos com os temas mais variados da Ficologia. Desejo ainda lembrar os muitos colegas de regiões mais distantes que não puderam comparecer a esta Reunião, isto é, um tributo a pagar pelas dimensões de nosso país.

Acredito que esta capacidade de trabalho apresentada por nossos associados constitua a certeza de sua perenidade, traduzindo-se no reconhecimento científico nacional e internacional. Tudo isso devemos ao nosso Emérito Professor, Dr. Aylton Brandão Joly, da Universidade de São Paulo, do qual muitos de nós tiveram a satisfação de ser alunos mas que infelizmente não se encontra mais entre nós para participar dessa nossa alegria.

A exemplo da participação a nível internacional na última reunião, hoje aqui ficamos com o prazer de ter conosco, a Dra. Thérèse Le Campion da Station Marine d'Endoume, França, especialista nas diabólicas Cianofíceas.

Espero que este evento propicie não somente a troca de informações acadêmicas, mas também proporcione o estreitamento da amizade entre todos nós.

Finalmente, quero estender a todos os participantes os nossos melhores votos de uma agradável estadia, com muita disposição e muito sucesso durante esta Reunião. Muito Obrigada.

Yocie Yoneshigue Valentin
Presidente da Sociedade Brasileira de Ficologia
Presidente da IIIª. Reunião Brasileira de Ficologia

ESTUDO DAS CIANOFIGEAS CONTINENTAIS NO BRASIL: PASSADO, PRESENTE E PERSPECTIVAS FUTURAS

Pedro Américo Cabral SENNA

ABSTRACT

A study of the continental Cyanophyceae in Brazil: the past, presente and future perspectives. This paper presents an overview, as complete as possible, of the studies done on continental blue-green algae in Brazil. The first part is an historical panorama which includes an up-to-date revision of the bibliography. The second part presents data on the researches who study these algae, ending with considerations on the viability and future importance of studies of cyanophytes in Brazil. Among the suggestions and conclusions of this paper are: a) to the present, the majority of published papers on cyanophytes are taxonomic, but only a small percentage are exclusive to this group; b) most of the research on this group is on its systematics and c) it should be encouraged a stronger interaction between taxonomists and other professionals.

Key words: Cyanophyceae, review, Brazil

* Departamento de Biologia Vegetal, Universidade de Brasília, CP 153081, 70919, Brasília (DF)

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

RESUMO

Este trabalho dá uma visão geral, mas também o mais aprofundada possível, dos estudos com algas azuis continentais no Brasil. Na 1ª. parte, inicia com um panorama histórico onde se faz uma ampla atualização bibliográfica. Na 2ª. parte, tem-se várias informações sobre pesquisadores que trabalham com essas algas no país, terminando com algumas considerações sobre a viabilidade e a importância futura dos estudos das cianofíceas no país. Entre as várias sugestões e conclusões apresentadas, apontam-se as seguintes: a) até agora, a maior parte dos trabalhos de cianofíceas no país são na área taxonômica, mas poucos dentre estes tratam exclusivamente destas algas; b) a maior parte das linhas de pesquisas com estas algas é na área de sistemática; c) sugere-se uma maior integração entre sistematistas e outros profissionais.

Palavras chave: Cianofíceas, revisão, Brasil

INTRODUÇÃO

As cianofíceas, popularmente chamadas de algas azuis, formam um grupo de vegetais de características morfológicas e fisiológicas muito primitivas, sendo hoje em dia objeto de acirrada polêmica no meio científico internacional quanto à sua verdadeira posição entre os seres vivos.

Essas algas, cujo registro fóssil remonta a cerca de 2.000.000.000 de anos, são objetos de estudo de muitas áreas disciplinares devido à sua importância em várias atividades humanas. A título de uma pequena ilustração, essas algas, atualmente, estão sendo estudadas nas áreas de: alimentação humana, poluição aquática, qualidade do meio ambiente, fixação biológica de nitrogênio, ecologia, genética, cultura e muitas outras mais.

O trabalho que vai ser apresentado a seguir dá uma visão geral, mas também o mais aprofundada possível, do estudo com algas azuis continentais no Brasil. Na primeira parte, abre-se com um panorama histórico (passado), onde se fez uma ampla atualização bibliográfica. Na segunda parte, há várias informações sobre quem trabalha com essas algas no país, terminando com algumas considerações sobre a viabilidade e importância futura do estudo das cianofíceas no nosso país.

Desde já, peço que relevem possíveis omissões ou falhas nos levantamentos efetuados, pois, numa tarefa como esta, nem sempre é possível se ter acesso a todas as informações ou pessoas desejáveis e necessárias.

DO PASSADO ATÉ HOJE

O conhecimento das cianofíceas brasileiras tem pouco mais de 150 anos, desde que Martius, Eschweiler & Nees ab Esenbeck (1833) citaram pela primeira vez uma alga deste grupo para o nosso país.

Durante todos esses anos, o estudo das chamadas "algas azuis" passou por várias fases, abrangendo diversas áreas do conhecimento humano.

Ao longo dos 100 anos iniciais, este estudo baseou-se, segundo Bicudo & Bicudo (1968), Carvalho de la Mora (1976), Sant'Anna, Pereira & Bicudo (1978), Senna (1982), Franceschini (1983) e Werner (1984), na publicação, por parte de autores estrangeiros, de listas de algas cianofíceas, algumas com descrições, desenhos e comentários, e outras mais simplificadas, coletadas por cientistas em visita ao país. Durante este período todo, predominaram, portanto, os trabalhos de cunho eminentemente taxonômico, todavia sem preocupação de estudos sazonais ou abrangentes de áreas específicas do nosso território. Em geral, as coletas eram esporádicas e episódicas, e os coletores entregavam o material para algum especialista estrangeiro identificar. Muitos desses trabalhos iniciais não tratavam exclusivamente das cianofíceas, mas, sim, relacionavam todas as algas encontradas.

Ainda segundo esses mesmos autores, a partir dos anos 50 começam a surgir trabalhos de hidrobiologia (e áreas afins, como hidrobiologia sanitária, ecologia sanitária, sanitarismo e lagoas de estabilização) e ecologia (inclusive limnologia), além dos taxonômicos propriamente ditos, onde há citações de cianofíceas, principalmente ao nível genérico. Até hoje, não são comuns os trabalhos científicos, fora aqueles taxonômicos, em que os autores citem algas cianofíceas ao nível específico.

Atualmente, os estudos com cianofíceas, além das especializações já citadas, estão sendo também cada vez mais relacionadas com os problemas da poluição aquática, tanto continentais quanto marinhos.

Dentro desta primeira parte, com o intuito de atualizar a Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

bibliografia de cianofíceas brasileiras, podemos agrupar os trabalhos que versam sobre essas algas, nos seguintes grupos (esta atualização é complementar à feita por Senna, 1982): em taxonomia, 31 trabalhos: Bicudo (1965, 1984), Bicudo et al. (1975), Callegaro et al. (1981), Campos (1986), Carauta et al. (1984), Ceci et al. (1976), Coutinho (1982), Coutinho et al. (1983), Drouet (1957), Franceschini (1983), Giani & Pinto — Coelho (1986), Huszar (1985), Lobo & Buselato — Toniolli (1985), Necchi & Sant'Anna (1968), Neves (1983), Oliveira et al. (1982), Oliveira et al. (1982), Oliveira (1986), Peixoto & Huszar (1983), Saad (1971), Sant'Anna (1984), Sant'Anna et al. (1983), Sant'Anna & Silva (1986), Senna (1983), Senna & Ferreira (1986), Thomasson (1971), Torgan et al. (1981), Uherkovich & Franken (1980), Uherkovich & Rai (1979), Xavier et al. (1985), Werner (1984); em ecologia (incluindo limnologia) 32 trabalhos: Almeida (1979), Alvarenga et al. (1979), Azevedo et al. (1967), Björk (1979), Branco (1976), Coelho (1983), Coelho & Giani (1985) Cordeiro-Neto & Dutra — Filho (1981), Cronberg (1977), DMAE (1971, 1972, 1973a, 1973b, 1973c, 1974a, 1974b, 1974c, 1974d, 1975a, 1975b, 1981a, 1981b) Fisher (1979), Freitas (1983), Ganesella — Galvão (1981), Giani (1984), Goldstein (1979), Henry (1977), Hino et al. (1986), Honda (1979), Lindmark (1977, 1979), Matsumura-Tundisi et al. (1981), Matsumara — Tundisi et al. (1986), Moura et al. (1979), Oliveira et al. (1962), Oliveira et al. (1959), Paula et al. (1982), Pontes (1980), Reynolds et al. (1983), Rocha et al. (1979, 1980), Rocha & Branco (1985), Schmidt (1982), Schroeder — Araujo (1980), Sommer (1977), Stankiewics (1980), Toledo (1986), Torgan et al. (1979), Tundisi & Hino (1981), Xavier (1981a, 1981b); em hidrobiologia (incluindo hidrobiologia sanitária, sanitarismo, ecologia sanitária, lagoas de estabilização e poluição) 14 trabalhos: Branco (1966), Ennes (1971), Giampá et al. (1967, Oliveira et al. (1967), Oliveira et al. (1957, 1959), Pereira (1970, 1978), Rocha et al. (1986), Roque (1980), Senna (1969), Silva (1977), Victorette (1964); em fisiologia vegetal (incluindo genética) 4 trabalhos: Lincoln et al. (1986), Oliveira et al. (1982), Vieira & Tundisi (1979), Yunes (1984); em levantamentos bibliográficos 2 trabalhos: Fidalgo (1965), Huszar (1980).

Fazendo-se um balanço dos 190 trabalhos até hoje publicados, podemos ter uma idéia geral sobre a proporção entre os diferentes temas onde as cianofíceas foram tratadas na literatura na-

cional, o que nos mostra que: a área de taxonomia tem cerca de 42% dos trabalhos publicados; ecologia (incluindo limnologia) vem em seguida com 37%; em terceiro lugar temos hidrobiologia (e áreas afins) com 16,5% e, finalmente, os trabalhos com levantamentos bibliográficos e fisiologia vegetal (incluindo genética) com 2,5% e 2%, respectivamente, da produção nacional. Vê-se, portanto, que os trabalhos em taxonomia, ecologia e hidrobiologia são preponderantes na literatura nacional.

Isto é compreensível, pois as cianofíceas têm grande importância nas áreas de ecologia aquática (e limnologia) e hidrobiologia (principalmente hidrobiologia sanitária e áreas correlatas). Entretanto, não se justifica a quase inexpressiva marca de 2% apenas de trabalhos em fisiologia vegetal (e genética), pois há muitos aspectos fisiológicos destas algas (como a fixação biológica de nitrogênio e cultura) que têm grande importância não só acadêmica, como também econômica, principalmente se levarmos em consideração as condições de clima e solo do Brasil.

Vamos ver, a seguir, como esses 190 trabalhos são distribuídos pelos Estados do país (Tabela I): SÃO PAULO: Azevedo et al (1967), Baptista (1980), Bicudo (1965, 1985), Bicudo & Bicudo (1968, (1970a), Bicudo & Senna (1977), Bicudo (1984), Bicudo & Bicudo (1970b), Borge (1918), Bornet (1881), Branco (1961, 1964, 1966, 1967, 1971) Branco & Branco (1971), Branco et al. (1963), Cardoso (1979), Chaves (1978), De Toni (1889), Drouet (1937, 1938), Edwall (1896), Fidalgo (1965), Giampá et al. (1978), Giancesella — Galvão (1981), Goldstein et al. (1979), Henry (1977), Hino (1979), Hino & Tundisi (1977), Joly (1963), Kawai & Branco (1969), Kawai et al. (1976), Kleerekoper (1939, 1941, 1944), Martius et al. (1833), Matsumura — Tundisi et al. (1981), Matsumura-Tundisi et al. (1986), Necchi & Sant'Anna (1986), Oliveira (1978), Palmer (1960), Pereira (1970, 1978), Puiggar (1881), Rocha (1980), Rocha & Branco (1985), Rocha et al. (1986), Rocha & Narduzzo (1975), Roque (1980), Sant'Anna et al. (1983), Sant'Anna et al. (1978) Sant'Anna & Silva (1986), Schroeder-Araujo (1980), Senna (1969, 1979, 1982, 1983), Tundisi & Hino (1981), Victorette (1964), Vieira & Tundisi (1979), Xavier (1974, 1981a, 1981b), Xavier et al. (1985), Wille (1884), Wittrock & Nordstedt (1880, 1882, 1883, 1884, 1886), Wittrock et al. (1893, 1896, 1903); RIO DE JANEIRO: Alvarenga et al. (1979), Andrade (1953, 1956), Bicudo & Bicudo (1969), Carauta & Vianna (1984), Drouet (1937, 1938), Hariot (1891), Huszar (1985), Huszar et al. (1980), Kolkwitz (1933), Mobius (1889, 1892, 1895),

NÚMERO E PORCENTAGEM DE TRABALHOS EM						
Estado	Nº de trabalhos	Taxonomia	Ecologia ⁽¹⁾	Hidro-biologia ⁽²⁾	Levantamentos Bibliográficos	Fisio-logia ⁽³⁾
SP	75	33(44%)	21(28%)	16(21,5%)	3(4%)	2(2,5%)
RS	30	11(36,5%)	17(56,5%)	1(3,5%)	0	1(3,5%)
RJ	30	15(50%)	3(10%)	10(33%)	1(3,5%)	1(3,5%)
DF	21	3(14%)	15(71%)	2(10%)	0	1(5,0%)
AM	14	10(71%)	4(29%)	0	0	0
MG	12	7(58%)	3(25%)	2(17%)	0	0
PA	8	5(62,5%)	3(37,5%)	0	0	0
PR	5	2(40%)	2(40%)	1(2%)	0	0
MT	4	4(100%)	0	0	0	0
PB	3	3(100%)	0	0	0	0
PE	3	2(67%)	0	0	1(33%)	0
SC	3	3(100%)	0	0	0	0
BA	2	1(50%)	0	1(50%)	0	0
CE	2	2(100%)	0	0	0	0
GO	2	2(100%)	0	0	0	0
MS	2	2(100%)	0	0	0	0
MA	2	2(100%)	0	0	0	0
AL	1	1(100%)	0	0	0	0
RN	1	1(100%)	0	0	0	0

¹ incluindo trabalhos de limnologia;

² incluindo trabalhos em hidrobiologia sanitária, ecologia sanitária, sanitarismo e lagoas de estabilização;

³ incluindo trabalhos de genética e cultura.

(a aparente discrepância entre o número total de trabalhos — 190 — e o que aparece na coluna 2, é devido ao fato de que há certos trabalhos, por exemplo Drouet 1937, 1938, onde há a citação de algas cianofíceas para mais de um Estado ao mesmo tempo; estes trabalhos, portanto, aparecem repetidos para cada Estado onde essas algas são citadas).

Tabela I — Distribuição dos trabalhos sobre cianofíceas continentais do Brasil pelos Estados. Os Estados estão em ordem decrescente de número de trabalhos publicados.

Neves (1983) Oliveira (1976), Oliveira et al. (1982), Oliveira et al. (1982), Oliveira et al. (1951), Oliveira et al. (1957), Oliveira et al. (1953), Oliveira et al. (1967), Oliveira et al. (1955, 1957, 1959, 1962), Oliveira et al. (1959), Peixoto & Huszar (1983), Wille (1884), Zeller (1876-1877); RIO GRANDE DO SUL: Bicudo & Martau (1974), Callegaro et al. (1981), Coutinho (1982), Coutinho et al. (1983), DMAE (1971, 1972, 1973a, 1973b, 1973c, 1974a, 1974b, 1974c, 1974d, 1975a, 1975b, 1981a, 1981b), Franceschini (1983), Huszar (1977, 1979), Kleerekoper (1944, 1955), Lobo-Buselato-Toniolli (1985), Rosa et al. (1974), Schultz (1952), Sommer (1977), Torgan et al. (1981), Torgan et al. (1979), Yunes (1984), Werner (1984); DISTRITO FEDERAL: Almeida (1979), Björk (1979), Branco (1976), Campos (1986), Coelho

(1983), Coelho & Giani (1985), Cordeiro Leite & Dutra Filho (1981), Cronberg (1977), Freitas (1983), Giani (1984), Giani & Pinto Coelho (1986), Lincoln et al. (1986), Lindmark (1977, 1979), Moura (1979), Oliveira & Krau (1970), Paula et al. (1982), Rocha (1979), Senna & Ferreira (1986), Silva (1977), Toledo (1963); AMAZONAS: Dickie (1881), Drouet (1937, 1938), Fisher (1979), Mobius (1892), Ribeiro (1978), Schmidt (1973), Schmidt & Uherkovich (1973), Thomasson (1971, 1977), Uherkovich (1976), Uherkovich & Franken (1980), Uherkovich & Rai (1979), Uherkovich & Schmidt (1974); MINAS GERAIS: Bicudo & Ventrice (1968) Ennes (1971), Hariot (1891), Hino et al. (1986), Möbius (1892, 1895), Pontes (1980), Rennó (1958), Reynolds et al. (1983), Sant'Anna (1984) Warning (1892), Wille (1884); PARÁ: Dickie (1881), Drouet (1937, 1938), Gessner & Kolbe (1934), Schmidt (1982), Schmidt & Uherkovich (1973), Thomasson (1971), Uherkovich (1976); PARANÁ: Andrade & Rachou (1954), Ceci et al. (1976), Honda (1979), Moreira Filho & Moreira (1972), Stankiewicz (1980); MATO GROSSO: Borge (1925), Drouet (1938), Hoehne & Kuhlmann (1951), Schmidle (1901); PARAÍBA: Drouet (1937, 1938), Drouet et al. (1938); PERNAMBUCO: Carvalho De la Mora (1976), Drouet (1937, 1938); SANTA CATARINA: Bicudo et al. (1975), Mobius (1889, 1895); BAHIA: Drouet (1937), Rocha et al. (1986); CEARÁ: Drouet (1937, 1938); GOIÁS: Drouet (1957), Saad (1971), MATO GROSSO DO SUL: Borge (1925), Hoehne & Kuhlmann (1951); MARANHÃO: Drouet (1937, 1938); ALAGOAS: Drouet (1938); RIO GRANDE DO NORTE: Oliveira (1986). Os estados do ACRE, ESPÍRITO SANTO, PIAUÍ e SERGIPE, e os Territórios do AMAPÁ e RORAIMA não tem registro bibliográfico de trabalhos com cianofíceas¹.

Pode ser observado, claramente, que o Estado de São Paulo detém, sozinho, 40% de todos os trabalhos sobre cianofíceas do Brasil. Basicamente, isto deve-se, entre outras razões, aos primeiros ficologistas brasileiros de algas continentais que iniciaram seus trabalhos em São Paulo (Dr. Carlos Eduardo de Mattos Bicudo e Dra. Rosa Maria Teixeira Bicudo no Instituto de Botânica de São Paulo), o que, sem dúvida, deu um importante impulso na pesquisa de cianofíceas, e também das algas em geral naquele Estado. Interessante é também observar que, apenas no Distrito

¹ Os trabalhos de Kützing (1849) e Kützing (1850-1852) não estão aqui relacionados, pois não estavam disponíveis para consultas.

Federal e no Estado do Rio Grande do Sul, os trabalhos de natureza ecológica são mais numerosos do que os taxonômicos. No primeiro caso (DF), isto deve-se ao fato da Universidade de Brasília ter um Curso de Mestrado em Ecologia, com um grupo de Limnologia, cuja produção de dissertações e trabalhos nesta área é grande, e também porque, ali, os estudos taxonômicos das cianofíceas começaram há pouco tempo.

Quanto ao Rio Grande do Sul, o problema é totalmente diferente. Neste Estado, a proporção de trabalhos taxonômicos só de cianofíceas é de cerca de 50%, e os restantes, apesar de não serem específicos para estas algas, citam vários gêneros e espécies. Porém, durante vários anos, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, através do seu Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE), produziu mais de uma dezena de trabalhos (praticamente relatórios) sobre a qualidade das águas do Rio Guaíba onde, ao lado de dados limnológicos, há várias citações de cianofíceas (a maior parte só ao nível de gêneros).

Como conclusão desta primeira parte, temos que: a) apesar do número de trabalhos taxonômicos, que tratam de cianofíceas, ser grande proporcionalmente ao geral dos trabalhos que tratam destas algas, apenas um terço deles é específico de cianofíceas, o que evidencia que o conhecimento taxonômico deste grupo de algas no Brasil é ainda muito incipiente; b) devido ao estudo taxonômico destas algas ser difícil e ainda restrito no país, a maior parte dos trabalhos em ecologia, hidrobiologia, fisiologia (e subáreas afins a estas) mencionam as cianofíceas apenas a nível genérico (quando não de Divisão), o que muitas vezes pode comprometer a qualidade destes trabalhos e o valor das informações aí contidas; c) observa-se uma maciça produção dos trabalhos que versam sobre cianofíceas oriundos de pesquisadores no Estado de São Paulo, devido ao maior número de ficólogos, a maiores e mais completas bibliotecas especializadas e à infra-estrutura mais adequada; d) das 25 unidades continentais da Federação (entre Estados e Territórios) apenas 2 (SP e RS) têm trabalhos taxonômicos, ecológicos e hidrobiológicos razoavelmente abrangentes para suas áreas; e) as demais unidades têm, no geral, poucas ou nenhuma informações sobre estas algas.

SITUAÇÃO ATUAL

Através de um questionário simplificado, enviado no final de 1986 a todos os "cianoficólogos" membros da Sociedade Brasi-

leira de Ficologia, pôde-se fazer um levantamento da situação atual do estudo das algas azuis no país.

Basicamente, temos pesquisadores (isoladamente ou em pequenos grupos) trabalhando em 7 Estados, a saber: GOIÁS — Profa. Irani F. P. Campos (UFG), Mestre em Botânica, desenvolvendo trabalhos taxonômicos com cianofíceas de águas termais de Goiás e da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite; PERNAMBUCO — As Mestres Profas. Lucy C. de la Mora e Claudia B. C. B. Chamixaes (UFPe), sendo que a primeira trabalha com sistemática de cianofíceas e a segunda com ecologia e taxonomia de algas em geral, inclusive cianofíceas; RIO DE JANEIRO — Biol. Maria Helena C. B. Neves (IEAPM-RJ) que, apesar de não trabalhar especificamente com cianofíceas de águas continentais, estuda ambientes costeiros variados, inclusive lagoas costeiras (hipersalinas), nos vários aspectos sistemáticos, morfológicos, ecológicos e fisiológicos das algas azuis. A Biol. Neves está, atualmente, em vias de concluir o doutorado. Ainda no Rio de Janeiro, há a Mestre Vera L. Huszar (Museu Nacional) que trabalha com sistemática de algas em geral, inclusive cianofíceas; RIO GRANDE DO NORTE — temos a Biol. Dilma Bezerra F. de Oliveira (EMPARN) que trabalha com cultura de algas para alimentação de camarões e realiza levantamentos taxonômicos de plancton estuarino (inclusive cianofíceas); RIO GRANDE DO SUL — aqui temos um dos maiores grupos de “cianoficólogos” do país. Trata-se dos Mestres Profa. Iara M. Franceschini (UFRGS), Vera R. Werner (Museu de Ciências Naturais), e Prof. João S. Yunes (FURG). As duas primeiras pesquisadoras trabalham com sistemática de cianofíceas continentais e de regiões costeiras, e o Prof. Yunes realiza estudos de fisiologia da fixação de nitrogênio com algas azuis. A Profa. Franceschini está fazendo o doutorado no “Muséum National d’Histoire Naturelle” de Paris; SÃO PAULO — há também aqui um bom grupo de sistematas, sendo que a Dra. Célia L. Sant’Anna (IBT) e seus orientados são os responsáveis, em grande parte, pela maior produção, atualmente, de trabalhos sobre cianofíceas do país. A Dra. Sant’Anna não trabalha apenas com taxonomia destas algas, mas principalmente com elas. É bom lembrar que o Dr. Carlos E. M. Bicudo, apesar de ser especialista em desmidiáceas, tem contribuído muito para o conhecimento das cianofíceas. Recentemente, a Dra. Maria T. P. Azevedo (IBT) começou a trabalhar com cianofíceas edáficas do Estado de São Paulo. Entre os vários pontos favoráveis que a equipe da Dra. Sant’Anna tem ao seu favor, e que permitem uma boa produção científica, está o

excelente acervo bibliográfico do Dr. Carlos E. M. Bicudo e da própria Dra. Sant'Anna. Na UFSc temos o Dr. Armando Vieira, um dos poucos especialistas brasileiros em cultura e fisiologia de algas continentais, que também mantém culturas de cianofíceas; DISTRITO FEDERAL — através de comunicação pessoal, a Dra. Mary B. Cardoso (FZB/DF), informou que está trabalhando no CENARGEN (Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia) com o projeto "Vírus como agente no controle de algas" (convênio GDF-FZB/EMBRAPA-CENARGEN) onde se pretende pesquisar vírus que naturalmente infectam algas (podendo atacá-las), isolá-los e, em laboratório, infestar, com esses vírus, algas de ambientes naturais que causam problemas ambientais ou sanitários (ex: "blooms"). Entre várias espécies de algas que estão sendo estudadas, vai se procurar, de modo especial, a presença destes vírus em *Microcystis aeruginosa* e *Rhaphidiopsis mediterranea*, visando ao controle dessas algas nos lagos e Represas do DF. Por intermédio de outra comunicação pessoal, a Dra. Vilneyde M. Q. G. de Lima (UnB) informou que está trabalhando num projeto de transferência de gens (por transformação ou conjugação) de bactérias para cianofíceas unicelulares e filamentosas, em colaboração com pesquisadores da UnB e da Universidade da Flórida, além de manter culturas axênicas de várias algas cianofíceas. E, desde 1982, o Prof. Dr. Pedro A. C. Senna vem desenvolvendo trabalhos taxonômicos, visando a conhecer a flórua de cianofíceas da região do Cerrado do Brasil central, e, também, através de estudos limnológicos, tem armazenado dados para estabelecer um futuro índice de organismos indicadores de poluição aquática para esta região. Além disso, o Prof. Senna está organizando um Banco de Dados taxonômicos, nomenclaturais e métricos de todas as cianofíceas citadas para o Brasil.

Fazendo-se um balanço da situação atual dos estudos das algas azuis no país, pode-se dizer que: a) a linha de pesquisa predominante entre os "cianoficólogos" é a da taxonomia, visto que essas algas ainda são poucos conhecidas entre nós; b) praticamente nenhum dos pesquisadores do grupo de "cianoficólogos" trabalha exclusivamente com estas algas, mas dedica tempo também ao estudo de outras algas; c) os estudos de fisiologia e genética são muito incipientes e dependentes de esforços isolados; d) poucos são os "cianoficólogos" com título de doutor, e poucos também são aqueles que puderam sair do país para algum tipo de especialização no estudo dessas algas.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Devido à ampla participação das cianofíceas em muitas áreas do conhecimento humano, é muito importante que o estudo dessas algas seja estimulado e apoiado por organizações de classe, empresas privadas e entidades financiadoras de pesquisa (estaduais, federais ou particulares).

Dentre todas as áreas nas quais as cianofíceas têm destaque, é imperioso que o conhecimento taxonômico dessas algas seja particularmente incrementado, pois esse conhecimento é básico para que outras ciências possam realizar seus trabalhos. A prática mostra que não se pode fazer bem, por exemplo, ecologia aquática (ou limnologia, ou estudos hidrobiológicos, ou de sanitário, ou tantos outros de áreas afins), se não se sabe COM QUAL organismo concreto se está trabalhando. Isto vale para as algas azuis e, de um modo geral, para todas as algas e também outros seres vivos.

Por isso a necessidade de se aprofundar nos estudos sistemáticos dessas algas se faz mister, pois como elas são dotadas de uma grande plasticidade morfológica (e também ecológica), a taxonomia das cianofíceas é difícil e, portanto, a própria definição e compreensão dessas algas fica confusa. É prudente, portanto, não se fazer uma taxonomia isolada do contexto ecológico, limnológico ou ambiental de um modo geral.

Com relação a tipos de linhas prioritárias de pesquisas para estas algas, podem-se apontar as seguintes: a) coletas periódicas e intensivas de cianofíceas em todo o território nacional, visando-se a ter uma idéia geral das espécies presentes no nosso país. Para tanto, deve-se, sempre que possível, regionalizar essas coletas e organizar equipe específicas com recursos suficientes e pessoal treinado, para se responsabilizar por essa atividade. De preferência, esses setores devem abranger Estados ou, se possível, regiões botânicas (por exemplo: coletas nos cerrados, mata atlântica, e outras). E, em cada uma dessas regiões, explorar todos os ambientes: os lagunares, fluviais, edáficas, epifíticos e outros; b) trabalhos que englobem, concomitantemente, dados limnológicos, ecológicos e sistemáticos dessas algas, em áreas de abastecimento, lagoas de estabilização, represas e outros ambientes importantes do ponto de vista sanitário. Para tanto, deve-se também estimular a formação de grupos mistos de profissionais (exemplo: ecólogos e sistematistas; fisiólogos e sistematistas; limnologistas, sistematistas e ecó-

logos, e outros, para o tratamento e resolução de problemas ambientais, como forma de se promover a integração de profissionais de áreas distintas, e obterem-se, assim, resultados mais confiáveis e abrangentes; c) desenvolver pesquisas em taxonomia e fisiologia de espécies de cianofíceas da flora brasileira, importantes, por exemplo, para a fixação biológica do nitrogênio, e associadas a culturas de subsistência, como a do arroz irrigado; d) incrementar o número de laboratórios e pessoal especializado no cultivo de espécies de cianofíceas que possam vir a apresentar qualidades fisiológicas, ecológicas ou alimentares importantes.

Para que essas pesquisas possam ser realizadas, é necessário que se façam investimentos racionais na formação e treinamento de pessoal qualificado na identificação dessas algas, através de: a) estímulo à ida de pesquisadores para centros de excelência em taxonomia, no exterior, em busca de titulação, complementação e aperfeiçoamento profissional; b) facilidades para que profissionais da área possam participar de congressos internacionais; c) concessão de maior número de bolsas de estudos para estudantes de graduação, na área de taxonomia, para que vá ocorrendo um aumento progressivo do interesse em se dedicarem profissionalmente à sistemática de cianofíceas; d) investimento na compra de livros e periódicos estrangeiros especializados, principalmente, na parte de taxonomia dessas algas.

Enfim, em matéria de quantidade de serviço (não só de natureza taxonômica, mas também ecológica, limnológica, hidrobiológica, sanitária e outras) não se pode negar que é altamente promissor o futuro dos estudos de algas azuis no país! Cabe a nós, pesquisadores diretamente ligados a esse grupo de algas, e também aos outros colegas ficólogos e a toda a comunidade científica em geral, lutar e trabalhar cada vez mais para que toda a sociedade vá se conscientizando da importância para o país do estudo dessas algas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.A.M. 1979. Aspectos ecológicos do Lago Paranoá. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 85 p.
- ALVARENGA, L.C.F.; COELHO, A.C.S.; RICCI, C.N.; GOMES, L.A.L. & BARROS, H.M. 1979. Resultados preliminares dos trabalhos ecológicos realizados na Lagoa de Juturnaíba, Município de Araruama, Estado do Rio de Janeiro, criadouro natural de bivalves *Diplodon beskeanus* (Dunker, 1849) (Unio-

- noidea: Hyriidae) e **Anodontites trapesealis** (Lamarck, 1819) (Muteloidea: Mycetopodidae). Anais V Enc. Malac. Bras., Mosoró: 73-89, fig. 1-18, tab. 1-5.
- ANDRADE, R.M. 1953. Observações hidrobiológicas sobre o **Anopheles tarsimaculatus**, 1: relações com alguns organismos planctônicos. Revta bras. Malar. Doenc. trop., 5(1): 95-107.
- ANDRADE, R.M. 1956. Observações hidrobiológicas sobre o **Anopheles tarsimaculatus**, 3: distribuição, freqüência de ocorrência e densidade relativa de organismos planctônicos em alguns de seus biótopos. Revta bras. Marar. Doenç. trop., 8(3): 443-490, 1 mapa.
- ANDRADE, R.M. & RACHOU, R.G. 1954. Levantamento preliminar de organismos planctônicos em alguns criadouros de **Anopheles darlingi** no sul do Brasil. Revta bras. Malar. Doenç. trop., 6(4): 481-496.
- AZEVEDO, P., KAWAI, H. & VAZ, J.O. 1967. Estudo da limnologia e poluição da Represa Rio das Pedras para posterior avaliação da sua produção Piscícola. Revista DAE, 27(66): 48-76.
- BAPTISTA, R.N. 1980. Estudo da contribuição da alga cianofíceia **Nostoc muscorum** (C. Agardh), na fixação biológica do nitrogênio para a cultura do arroz irrigado (**Oryza sativa** L.). Trabalho para Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de São Paulo, 64 p.
- BICUDO, C.E.M. 1965. The genus **Borzia** Cohn ex Gomont in São Paulo, Brazil. Rickia, 2: 147-152, fig. 1-5.
- BICUDO, C.E.M. 1985. **Borzia** Cohn ex Gomont: only a hormogone or a true genus of blue-green algae? Arch. Hydrobiol. Suppl. 71(4): 489-493.
- BICUDO, C.E.M. & BICUDO, R.M.T. 1968. Index to the Brazilian cryptogamic literature. Rickia, 3: 239-263, fig. 1.
- BICUDO, C.E.M. & BICUDO, R.M.T. 1970a. Algas de águas continentais brasileiras: chave ilustrada para identificação de gêneros. Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

ros. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 228p., 430 fig.

BICUDO, C.E.M. & BICUDO, R.M.T. 1969. Algas da lagoa das Prateleiras, Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. *Rickia*, 4: 1-40, fig. 1-75.

BICUDO, C.E.M. & MARTAU, L. 1974. Catálogo das algas de águas continentais do Estado do Rio Grande do Sul, 2: Charophyceae, Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Rhodophyceae e Xanthophyceae. *Iheringia: sér. bot.*, 19: 31-40, fig. 1.

BICUDO, C.E.M.; MARTAU, L. & UNGARETTI, I. 1975. Catálogo das Algas de Águas Continentais do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Iheringia, sér. bot.*, 21: 71-80, 1 fig.

BICUDO, C.E.M. & SENNA, P.A.C. 1977. Morphological variation in *Oscillatoria* (Cyanophyceae) in the field and its taxonomical implications. *Arch. Hydrobiol, Suppl.* 51: 25-32.

BICUDO, C.E.M. & VENTRICE, M.R. 1968. Algas do Brejo da Lapa, Parque Nacional do Itatiaia, Brasil. *Anais 19º Congr. Soc. bot. Brasil, Fortaleza*. 30 p., 128 fig.

BICUDO, D.C.I. 1984. Interferência do hospedeiro como substrato na comunidade de algas epífitas do Lago das Ninfeas, São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de São Paulo. 265 p.

BICUDO, R.M.T. & BICUDO, C.E.M. 1970b. Index to the Brazilian cryptogamic literature: an additional list of references to the Brazilian fresh-water algae. *Rickia*, 5: 125-129.

BJÖRK, S. 1979. The lago Paranoá restoration project. Final report for CAESB (project BRA-2000), Brasília, 45 p.

BORGE, O. 1918. Die von Dr. A. Löfgren in São Paulo gessammelten Süßwasseralgen. *Ark. Bot.*, 15(13): 1-108, pl. 1-8.

BORGE, O. 1925. Die von F. C. Hoehne Während Der Expedition Roosevelt-Rondon Gessammelten Süßwasseralgen. *Ark. Bot.*,

19(17): 1-56, pl. 1-6.

BORNET, E. & GRUNOW, A. 1881. *Mazaea*, nouveau genre de algue de l'ordre des Cryptophyceés. Bull. Soc. bot. Fr., 28 (1881): 287-289, pl. 7.

BRANCO, S.M. 1961. Biologia dos rios Biritiba, Jundiaí e Taissupeba: previsões e sugestões sobre futuros problemas hidrobiológicos decorrentes do represamento. Revista DAE., 21(39): 69-74.

BRANCO, S.M. 1964. Biologia do tratamento de esgotos. Revista DAE, 25(55): 99-115.

BRANCO, S.M. 1966. Estudo das condições sanitárias da Represa Billings. Arq. Fac. Hig. S. Paulo, 20(1): 57-86.

BRANCO, S.M. 1967. Aspectos biológicos - plancton (cap. XIII). In Azevedo Netto, J.M., ed. Lagoas de estabilização. São Paulo: OPS-OMS (Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo). 7p.

BRANCO, S.M. 1971. Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo. Vol. 3, 825-1214p.

BRANCO, S.M. 1976. Análise de alguns aspectos e soluções prováveis para o Lago Paranoá. Revista DAE, 36(109): 38-45.

BRANCO, W.C. & BRANCO, S.M. 1971. Ensaio biológicos para avaliação do potencial poluidor de resíduos de indústrias de chapas de fibra vegetal. Revista DAE, 6º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, SP, 37p.

BRANCO, S.M.; BRANCO, W.C.; LIMA, H.A.S. & MARTINS, M. T. 1963. Identificação e importância dos principais gêneros de algas de interesse para tratamento de águas e esgotos. Revista DAE, 24 (48-50):1-50, fig. 1-142.

CALLEGARO, V.L.M.; ROSA, Z.M. & WERNER, V.R. 1981. Comunidades fitoplanctônicas das Lagoas de Tramandaí e do Arnerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

mazém Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, sér. bot., 28: 3-16.

CAMPOS, I.F.P. 1986. Estudo qualitativo das Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Lagoa Bonita, Brasília, DF. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 155p.

CARAUTA, J.P. & VIANNA, M.C. 1984. A Lagoa Rodrigo de Freitas: sinopse histórica e plantas marginais. Atas Soc. Bot. Bras. RJ, 2(6): 45-49.

CARDOSO, M.B. 1979. Ficoflórula da Lagoa de Estabilização de São José dos Campos, Estado de São Paulo, Brasil, exclusive Bacillariophyceae. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 230 p.

CARVALHO DE LA MORA, L. 1976. A bibliography of Brazilian freshwater blue-green algae publishing until 1974. Univ. Fed. Pern. Recife, sér., B, 4(2): 1-14.

CECY, I.I.T.; MOREIRA, I.M.V. & Hohmann, E. 1976. Estudo ficológico e químico-bacteriológico da água do tanque do passeio público de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. Bol. Mus. Bot. Mun. Curitiba, 25: 1-37.

CHAVES, C.M. 1978. Caracterização ecológica da autodepuração de lagos do Parque Zoológico de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 61p.

COELHO, R.M.P. 1983. Efeitos do zooplankton na composição qualitativa e quantitativa do fitoplankton no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 163p.

COELHO, R.M.P. & GIANI, A. 1985. Variação sazonais do fitoplankton e fatores físico-químicos da água do Reservatório do Paranoá, Brasília, DF. Ciência e Cultura, 37(12): 2000-2006.

CORDEIRO-NETO, O.M. & DUTRA-FILHO, D. 1981. O aporte de fósforo ao Lago Paranoá/Brasília. 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza, CE, 21 p.

- COUTINHO, R. 1982. Taxonomia, distribuição, crescimento sazonal, reprodução e biomassa das algas bentônicas no estuário da lagoa dos Patos (RS). Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, 232p.
- COUTINHO, R.; Neves, M.H.C.B. & SEELIGER, U. 1983. Taxonomy and seasonal occurrence of cyanophyta in the Patos Lagoon Estuary, Brazil. *J. Phycol.*, suppl., 19(2): 8.
- CRONBERG, G. 1977. The "Lago Paranoá" Restoration Project: Phytoplankton ecology and taxonomy. Final report to CAESB, Brasília (Project PAHO — World Health Organization, 76/PW/BRA/2000). 76p.
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1971. **O rio Guaíba: suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, s.p., il., tab. (GPOL).
- Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE). 1972. **O rio Gravataí: suas características físico-químicas e biológicas; suas indústrias e seus resíduos.** Porto Alegre. 73p., il., tab. (GPOL, 5).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1973a. **O rio Guaíba e seus contribuintes: o plâncton e os bentos.** Porto Alegre. 283p., il., tab. (GPOL, 6).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1973b. **Arroio Caracol: suas características físico-químicas e biológicas.** Porto Alegre, s.p., il., tab. (GPOL, 7).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1973c. **Estudo das águas represadas na Lomba do Sabão.** Porto Alegre. 27p., il., tab. (GPOL, 9).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1974a. **Manual para técnicos encarregados de plantas de tratamento de águas.** 103p., il. (CESB, 10).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1974b. **Ocorrência de superpopulação de organismos planctônicos no rio Guaíba e afluentes.** Porto Alegre. 18p., il., tab. (CESB, 11).
- Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1974c. O rio Guaíba; suas características físico-químicas e biológicas. Porto Alegre. 128p., il., tab. (CESB, 12).
- Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE). 1974d. As águas do rio Jacuí. Porto Alegre. 105p., il., tab. (CESB, 14).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1975a. Qualidade sanitária do rio dos Sinos. Porto Alegre. 108p., il., tab. (CESB, 16).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1975b. Distribuição fitoplanctônica nas águas da região metropolitana de Porto Alegre. Porto Alegre. 57p., il., tab. (CESB, 19).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1981a. A medida de clorofila "a" como índice de produtividade primária no rio Guaíba. Porto Alegre. 68p., il., tab. (CESB, 32).
- Departamento Municipal de Águas e Esgotos (DMAE). 1981b. As águas do rio Caí. Porto Alegre. 77p., il., tab. (CESB, 35).
- DE TONI, G.B. 1889. Sopra due Alghe Sud-Americane. *Malpighia*, 3: 67-68.
- DICKIE, G. 1981. Notes on algae from the Amazons and its tributaries. *J. Linn. Soc., sér. bot.*, 18(108): 123-132.
- DROUET, F. 1937. The Brazilian Myxophyceae, 1. *Am. J. Bot.*, 24: 598-608, fig. 1-2.
- DROUET, F. 1938. The Brazilian Myxophyceae, 2. *Am. J. Bot.*, 25: 657-666.
- DROUET, F. 1957. The Machris Brazilian Expedition. *Contr. Sci. Los Angeles*, 5: 1-2.
- DROUET, F.; PATRICK, R. & SMITH, L.B. 1938. A flora de quatro açudes da Paraíba. *Anais Acad. bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 10(2): 89-103.
- EDWALL, G. 1896. Índice das plantas do herbário da Comissão

- Geográfica e Geológica de São Paulo. Bolm. Comm. geogr. geol. S. Paulo Serv. met., 11: 51-215.
- ENNES, Y.M. 1971. O emprego das lagoas de estabilização em Minas Gerais. Anais 6º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG, 90p.
- FIDALGO, O. 1965. Índice para a literatura criptogâmica brasileira. *Rickia*, 2: 197-218.
- FISHER, T.R. 1979. Plankton and primary production in aquatic systems of the Central Amazon Basin. *Comp. Biochem. Physiol.*, 62A: 31-38.
- FRANCESCHINI, I.M. 1983. Levantamento das Nostocophyceae do Rio Seco, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 157p.
- FREITAS, J.S. 1983. Variação sazonal e distribuição vertical de micro-crustáceos planctônicos no lago Paranoá, DF. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. 110p.
- GESSNER, F. & KOLBE, R.W. 1934. Ein Beitrag zur Kenntnis der Angelflora der unteren Amazonas. *Ber. dt. bot. Ges.*, 52(3): 162-169.
- GIAMPÀ, C.L.; LIGUORI, M. & ROCHA, A.A. 1978. Qualidade da água no Rio Tietê, São Paulo. Um programa de amostragem. *Revista DAE*, 38(116): 78-81.
- GIANESELLA-GALVÃO, S.M.F. 1981. Produção primária e suas relações com alguns fatores físico-químicos em reservatórios do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 290p.
- GIANI, A. 1984. Distribuição Horizontal do Fitoplancton e Zooplancton no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 148p.
- GIANI, A. & PINTO-COELHO, R.M. 1986. Contribuição ao conhecimento das algas fitoplanctônicas do reservatório do Paranoá, Brasília, Brasil: chlorophyta, euglenophyta, pirrophyta e Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

schizophyta. Revta brasil. Bot. 9: 45-62.

GOLDSTEIN, E.G.; PEREIRA, D.N.; PIVA, S.A.E. & PING, C.Y. 1979. Eficiência dos Métodos de Concentração de Amostras de Fitoplankton. Revista DAE, 39(122): 59-61.

HARIOT, P. 1891. Quelques algues du Brasil et du Congo. Nuova Notarisia, 6(24): 1217-1220.

HENRY, R. 1977. Ciclo sazonal e variações diurnas de fatores ecológicos e plancton da Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 215p.

HINO, K. 1979. Análise qualitativa e quantitativa do microfitoplankton da Reserva do Lobo ("Broa"). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 119p.

HINO, K. & TUNDISI, J. 1977. Atlas de algas da Represa do Broa. Univ. Fed. S. Carlos, Centro de C. Biológ. e da Saúde, Depto. de Biol., sér. Atlas, vol. II, p. 1-143, pl. 1-33.

HINO, K.; TUNDISI, J.G. & REYNOLDS, C.S. 1986. Vertical distribution of phytoplankton in a stratified lake (Lago Dom Hélcio, Southeastern Brazil) with special reference to the metalimnion. Jpn. J. Limnol., 47(3): 239-246.

HOEHNE, F.C. & KUHLMANN, J.G. 1951. Índice bibliográfico e numérico das plantas colhidas pela Comissão Rondon ou Comissão de Linhas Telegráficas, Estratégicas de Mato Grosso ao Amazonas, de 1908 até 1923. Secretaria da Agricultura, São Paulo, 400p.

HONDA, E.M.S. 1979. Alimentação e reprodução de *Pseudocurimata gilberti* (Quoy & Gaimard, 1824) do Rio Cachoeira, Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 89p.

HUSZAR, V.L.M. 1977. Contribuição ao conhecimento das algas planctônicas do Lago da Barragem Santa Bárbara, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 143p.

- HSZAR, V.L.M. 1979. Ocorrência e distribuição sazonal de algas planctônicas do Lago da Barragem Santa Bárbara, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revta. Brasil. Bot.* 2: 149-154.
- HUSZAR, V.L.M. 1985. Algas planctônicas da Lagoa de Juturnaíba, Araruama, RJ, Brasil. *Revta. brasil. Bot.* 8:1-19.
- HUSZAR, V.L.M.; DIAS, I.C.A. & SOPHIA, M.G.L. 1980. Bibliografia das Algas Continentais do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Bol. Mus. Nac., Botânica*, 58: 1-8.
- JOLY, A.B. 1963. Gêneros de algas de água doce da cidade de São Paulo e arredores. *Rickia*, supl. 1: 1-188, fig. 1-125.
- KAWAI, H. & BRANCO, S.M. 1969. Estudo sobre as relações entre despejos domésticos e industriais da Região da Grande São Paulo e a Eutrofização do Reservatório Billings. *Revista DAE*, 29(71): 1-12.
- KAWAI, H.; YANO, T. & CHINEZ, S.J. 1976. Caracterização das condições sanitárias atuais da Represa Billings em vista do balanço de matéria orgânica e oxigênio dissolvido. CETESB, 15º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária, Buenos Aires, 65p.
- KLEEREKOPER, H. 1939. Estudo limnológico da Represa de Santo Amaro em São Paulo. *Bolm Fac. Filos. Cienc. Univ. S. Paulo: sér. bot.*, São Paulo, 17:1-151, fig. 1-83.
- KLEEREKOPER, H. 1941. Estudo limnológico da Bacia do Rio Mogi-Guaçu. 1: Observações limnológicas sobre a Represa da Estação Experimental de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura em Emas, Estado de São Paulo. Ministério da Agricultura, 1-39p., pl. 1-4.
- KLEEREKOPER, H. 1944. Introdução ao estudo da limnologia. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. Vol. 1, p. 1-329, fig. 1-15 (Série Didática nº 4).
- KLEEREKOPER, H. 1955. Limnological observations in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. *Arch. Hydrobiol.*, 50: 533-567.
- Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

- KOLKWITZ, R. 1933. Zur ökologie der Pflanzenwelt Brasiliens. Ber. dt. bot. Ges., 51(9): 396-406, pl. 10-12, 1. fig.
- KÜTZING, F.T. 1849. Species algarum. Lipsiae: F.A. Brockhaus. vi + p. 1-922.
- KÜTZING, F.T. 1850-1852. Tabulae phycologicae oder Abbildungen der Tange. Nordhause: às expensas do autor. Vol. 2, p. 1-37, pl. 1-100.
- LINCOLN, G.C.; LIMA, V.M.Q.G. de & SHANMUGAM, K.T. 1986. Transferência de genes, por conjugação, em cianobactéria filamentosa. Resumos SBPC, 38ª Reunião (no prelo).
- LINDMARK, G. 1977. The Lago Paranoá restoration project. Biossays - field and laboratory experiments and phytoplankton productivity. Final Report to CAESB, Brasília. (Project PAHO/WHO/77/BRA/2341/04). 80p.
- LINDMARK, G. 1979. Phosphorus as growth-controlling factor for phytoplankton in Lago Paranoá, Brasília. Limnologiska Institutionen Lunds Universitet, 50p.
- LOBO, E. & BUSELATO-TONIOELLI, T.C. 1985. Tempo de exposição de um substrato artificial para o estabelecimento da comunidade do perifiton no curso inferior do Rio Caí, RS, Brasil. Rickia 12: 35-51.
- MARTIUS, K.E.P.; ESCHWEILER, F.G. & NEES AB ESENBECK, C.G. 1833. Flora brasiliensis, seu enumeratio plantarum in Brasilia tam sua sponte quam accende cultura provenientium, etc. Algae, Lichenes, Hepaticae. Stuttgartiae & Tubingae: Sump-tibus J.G. Cottae. Vol. 1(1): i-iv + 1-390 p.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; HINO, K. & CLARO, S.M. 1981. Limnological studies at 23 reservoir in Southern part of Brazil. Verh. Internat. Verein. Limnol., 21: 1040-1047.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; HINO, K. & ROCHA, O. 1986. Características limnológicas da Lagoa do Taquaral (Campinas, SP) — um ambiente hipereutrófico. Ciência e Cultura 38(3): 420-425.

- MÖBIUS, M. 1889. Bearbeitung der von H. Schenk in Brasilien gessammelten Algen. *Hedwigia*, 28(5): 309-347, pl. 10-11.
- MÖBIUS, M. 1892. Ueber einige brasilianische Algen. *Ber. dt. bot. Ges.*, 10:17-26, pl. 1.
- MÖBIUS, M. 1895. Ueber einige brasilianische Algen. *Hedwigia*, 34: 173-180, pl. 2.
- MOREIRA FILHO, H. & MOREIRA, I. M. V. 1972. Observações sobre algas em águas de abastecimento. *Trib. farm.*, 40(1-2): 14-27, fig. 1-25.
- MOURA, V. P.; RIBEIRO, M. A. & COLARES, S. A. 1979. Variação anual de Biomassa de fitoplankton nos Lagos Paranoá, Descoberto e Santa Maria, do Distrito Federal. 10º. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Manaus, AM, 37 p.
- NECCHI, Jr., O. & SANT'ANNA, C. L. 1986. Taxonomic study of some Chamaesiphonales (Cyanophyceae) from the State of São Paulo, southeastern Brazil. *Revta. brasil. Bot.* (no prelo).
- NEVES, M. H. B. 1983. Flora Ficológica da Lagoa hipersalina de Araruama (Estado do Rio de Janeiro — Brasil), 2: Cyanophyceae. *Publ. Inst. Pesq. da Marinha*, nº. 149, p. 1-19.
- OLIVEIRA, B. A. D. 1976. Contribuição ao estudo taxonômico das cianofíceas heterocistadas continentais do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Livre-Docência, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 130 p.
- OLIVEIRA, B. A. D. 1978. Contribuição ao estudo taxonômico das cianofíceas filamentosas da região de São José do Rio Preto — SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 79 p.
- OLIVEIRA, B. A. D.; BICUDO, C. E. M. & NECCHI, O. 1982. Considerações taxonômicas sobre as espécies do gênero *Westiellopsis* Janet (Stigonemataceae). 33º. Congresso Nacional de Botânica do Brasil, Resumos: p. 115.

- OLIVEIRA, B. A. D., FALEIROS, R. R. S. & NECCHI JÚNIOR, O. 1982. Estudo comparativo da eficiência de fixação de nitrogênio atmosférico por algumas espécies de cianofíceas heterocistadas. *Vegetalia*, 23: 1-15.
- OLIVEIRA, D. B. F. 1986. Microfitoplancton do Estuário do Rio Potengi. *Bol. Pesq., EMPARN*, 14: 1-30.
- OLIVEIRA, L. P. H.; ANDRADE, R. M. & NASCIMENTO, R. 1951. Contribuição ao estudo hidrobiológico dos criadouros dos *Anopheles tarsimaculatus* Goeldi, 1905 (= *Anopheles aquasalis* Curry, 1932) na baixada Fluminense. *Revta. bras. Malar. Doenç. Trop.*, 3(2): 149-247, fig. 1-18.
- OLIVEIRA, L. P. H. & KRAU, L. 1970. Hidrobiologia geral aplicada particularmente a veiculadores de Esquistossomos: hiperutrofia, mal moderno das águas. *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, 68(1): 89-118.
- OLIVEIRA, L. P. H.; KRAU, L. & MIRANDA, L. 1957. Observações hidrobiológicas e mortandade de peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas. *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, 55(2): 211-271, fig. 1-11.
- OLIVEIRA, L. P. H.; KRAU, L. & NASCIMENTO, R. 1953. Observações hidrobiológicas na cisterna da ilha do Pinheiro. *Mems Inst. Oswaldo Cruz*, 51: 377-416, fig. 1-14.
- OLIVEIRA, L. P. H.; KRAU, L.; NASCIMENTO, R. & MIRANDA, A. 1967. Plancton e hidrobiologia sanitária de tanques tropicais com dáfnias e rotíferos. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 65(2): 115-147.
- OLIVEIRA, L. P. H., NASCIMENTO, R.; KRAU, L. & MIRANDA, A. 1955. Observações biogeográficas e hidrobiológicas sobre a lagoa de Maricá. *Mems. Inst.. Oswaldo Cruz*, 53(2-4): 171-227, fig. 1-18.
- OLIVEIRA, L. P. H.; NASCIMENTO, R.; KRAU, L. & MIRANDA, A. 1957. Observação hidrobiológica e mortandade de peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 55(2): 211-276.

- OLIVEIRA, L. P. H.; NASCIMENTO, R.; KRAU, L. & MIRANDA, A. 1959. Observações hidrobiológicas sobre a mortalidade de peixes na Lagoa de Camorim. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 57(2): 115-125.
- OLIVEIRA, L. P. H.; NASCIMENTO, R.; KRAU, L. & MIRANDA, A. 1962. Observações ecológicas sobre *Brachionus plicatilis* Mueller, em águas tropicais, salobras e mesossapróbicas (Rotatoria). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 60 (2): 155-163.
- OLIVEIRA, L. P. H.; NASCIMENTO, R. & MIRANDA, A. S. A. 1959. Estudos sobre o fósforo em algumas lagoas do Rio de Janeiro. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 57(2): 127-136.
- PALMER, C. M. 1960. Algas e suprimento de águas na área de São Paulo. Revista DAE, 21(37): 11-15.
- PAULA, J. E.; DORNELLES, L. D. C. & ALBUQUERQUE, J. S. L. 1982. Vegetação aquática e ciliar da Bacia do Lago Paranoá e sua relação com a vida da ictiofauna (área do Cerrado). Bol. Téc. IBDF, 7: 39-85.
- PEIXOTO, J. A. & HUSZAR, L. M. 1983. Algumas espécies de algas da Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro. Bul. Museu Nac., 67: 1-8.
- PEREIRA, H. A. S. L. 1970. Uso de algicida em águas de abastecimento. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 39 p.
- PEREIRA, H. A. S. L. 1978. Contribuição ao conhecimento da ação algicida do sulfato de cobre, em especial sobre a cianofíceia *Microcystis flos-aquae* (Wittrock) Kirchner. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 86 p.
- PONTES, M. C. S. 1980. Produção primária, fitoplâncton e fatores ambientais no Lago D. Helvécio, Parque Florestal do Rio Doce, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 293 p.
- PUIGGARI, J. I. 1881. Noticia sobre algumas Cryptogamas nuevas en Apiahy, provincia de San Pablo en el Brasil. An. Soc. cient. Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

argent., 11(5): 201-216.

RENNÓ, L. R. 1958. Aspectos fitolimnéticos da Represa da Pampulha. Bolm Agric. Dep. Prod. veg., 7(3-4): 11-48, fig. 1-30.

REYNOLDS, C. S.; TUNDISI, J. G. & HINO, K. 1983. Observations on a metalimnetic *Lyngbya* population in a stably stratified tropical lake (Lagoa Carioca, Eastern Brasil). Arch. Hydrobiol. 97(1):7-17.

RIBEIRO, J. S. B. 1978. Fatores ecológicos, produção primária e fitoplankton em cinco lagos da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 143 p.

ROCHA, A. A. 1980. Limnologia, recreação e pesca nas represas da CESP. Engenharia Sanitária, 19(3): 336-337. (Caderno Técnico).

ROCHA, A. A. & BRANCO, S. M. 1985. O nitrogênio e fósforo como fatores limitantes ao desenvolvimento de algas cianofíceas na Represa Billings. Revista DAE, 45(141): 156-158.

ROCHA, A. A.; MEICHES, L. A. M. & LIMA FILHO, R. A. 1986. A qualidade sanitária e a recreação na Represa Billings. Revista DAE, 46(144): 48-51.

ROCHA, A. A. & NARDUZZO, M. 1975. Aspectos ecológicos dos lados do Parque Zoológico de São Paulo. Revista DAE, 35(103): 45-51.

ROCHA, A. J. A. 1979. Sucessão do Perifíton em substrato artificial em 2 lagos de Brasília (DF). Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 89 p.

ROQUE, R. 1980. Aspectos ecológicos sanitários e o fitoplankton na Represa Billings. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 87 p.

ROSA, Z. M.; AGUIAR, L. W. & CORTE REAL, M. 1974. Nota sobre gêneros de algas continentais do Município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia: sér. bot., 19: 53-62, p. 1-2, 1 mapa.

- SAAD, A. A. 1971. Algas de água doce do Estado de Goiás — I (mimeografado pelo autor, p. 1-67, fig. 1-183).
- SANT'ANNA, C. L. 1984. Flora de Cyanophyceae associada a Briófitas, Município de Campina Verde, MG. Rickia 11: 129-142, fig. 1-68.
- SANT'ANNA, C. L.; BICUDO, R. M. T. & PEREIRA, H. A. S. L. 1983. Nostocophyceae (Cyanophyceae) do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil. Rickia 10: 1-27, 83 fig.
- SANT'ANNA, C. L.; PEREIRA, H. A. S. L. & BICUDO, R. M. T. 1978. Contribuição ao conhecimento das Cyanophyceae do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil. Rev. Biol., 38(2): 321-337.
- SANT'ANNA, C. L. & SILVA, S. M. F. 1986. *Capsosira brasiliensis*, a new species of Capsosiraceae (Cyanophyceae) from southeastern Brazil. Cryptogamie: sér. Algologie (no prelo).
- SCHMIDLE, W. 1901. Algen aus Brasilien. Hedwigia, 40(1): 45-54, pl. 3-4.
- SCHMIDT, G. W. 1973. Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters, 3: primary productivity of phytoplankton in a tropical Flood-Plain lake of Central Amazonia, Lago do Castanho, Amazonas, Brazil. Amazoniana, 4(4): 379-404.
- SCHMIDT, G. W. 1982. Primary production of phytoplankton in the three types of Amazonian waters. V. Some investigations on the phytoplankton and its primary productivity in the clear water of the lower Rio Tapajoz (Pará, Brazil). Amazoniana, 7(3): 335-348.
- SCHMIDT, G. W. & UHERKOVICH, G. 1973. Zur Artenfülle des Phytoplanktons in Amazonien. Amazoniana, 4(3): 243-252, tab. 1-6.
- SCHROEDER-ARAÚJO, L. T. 1980. Alimentação dos peixes da Represa de Ponte Nova, Alto Tiete. Tese de doutoramento, Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

Universidade de São Paulo, 88 p.

SCHULTZ, A. R. 1952. Estudo balneo-biológico dos lodos termo-minerais do Município de Irajá. Inst. Technol. R. G. Sul, 22: 1-22, fig. 1-4.

SENA, O. L. S. 1969. Lagoas de estabilização: início de seu uso no Brasil. Revta Saneam., 36(10-12): 39-70.

SENNA, P. A. C. 1979. Cyanophyceae da Lagoa de Estabilização de São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 116 p.

SENNA, P. A. C. 1982. Nostocophyceae do Município de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 249 p.

SENNA, P. A. C. 1983. Nomenclatural changes in the Brazilian Nostocophyceae. Taxon 32(3): 467-468.

SENNA, P. A. C. & FERREIRA, L. V. 1986. Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil. Parte I — Famílias Chroococcaceae e Oscillatoriaceae. Revta brasil. Bot. 9: 91-108.

SILVA, M. O. S. A. 1977. Tanques sépticos e lagoas de estabilização — aspectos operacionais. Anais IX Congresso Brasileiro Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG, 4: 209-149.

SOMMER, C. H. 1977. Produção primária do fitoplâncton na Represa Lomba do Sabão. Viamão, RS. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 41 p.

STANKIEWICZ, E. H. 1980. Flórmula no conteúdo estomacal do *Pseudocurimata gilberti* (Quoy & Gaimard, 1824). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 235 p.

THOMASSON, K. 1971. Amazonian algae. Mém. Inst. r. Sci. nat. Belg.: sér. 10, 86: 1-57.

THOMASSON, K. 1977. Two conspicuous desmids from Amazo-

nas. Bot. Notiser, 130: 41-51, pl. 1-6.

TOLEDO, L. G. 1986. Estudo anual da produção primária do fitoplankton e dos fatores limnológicos no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 96 p.

TORGAN, L. C. BUSELATO, T. C. & FERRAZ, G. C. 1981. Floração de *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Born. et Flah. (Cyanophyceae) na Represa de Itaúba, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, 26: 45-64.

TORGAN, L. C.; MENEGHETI, J. O. & SILVA, S. M. A. 1979. Contribuição ao estudo do fitoplankton do Rio Caf, Rio Grande do Sul, Brasil. Anais do 30º. Congresso da Sociedade Botânica do Brasil. Cuiabá, MT, p. 141-150.

TUNDISI, J. G. 1977. Produção primária, "standing-stock", fracionamento do fitoplankton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos). Tese de Livre-Docência, Universidade de São Paulo, 409 p.

TUNDISI, J. G. & HINO, K. 1981. List of species and growth seasons of phytoplankton from Lobo (Broa) reservoir. Rev. Brasil. Biol., 41 (1): 63-68.

UHERKOVICH, G. 1976. Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajós. Amazoniana, 5(4): 465-515, p. 1-6.

UHERKOVICH, G. & FRANKEN, M. 1980. Aufwuchsalgen aus Zentralamazonischen Regewalolbächen. Amazoniana, 7(1): 49-79.

UHERKOVICH, G. & RAI, H. 1979. Algen aus dem Rio Negro und seinen Nebenflüssen. Amazoniana, 6(4): 611-638.

UHERKOVICH, G. & SCHMIDT, G. W. 1974. Phytoplankton taxa in dem zentralamazonischen Schwemmlandsee Lago do Castanho. Amazoniana, 5(2): 243-283, fig. 1-108.

VICTORETTI, B. A. 1964. Contribuição ao emprego de lagoas de estabilização como processo para depuração de esgotos domésticos. Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.): 1-32, dezembro 1987

- ticos. Tese de Livre-Docência, Universidade de São Paulo, 160 p.
- VIEIRA, A. A. H. & TUNDISI, J. G. 1979. Notas sobre o cultivo de algumas espécies de algas de água doce. *Rev. Brasil. Biol.*, 39(3): 703-706.
- XAVIER, M. B. 1979. Contribuição ao estudo da variação sazonal do fitoplâncton na Represa Billings, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 146 p.
- XAVIER, M. B. 1981a. Represa Billings, São Paulo 1: Fitoplâncton e características físicas da água. *B. Inst. Pesca*, 8: 23-46.
- XAVIER, M. B. 1981b. Represa Billings, São Paulo, 2: Variação sazonal do fitoplâncton. *B. Inst. Pesca*, 8: 47-64.
- XAVIER, M. B.; MONTEIRO JÚNIOR, A. J. & FUJIARA, L. P. 1985. Limnologia de Reservatórios do Sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VII. Fitoplâncton. *B. Inst. Pesca* 12 (1): 145-186.
- YUNES, J. S. 1984. Studies on the diurnal pattern of nitrogen fixation in *Gloeotheca*. Dissertação de Mestrado, University College of Swansea, 75 p.
- WARMING, E. 1892. Lagoa Santa: et Bidrag til den Biologiske Plantegeografi. *K. Danske Vidensk. Selsk. Skr: nat. math.*, Kjöbenhavn, 6(3): 153-488, fig. 1-43.
- WERNER, V. R. 1984. Cyanophyceae (= Nostocophyceae) planctônicas da Lagoa de Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil: contribuição à taxonomia. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 118 p.
- WILLE, N. 1884. Bidrag til Sydamerikas Algflora, 1-3. *Bih. K. Svenska Vetenskadad. Handl.*, Stockholm. 8(18): 1-64, pl. 1-3.
- WITTROCK, V. B. & NORDSTEDT, C. F. O. 1880. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis*

marinis chlorophyllaceis it phycochromaceis. Upsaliae, Holmiae, Stockholmiae O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 7-8.

WITTROCK, V. B. & NORDSTEDT, C. F. O. 1882. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis*. Upsaliae, Holmiae, Stockholmiae O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 9-10.

WITTROCK, V. B. & NORDSTEDT, C. F. O. 1883. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis*. Upsaliae, Holmiae, Stockholmiae O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 11-12.

WITTROCK, V. B. & NORDSTEDT, C. F. O. 1884. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis*. Upsaliae, Holmiae, Stockholmiae O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 13-14.

WITTROCK, V. B. & NORDSTEDT, C. F. P. 1886. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis*. Upsaliae, Holmiae, Stockholmiae O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 15-17.

WITTROCK, V. B.; NORDSTEDT, C. F. O. & LAGERHEIM, G. 1893. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis*. Stockholmiae, Lundae, O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 22.

WITTROCK, V. B.; NORDSTEDT, C. F. O. & LAGERHEIM, G. 1896. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis*. Stockholmiae, Lundae, O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 26-29.

WITTROCK, V. B.; NORDSTEDT, C. F. O. & LAGERHEIM, G. 1903. *Algae aquae dulcis exsiccatae praecipue scandinavicae*.
Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):1-32, dezembro 1987

quas adjectis algis marinis chlorophyllaceis et phycochromaceis. Stockholmiae, Lundae, O. L. Svanbäcks Boktryckeri Aktiebolac. Fasc. 30-34.

ZELLER, G. 1876-1877. Symbolae ad floram Brasiliae centralis cognoscendam, Edit. Eug. Warming, 22. Vidensk. Meddr dansk naturh. Forne, Kjöbenhavn, 1876: 426-432.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece às seguintes pessoas: À Dra. Célia L. Sant' Anna e ao Dr. Carlos E. M. Bicudo, ambos do IBt (SP), pelas valiosas informações pessoais fornecidas, pela leitura do manuscrito, comentários e por permitir o uso das suas bibliotecas particulares; ao Dr. John D. Hay (UnB) pela versão ao inglês do resumo; à Profa. Flory C. Senna, pela correção gramatical do texto.

QUIMIOSSISTEMÁTICA DE PHAEOPHYTA: OBJETIVOS E PERSPECTIVAS

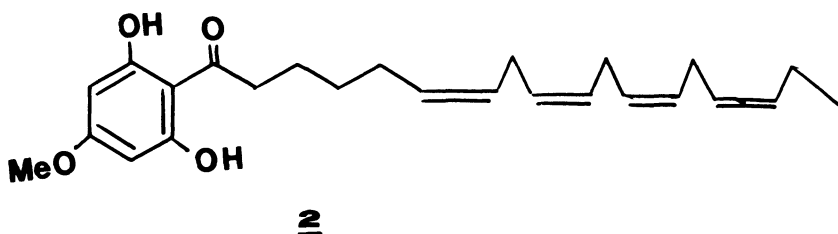
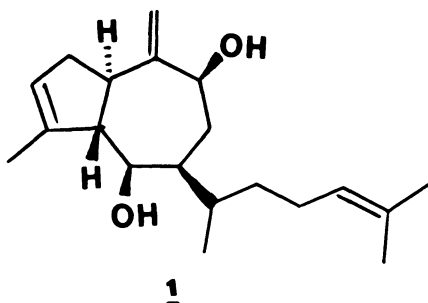
Valéria Laneuville TEIXEIRA *
Alphonse KELECOM * *
Otto Richard GOTTLIEB *

A Divisão Phaeophyta é constituída de cerca de duzentos e cinquenta gêneros, totalizando mais de mil e quinhentas espécies (BOLD & WYNNE, 1978).

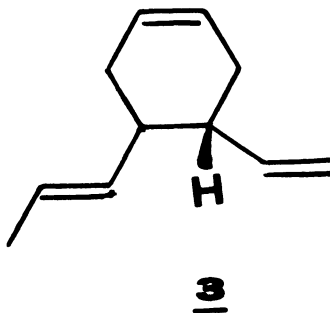
São algas pardas, quase exclusivamente marinhas, litofíticas, mais raramente epifíticas, e em grande número de espécies nas águas temperadas e frias, ROUND (1981). Segundo Wynne e Loiseaux (1976), as algas pardas da Classe única Phaeophyceae, podem ser divididas em treze ordens. Destas, destacam-se os representantes das Ordens Dictyotales e Fucales, típicos de mares tropicais e subtropicais, sendo prolíficas na produção de substâncias terpenoídicas (e. g. 1) e fenólicas (e.g. 2), (FAULKNER, 1977; GLOMBITZA, 1977).

* Instituto de Química, Universidade de São Paulo, Cidade Universitária, C. P. 20.780, 01000, São Paulo, SP.

* * Laboratório de Produtos Naturais Marinhos, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal Fluminense, C. P. 183, 24000, Niterói, RJ.



Pesquisas recentes têm demonstrado que tais produtos fazem parte de uma estratégia presumivelmente defensiva frente à predação por herbívoros, (FENICAL, 1980; KELECOM & TEIXEIRA, 1986). Se a ação defensiva dos metabólitos secundários de macroalgas marinhas tem sido proposta, certamente nem todos os produtos isolados tem apresentado atividade antiherbívoria. Alguns, tais como hidrocarbonetos odoríferos conhecidos em vários gêneros de Phaeophyceae (e.g.3), estão envolvidos em outras funções vitais, atuando como feromônios sexuais, JAENICKE (1977).



Observações realizadas recentemente têm demonstrado que os representantes tropicais e subtropicais, particularmente Dictyotales e Fucales, são os principais produtores de substâncias biológica-

mente ativas. Espécies do mesmo gênero, como por exemplo, **Cystoseira** (Cystoseiraceae, Fucales), porém de distribuição restrita às regiões frias e temperadas não tem exibido tais propriedades, (FENICAL, 1980).

Portanto, os metabólitos secundários mais abundantes das algas marinhas parecem estar relacionados com o controle da atividade predatória. Esta hipótese está de acordo com as teorias desenvolvidas na correlação entre grande diversidade de predadores e produção de defesas químicas. Os mares tropicais e subtropicais, com grande diversidade de herbívoros, devem apresentar, portanto, um elevado número de espécies produtoras de substâncias com propriedade defensiva, atuando como repelentes ou toxinas, (KELECOM & TEIXEIRA, 1986; TEIXEIRA, 1985).

A possibilidade de utilização de metabólitos secundários de origem marinha nas indústrias farmacêuticas tem estimulado vários programas visando a obtenção de novas substâncias bioativas a partir de inúmeros organismos. As algas têm sido alvo de intensas pesquisas em Farmacologia Marinha, (RINEHART Jr. et al., 1981). Destas, as algas pardas têm constituído o grupo mais promissor como fonte de substâncias antimicrobianas e de atividade anti-neoplásica, (TEIXEIRA et al., 1985).

Em contraste com a abundante literatura sobre as algas do Atlântico Norte, Pacífico e do Mar Mediterrâneo, a Flora marinha do Brasil não tem merecido ainda a devida atenção dos pesquisadores da área de Produtos Naturais. O Brasil apresenta mais de quinhentas espécies de algas marinhas bentônicas, se contarmos apenas aquelas pertencentes às divisões Chlorophyta, Phaeophyta e Rhodophyta. Embora as algas pardas apresentem uma riqueza de espécies menor que as verdes e vermelhas, constituem o grupo mais representativo em termos de biomassa, (OLIVEIRA FILHO, 1977). Tal fato, constitui um dado primordial para posterior utilização de uma espécie com a finalidade de extração de substâncias naturais para a indústria.

Assim, a partir de 1984, nosso grupo iniciou o estudo fitoquímico da alga parda **Dictyota cervicornis** Kützting (Dictyotales), espécie muito abundante na costa brasileira. Deste trabalho foram isolados e caracterizados quatorze diterpenos dos tipos dolastano e seco-dolastanos, esqueletos carbônicos exclusivamente marinhos (KELECOM & TEIXEIRA, 1987; TEIXEIRA et al., 1986a; TEIXEIRA et al., 1986b).

Além disso, como vários autores propuseram os diterpenos de **Dictyota** como potenciais marcadores taxonômicos fornecemos

dados para seu uso em Quimiosistemática (TEIXEIRA & KELECOM, 1987). Para tal, utilizamos as técnicas desenvolvidas no Brasil por GOTTLIEB (1982) e dados existentes na literatura sobre taxonomia baseada em critérios morfológicos. Os resultados possibilitaram a compreensão da posição taxonômica de várias espécies do gênero (TEIXEIRA & KELECOM, 1987).

Numa segunda fase, abordamos a aplicação da Quimiosistemática em nível hierárquico mais alto: a Divisão Phaeophyta.

A confusão que se verifica na literatura quanto a posição dos membros da Divisão Phaeophyta, deve-se à sua plasticidade morfológica e às variações no ciclo de vida dentro do grupo (BOLD & WYNNE, 1978).

Nosso projeto atual tem como principais objetivos: descrever e caracterizar o perfil químico da Divisão Phaeophyta, grupo muito importante na Flora Marinha Brasileira e de diversos problemas taxonômicos; propor possíveis marcadores taxonômicos para as diferentes ordens e famílias da divisão, cujo limite de separação encontra-se bastante confuso; tentar esclarecer as diferentes relações de afinidade entre as ordens e famílias das Phaeophyceae; procurar interpretar a Evolução dentro do grupo; comparar a origem e o desenvolvimento das algas pardas com as demais divisões de algas e vegetais; verificar possíveis padrões de distribuição geográfica dos metabólitos secundários presentes em seus representantes.

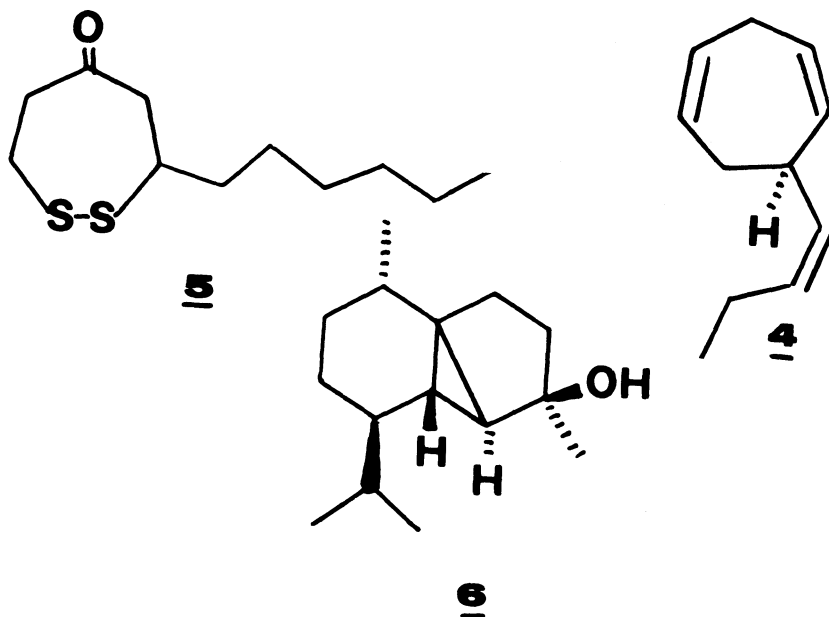
As substâncias isoladas das espécies de Phaeophyceae relatadas na literatura são divididas em grupos biogenéticos. Cada substância pertencente a cada um desses grupos é, então, examinada com respeito à sua estrutura, nível de oxidação e outras características. Dentro de cada ordem ou família, procuramos investigar aqueles produtos mais característicos, relacionando-os com a sua função na adaptação da alga ao ambiente.

A Figura 1 ilustra as diversas etapas de desenvolvimento do trabalho, partindo do levantamento bibliográfico à quantificação dos dados. Para tal, utilizamos as técnicas estatísticas desenvolvidas por GOTTLIEB (1982), que levam a caracterização de cada taxon através de sua constituição química. Finalmente, tentamos traçar relações evolutivas e geográficas entre os taxons.

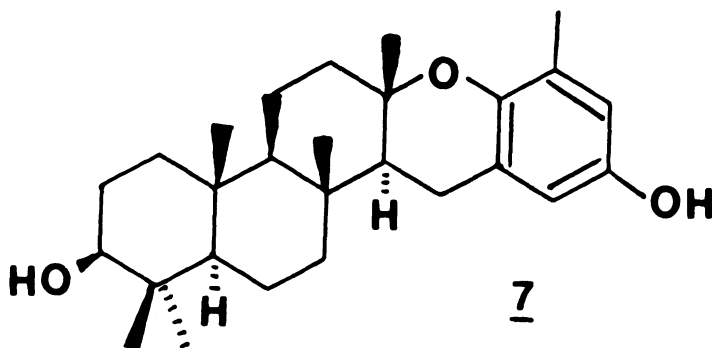
De todas as ordens, a Dictyotales é a única que temos informações completas (até dezembro de 1986). Os representantes desta ordem têm se revelado uma fonte excepcional de substâncias biologicamente ativas. Três grupos podem ser reconhecidos quimicamente nesta ordem: o grupo "Dictyopteris", o grupo "Taonia"

e o grupo "Dictyota". A grande diferença entre a composição química destes grupos sugere a possibilidade de divisão da ordem.

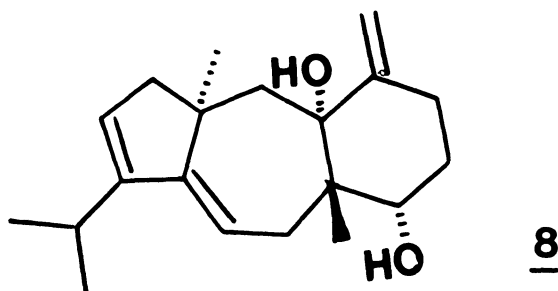
O grupo "Dictyopteris" produz hidrocarbonetos odoríferos (e.g.4), compostos contendo enxôfre (e.g.5), sesquiterpenos de origem biossintética mista ou não (e.g.6). Deste grupo fazem parte apenas as espécies do gênero **Dictyopteris**.



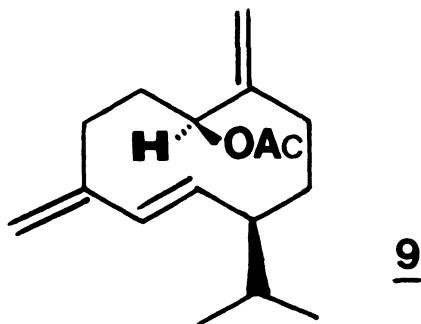
O grupo "Taonia" compreende dois gêneros produtores de diterpenos de origem biossintética mista: **Taonia** e **Stypopodium** (e.g.7). Tais terpenos assemelham-se aqueles observados em certas espécies de Fucales. Futuras investigações poderão esclarecer tal semelhança.



O grupo "Dictyota" consiste de plantas morfológicamente semelhantes pertencentes aos gêneros *Dictyota*, *Dilophus*, *Glossophora*, *Pachydictyon*, *Spatoglossum* e *Stoechospermum*, todas produtoras de diterpenos mono, bi ou policíclicos, com esqueletos exclusivos de organismos marinhos (e.g. 8).



O gênero *Dilophus*, pertencente a este grupo pela presença de inúmeros diterpenos, difere dos demais pela produção de sesquiterpenos (e.g. 9), o que lhe confere características consoantes com o grupo "Dictyopteris".



Examinando as demais famílias da Divisão Phaeophyta, iniciamos o levantamento bibliográfico sobre as substâncias isoladas, até o momento, das diversas espécies.

Foram obtidas, até agora, informações acerca de 500 substâncias pertencentes à gêneros das ordens Ectocarpales, Desmarestiales, Fucales, Cutleriales, Laminariales e Sphacelariales.

A Divisão Phaeophyta tem apresentado um quadro muito distinto. Hidrocarbonetos odoríferos, atuando como feromônios sexuais, são observados em quase todas as ordens mencionadas anteriormente, assim como substâncias fenólicas. Os terpenóides foram

investigados em Dictyotales e em Fucales. Esta situação se deve, talvez, à escassez de trabalhos fitoquímicos disponíveis sobre muitos gêneros e, até mesmo, famílias. No entanto, os dados existentes não invalidam a abordagem quimiosistemática em algas pardas.

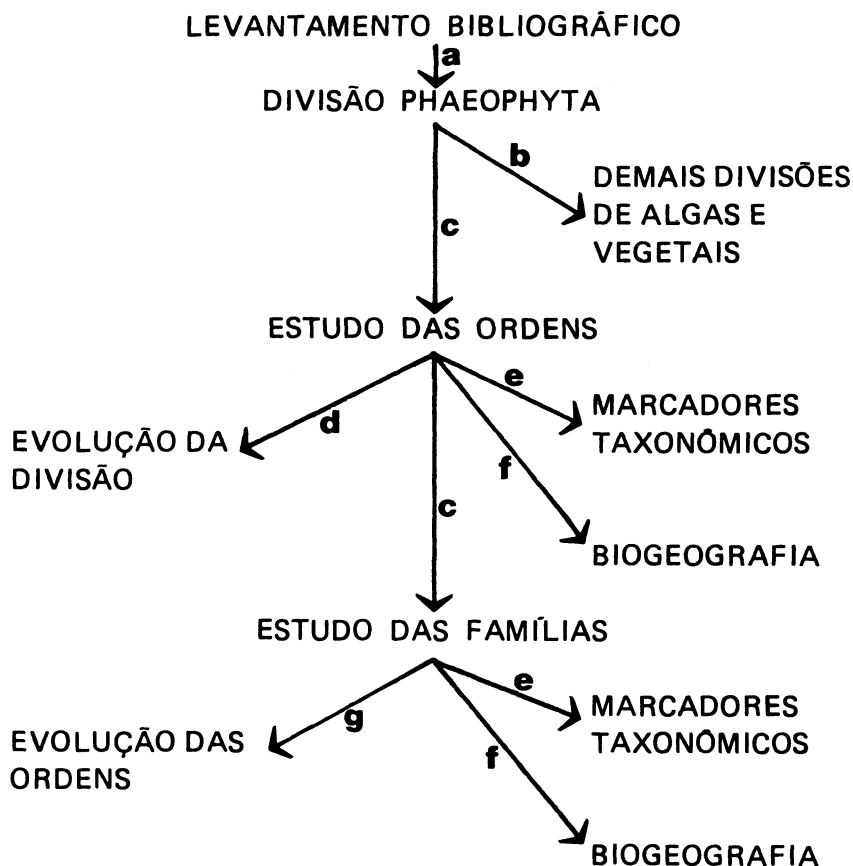


Figura 1 — Esquema das diversas etapas do estudo quimiosistemático de Phaeophyta. (a) reunião e análise das substâncias isoladas das algas da Divisão. (b) levantamento e comparação dos dados existentes na literatura. (c) separação dos dados obtidos em grupos químicos. (d) comparação das afinidades entre os compostos isolados de cada ordem e as propostas biogenéticas. (e) principais substâncias de cada ordem ou família. (f) observação dos locais de ocorrência das substâncias isoladas e das algas. (g) comparação das afinidades entre as substâncias isoladas de cada família e as propostas biogenéticas.

REFERÊNCIAS

- BOLD, H.C. & WYNNE, M.J. 1978. **Introduction to the Algae: structure and reproduction**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- FAULKNER, D.J. 1977. Interesting aspects of marine natural products chemistry. *Tetrahedron*, **33**: 1421-1443.
- FENICAL, W. 1980. Distributional and taxonomic features of toxin-producing marine algae. In **Pacific Seaweed Aquaculture** (I.A. Abbott, M.S. Foster and L.F. Ecklund, eds.) La Jolla, Sea Grant College Program, pp. 144-151.
- GLOMBITZA, K.W. 1977. Highly hydroxylated phenols of the Phaeophyceae. In **Marine Natural Products Chemistry** (D.J. Faulkner and W. Fenical, eds.). New York, The Plenum Press, pp. 191-204.
- GOTTLIEB, O.R. 1982. **Micromolecular Evolution, Systematics and Ecology, an essay into a novel botanical discipline**. Berlin, Springer-Verlag.
- JAENICKE, L. 1977. Sex hormones of brown algae. *Naturwissenschaften*, **64**: 69-75.
- KELECOM, A. & TEIXEIRA, V.L. 1986. Diterpenes of marine brown algae of the family Dictyotaceae: their possible role as defense compounds and their use in chemotaxonomy. *Sci. Tot. Environ.*, **58**(1/2): 109-115.
- KELECOM, A. & TEIXEIRA, V.L. 1987. New dolastane diterpenes from the marine brown alga *Dictyota cervicornis* Kützting (Phaeophyta, Dictyotaceae). *Phytochemistry*, in press.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. de. 1977. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. Universidade de São Paulo. Tese de Livre-Docência.
- RINEHART JR., K.L.; SHAW, P.D.; SHIED, L.S.; GLOER, J.B.; HARBOUR, G.C.; KOKER, M.E.S.; SAMAIN, D.; SCHWARTZ, R.E.; TYHEAK, A.A.; WELLER, D.L.; CARTER, G.T.; MUNRO, M.H.G.; HUGHES JR., R.G.; RENIS, M.E.; SURYNEN-

- BERG, E.B.; STRING-FELLOW, D.A.; VAVRA, J.J.; COATS, J.H.; ZURENKO, G.E.; KUENTZEL, L.H.L.; BAKUS, G.J.; BRUSCA, R.C.; CRAFT, L.L.; YOUNG, D.N. & CONNOR, J.L. 1981. Marine natural products as sources of antiviral, antimicrobial and antineoplastic agents. *Pure Appl. Chem.*, **53**: 795-817.
- ROUND, F.E. 1981. *The Ecology of Algae*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- TEIXEIRA, V.L. 1985. Os diterpenos da alga marinha *Dictyota cervicornis* Kützling (Phaeophyta, Dictyotales) e sua avaliação como marcadores taxonômicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Livre-Docência.
- TEIXEIRA, V.L.; TOMASSINI, T. & KELECOM, A. 1985. Produtos naturais de organismos marinhos: uma revisão sobre os diterpenos da alga parda *Dictyota* spp. *Química Nova*, **8**(4): 302-313.
- TEIXEIRA, V.L., TOMASSINI, T.; FLEURY, B.G. & KELECOM, A. 1986a. Dolastane and secodolastane diterpenes from the marine brown alga *Dictyota cervicornis* Kützling (Phaeophyceae, Dictyotaceae). *J. Nat. Prod.*, **49**(4): 570-575.
- TEIXEIRA, V.L.; TOMASSINI, T. & KELECOM, A. 1986b. Cervicol, a new secodolastane diterpene from the marine brown alga *Dictyota cervicornis* Kützling (Phaeophyceae, Dictyotaceae). *Bull. Soc. Chim. Belg.*, **95**(4): 263-268.
- TEIXEIRA, V.L. & KELECOM, A. 1987. On the usefulness, as chemotaxonomic markers, of diterpenes from marine brown algae of the genus *Dictyota* Lamouroux (Phaeophyta, Dictyotaceae). *Revta. brasil. Bot.*, in press.
- WYNNE, M.J. & LOISEAUX, S. 1976. Recent advances in life history studies of the Phaeophyta. *Phycologia*, **15**: 435-452.

A MODELAGEM ECOLÓGICA, UMA FERRAMENTA OBJETIVA PARA O ESTUDO INTEGRADO DOS ECOSISTEMAS

Jean Louis VALENTIN *

ABSTRACT

Ecological modelling, an objective tool for an integrated study of ecosystems.

The concepts of ecological modelling and its use for marine ecosystem dynamic studies are presented. The necessary steps for modelling primary biomass variations are described as theoretical examples: (a) to gather quali-quantitative data on structure of the system (state variables) and on factors (forcing function), (b) a conceptual diagram of the phytoplankton system is established including compartments (nutrients, phytoplankton, herbivorous zooplankton) and energy fluxes (arrows between compartments: photosynthetic rate, respiration, grazing...) measured in situ or in vitro, (c) mathematical equations of the model are built up for each variable as a function of time: then, these equations are programmed and processed on computer with real data, (d) the

*Instituto de Estudos do Mar Alti. Paulo Moreira, Rua Kioto, 253, CEP 28.910, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.

Ajuda financeira parcial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, bolsa 300085-83 Oc).

result of simulation is compared to a serie of real data and the model is modified in case of excessive divergency.

Ecological modelling is not only a tool for prevision, but is mainly an objective method for guiding researchs, formulating hypothesis, revealing deficiencies and orienting the sampling. Finally, on account of its multidisciplinary, ecological modelling is a tool of communication and the best vehicle of information between researchers of different areas.

Key words: Ecosystem, modelling, phytoplankton, marine ecology

RESUMO

Uma exposição é feita sobre os conceitos de modelagem ecológica e sua utilização nos estudos da dinâmica dos ecossistemas marinhos. As etapas necessárias à modelagem da biomassa primária são descritas a título de exemplo teórico: (a) reunir informações quali-quantitativas sobre a estrutura do sistema (variáveis de estado) e os fatores responsáveis (variáveis forçantes), (b) o diagrama conceitual do sistema fitoplanctônico é estabelecido com os compartimentos (nutrientes, fitoplankton, zooplankton herbívoro) e os fluxos de energia (setas interligando os compartimentos: taxa fotossintética, respiração, herbivoria...) medidos *in situ* ou *in vitro*, (c) são elaboradas as equações matemáticas do modelo, integrando cada variável em função do tempo; essas equações são em seguida programadas para processamento no computador a partir de dados reais, (d) o resultado da simulação é comparado a séries de dados reais, alterando o modelo em caso de divergência excessiva.

A modelagem ecológica não é apenas um instrumento de previsão, mas constitui principalmente um meio objetivo de orientação das pesquisas e formulação de hipóteses, revelando as carências e orientando as coletas. Em razão da sua pluridisciplinaridade, a modelagem ecológica é, em fim, um instrumento de comunicação e o melhor veículo de informação entre pesquisadores das diversas áreas.

Palavras chave: Ecossistema, modelagem, fitoplankton, ecologia marinha.

INTRODUÇÃO

A presente exposição não visa nenhuma divulgação de resultados científicos inéditos, mas pretende introduzir o conceito de

modelagem e simulação, e suas aplicações no domínio da ecologia marinha e dos estudos de ecossistemas marinhos, tomando como exemplo a simulação de um bloom de fitoplankton (variável simulada) em função dos principais fatores (variáveis de estados e forçantes) tais como: energia luminosa, nutrientes, fotossíntese, respiração, herbivoria, sedimentação e fatores físicos de difusão turbulenta e advecção.

Em todos os domínios da biologia, como também da ecologia, dos estudos dos fenômenos sociais, econômicos e até políticos, o uso da matemática como ferramenta de representação e previsão torna-se cada dia mais importante.

A utilidade dos modelos numéricos para o estudo dos ecossistemas marinhos já era reconhecida há quase 50 anos. Com o intuito de formular os aspectos da dinâmica da biologia do mar em termos matemáticos, FLEMING (1939) examinou as variações sazonais da população fitoplanctônica do Canal Inglês utilizando uma simples equação diferencial.

$$dP/dt = P [a - (b + ct)]$$

que representa a variação temporal do fitoplankton (dP/dt), em função da biomassa inicial (P), de uma taxa de divisão ($a = \text{constante}$) e uma taxa de herbivoria composta de um valor inicial (b) e de um incremento arbitrário (ct). Com excessão do termo (ct), essa equação era equivalente à fórmula básica de Lotka-Volterra (LOTKA, 1925; VOLTERRA, 1926, *fide* KREMER e NIXON, 1978) da variação de uma população simples (N) em função de uma constante de nascimento (b) e mortalidade (d):

$$dN/dt = N(b - d)$$

Essas equações foram expandidas em numerosos trabalhos, para diferentes objetivos de modelagem. Para a dinâmica do fitoplankton, podemos citar os trabalhos antigos de RILEY & BUMPUS (1946) e RILEY (1946). Entretanto, a aplicação desses cálculos à ecologia marinha era limitada pela carência em meios computacionais, até os anos 60. Neste intervalo de tempo, enquanto isso, os estudos de modelos eram revertidos para a análise detalhada da produção primária (RYTHER & YENTSCH 1957; STEELE 1958) ou de herbivoria (CUSHING 1958), e para o estudo das interações presa-predador a partir das equações simples de Lotka-Volterra. Com a crescente disponibilidade dos computadores, nos

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):43-60, dezembro 1987

anos 1960, houve um renovado interesse na aplicação de modelos para uma grande variedade de problemas ecológicos. A literatura sobre o assunto cresceu rapidamente.

No domínio marinho, modelos ecológicos foram desenvolvidos para os sistemas pelágicos (STEELE 1958, RILEY 1965, PATTEN 1968, VINOGRADOV *et alii* 1972, O'BRIEN & WROBLEWSKI 1973, RADACH & MAIER-REIMER 1975, IVERSON *et alii* 1974, STEELE & HENDERSON 1976, JAMART *et alii* 1977, TAYLOR *et alii* 1986) alguns em zona de ressurgência (WALSH & DUGDALE 1971, WALSH 1975, WROBLEWSKI 1977), outros para macroalgas (NORTH 1967 fide KREMER e NIXON 1978) e recifes de corais (POLOVINA 1984), ou para estudos de ecossistema global (GORDON *et alii* 1977). Em fim o manual da UNESCO (PLATT *et alii* 1981) realiza uma síntese excelente sobre os modelos matemáticos em oceanografia biológica.

Sobre a modelagem da dinâmica do fitoplankton, podemos citar os trabalhos mais recentes de RADACH (1980), GALLEGOS & PLATT (1981), HERMAN & PLATT (1983), FRANZ & VERHAGEN (1985), GORDON *et alii* (1986), TAYLOR *et alii* (1986).

AS ETAPAS DA MODELAGEM

O MODELO CONCEITUAL

A simulação de um conjunto complexo de interações por computador é uma técnica que foi desenvolvida para modelagem de sistemas físicos, mas que está sendo agora utilizada para a biologia e a ecologia, e em particular para o estudo dos ecossistemas, campo de atuação particularmente propício em razão da extrema complexidade da rede de interações entre elementos físicos e biológicos.

A primeira etapa de um estudo de ecossistema, etapa também indispensável quando se quer utilizar a ferramenta de modelagem, é de definir com precisão os elementos do ecossistema (ou compartimentos = subsistema) e as interações entre esses compartimentos que são os fluxos de energia e matéria. Em outros termos, é preciso traçar o diagrama conceitual do ecossistema ou do subsistema que pretende simular. Os diagramas das figuras 1 e 2 mostram 2 níveis de abordagem; um mais geral (fig. 1) posiciona os compartimentos e os fluxos do ecossistema da ressurgência, o outro desce a nível de detalhes para simulação do compartimento "Fitoplankton" (fig. 2).

A formação de um máximo de biomassa primária requer a

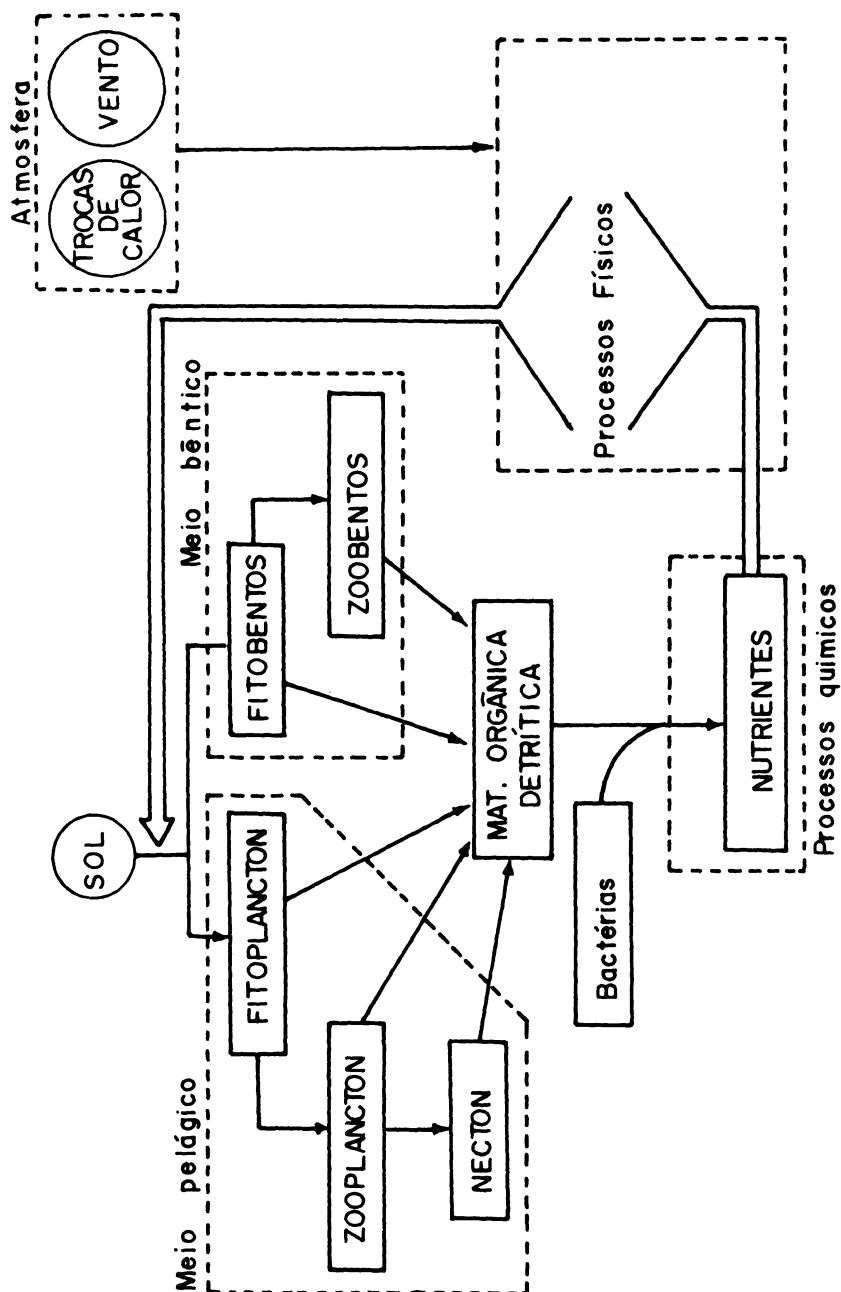


Fig. 01 — Diagrama conceitual geral de um ecossistema de ressurgência.
 Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):43-60, dezembro 1987

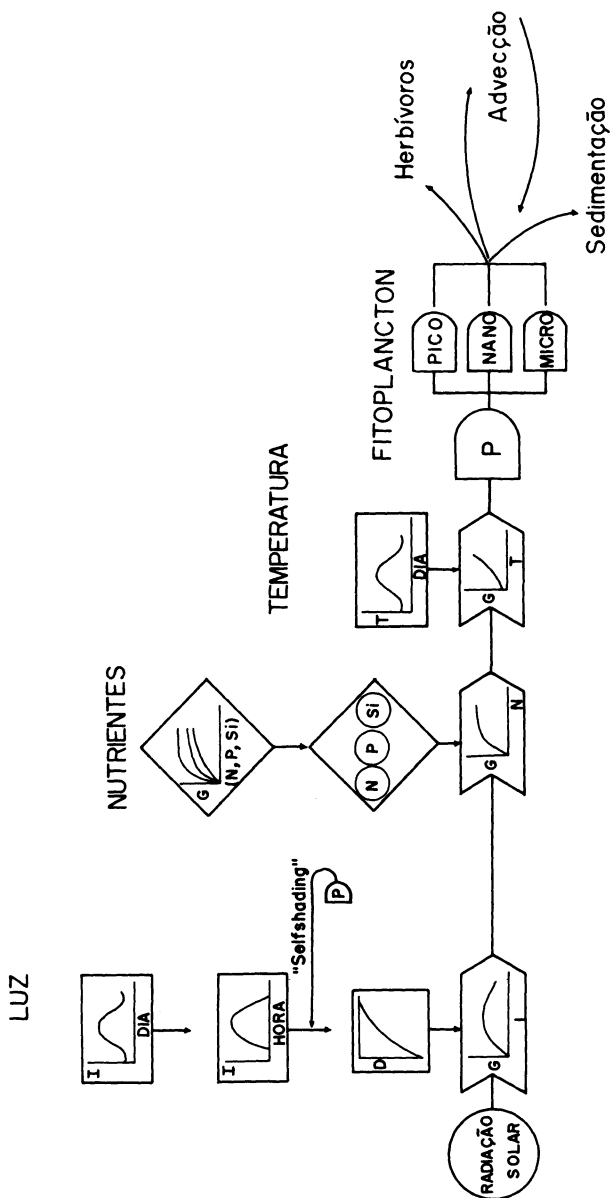


Fig. 02 – Diagrama conceitual do compartimento fitoplanctônico mostrando as relações entre variáveis e suas funções gráficas (I = intensidade luminosa, D = profundidade, G = taxa de crescimento, T = temperatura, N, P, Si = teores em nitrogênio, fosfato, silicato, P = biomassa do fitoplankton) (Adaptado de KREMER & NIXON 1978)

combinação de vários processos com papel específico:

— Processos biológicos: a taxa de crescimento máximo (G_m) específica dos diferentes elementos do fitoplankton (Pico-nano e microplankton), alcançada sob condições não limitantes de luz e nutrientes, é uma função da temperatura (T).

G_m sofre uma diminuição de acordo com o grau de limitação dos fatores Luz (I) e Nutrientes (N). As relações entre G e, respectivamente, I , N e T , são ilustradas pelas curvas da figura 2.

Através da ação predadora dos herbívoros do zooplankton, necton e bentos, a biomassa algal sofre uma redução proporcional à biomassa desses herbívoros e as suas respectivas taxas de herbivoria.

O plancton, em razão da sua densidade levemente superior à da água do mar, sofre um fenômeno de sedimentação ("sinking" S) que tende a reduzir sua biomassa em proveito dos níveis batimétricos inferiores.

— Processos físicos: além dos processos biológicos, a biomassa fitoplanctônica pode ser submetida a processos físicos que alteram positivamente ou negativamente o seu valor: transporte por fenômenos de difusão turbulenta e advecção horizontal e/ou vertical.

AS EQUAÇÕES DO MODELO

A título ilustrativo, retirei da literatura (JAMART et alii 1977, WROBLEWSKI 1977), a equação matemática que simule a formação de um máximo fitoplanctônico numa estação fixa.

O valor da biomassa algal (B_t) no tempo (t) é uma função do valor da biomassa no tempo anterior ($t - 1$), acrescido da variação B de biomassa ocorrida durante o intervalo de tempo Δt . Essa variação corresponde de fato a uma integral do tempo:

$$B_t = B_{t-1} + \int_{t-1}^t [dB/dt] \cdot dt$$

A cada intervalo de tempo Δt , o aumento (ou a diminuição) da biomassa (ΔB) depende de processos biológicos e físicos, que são os diversos parâmetros do modelo (taxas): fotossíntese (P), respiração (R), herbivoria (G), sedimentação (S), difusão turbulenta (D) e advecção (A)

$$\Delta B / \Delta t = B (P-R-G-S-D-A)$$

A FOTOSSÍNTESE

Nesta equação geral, o valor P de divisão celular do fitoplankton (taxa fotossintética) sofre variações ligadas aos fatores Luz (I/I_m), e nutrientes ($N/[N + K_n]$), e de acordo com a relação:

$$P = P_m \cdot I/I_m \cdot \exp [(1 - I/I_m) \cdot (N/N + K_n)]$$

onde

P_m = taxa fotossintética máxima específica do fitoplankton em presença, sob condições não limitantes,

I = energia luminosa disponível para o fitoplankton a cada passo de tempo de simulação. I varia com numerosos fatores (energia incidente, coeficiente de absorção pela água, pela clorofila, "selfshading"), que não detalharemos aqui.

I_m = energia luminosa que proporciona P_m

N = teor em nutriente disponível no meio a cada passo de simulação (é escolhido o nutriente mais limitante para o fitoplankton).

K_n = coeficiente de semi-saturação do nutriente limitante, i.e. valor de N que proporciona $P_m/2$ (segundo a curva de Michaelis-Menten).

A HERBIVORIA

A função de herbivoria ("grazing") tirada da equação de IVLEV (1945, in WROBLEWSKI 1977) é:

$$G = G_m \cdot H \cdot (1 - \exp [-\beta (B - b)])$$

onde

G = taxa de ingestão,

G_m = taxa de ingestão máxima,

β = constante de IVLEV que modifica a taxa de variação da ingestão de acordo com a concentração em fitoplankton (B) e a concentração limite de fitoplankton (b) a partir da qual inicia o "grazing".

H = biomassa dos herbívoros.

Embora não comentadas detalhadamente, as outras taxas incluídas na equação geral, são também ligadas à variação de fatores ambientais: a respiração com a temperatura, a sedimentação com o estado fisiológico da célula, a difusão (mistura turbulenta) e advecção (correntes) com as forças Vento e Energia radiante. É ne-

cessário ressaltar, a respeito dessas duas variáveis físicas, que a modelagem das características físicas do mar deveria constituir a etapa preliminar de qualquer estudo integrado de ecossistema marinho. A advecção é, frequentemente, o fator preponderante do determinismo de uma biomassa primária nas zonas de descontinuidade hidrológica (ressurgência).

OS LIMITES DOS MODELOS – OS BLOCOS

O dimensionamento espaço-temporal do modelo, i.e., os limites dentro dos quais será efetuada a simulação de variáveis fitoplanctônicas, deve ser previamente definido. Podemos ter um modelo:

- unidimensional (variação temporal em ponto fixo)
- bidimensional (variação ao longo de componentes horizontal + vertical radial), ou 2 componentes horizontais (mapeamento), ou uma componente espacial e uma temporal, que pode estender-se ao tridimensionamento. Obviamente o grau de complexidade do modelo de simulação aumenta com o número de componentes (fig. 3).

A complexidade cresce também quando o espaço a ser simulado apresenta-se fisicamente heterogêneo (presença de termoclina). O problema é resolvido através da subdivisão do espaço em volumes elementares com estrutura e composição interna supostamente homogêneas, chamados BLOCOS. As dimensões desses blocos serão escolhidas em função da escala de variação dos fenômenos observados.

Um bloco pode ser considerado como sub-sistema capaz de autonomia (com seus compartimentos e fluxos), dentro do sistema global. O conjunto de blocos e das relações que os ligam, constituem o Modelo.

No caso de simulação de um sistema a “n” blocos espaciais, a variação temporal de cada componente será induzida por 2 conjuntos de efeitos:

- (1) efeitos INTRABLOCOS, que são os processos biológicos atuando sobre as variáveis de estado (nutrientes, fitoplancton, herbívoros).
- (2) efeitos INTERBLOCOS, que consistem na transferência de parte dos elementos fitoplancton, nutrientes e herbívoros, de um bloco para outro, através de fenômenos de sedimentação, difusão e advecção.

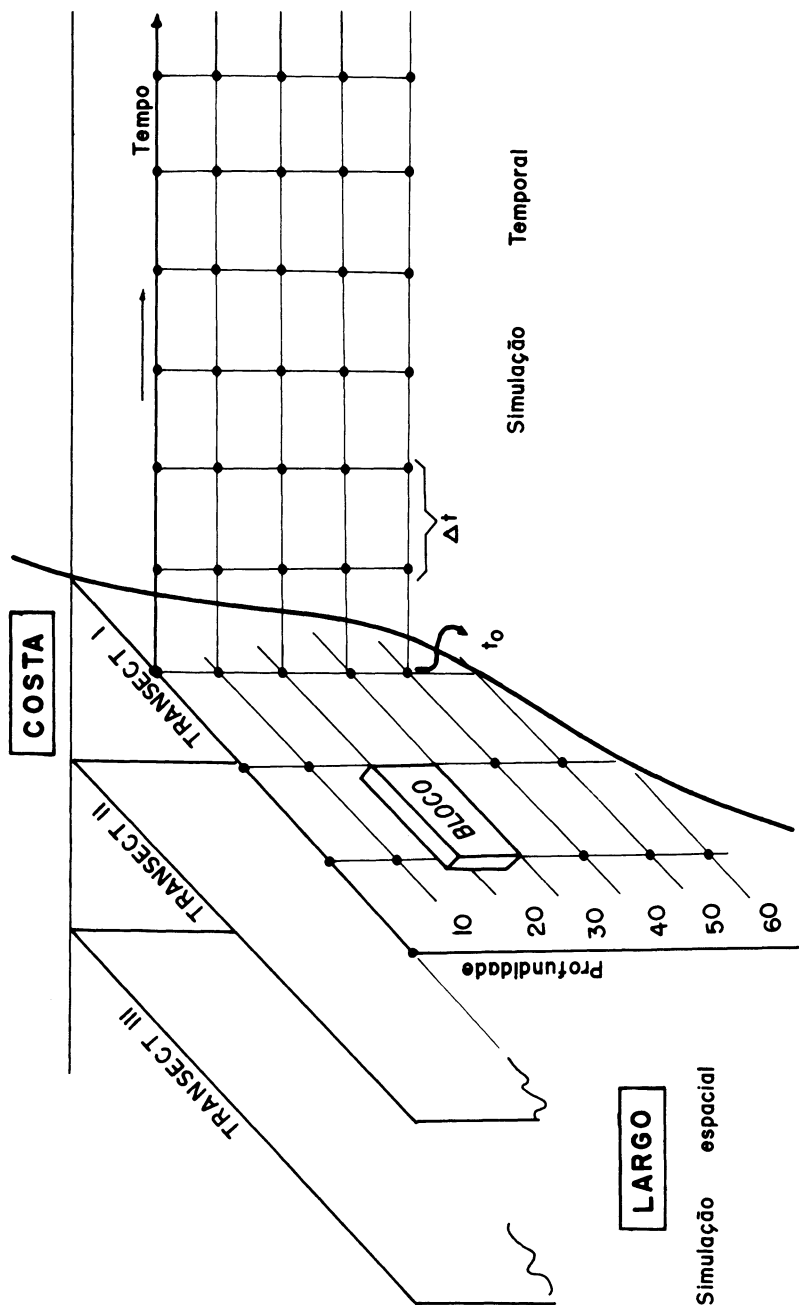


Fig. 03 – Representação dos limites espaço-temporais de um modelo de simulação.

O FUNCIONAMENTO DO MODELO

Considerando definidos os seguintes parâmetros do modelo: dimensões (m) da malha espacial, passo de tempo (Δt) de simulação (hora, dia, . . .), variável simulada (fitoplancton), variáveis forçantes (nutrientes, luz, herbívoros, físicas), as constantes (taxas de transferência de energia e matéria), e em fim as equações matemáticas que interligam essas variáveis, a etapa seguinte consiste em escrever o programa de computador, a partir de um fluxograma. O exemplo que segue é adaptado de LAZARRO (1978) (fig. 4).

A título de exemplo, fornecemos a lista dos parâmetros e variáveis de entrada necessários para o modelo de simulação Nutrientes — Fitoplancton — Zooplancton:

LIMITES FÍSICOS DE SIMULAÇÃO

- número de blocos horizontais
- número de blocos verticais
- comprimento horizontal de um bloco (m)
- altura vertical de um bloco (m)
- largura horizontal de um bloco (m)
- tempo de simulação (h)
- passo de simulação (h)

VARIÁVEIS FORÇANTES E CONSTANTES

- fluxo de advecção horizontal (m/h)
- fluxo de advecção vertical (m/h)
- fluxo horizontal de difusão turbulenta (m^2/h)
- fluxo vertical de difusão turbulenta (m^2/h)
- intensidade luminosa máxima na superfície (ℓ_y/h)
- duração do dia (h)
- coeficiente de absorção da água ($/m$)
- coeficiente de absorção específica da clorofila ($/m/\mu gAtN/\ell$)
- constante de Michaelis-Menten para a luz (ℓ_y/l)
- constante de Michaelis-Menten para os nutrientes ($\mu gAtN/\ell$)
- biomassa mínima de fitoplancton permitindo o início da herbivoria ($\mu gAtN/\ell$)
- biomassa de fitoplancton proporcionando uma taxa máxima de herbivoria ($\mu gAtN/\ell$)
- taxa de filtração máxima dos herbívoros ($\ell/\mu gAtN/h$)

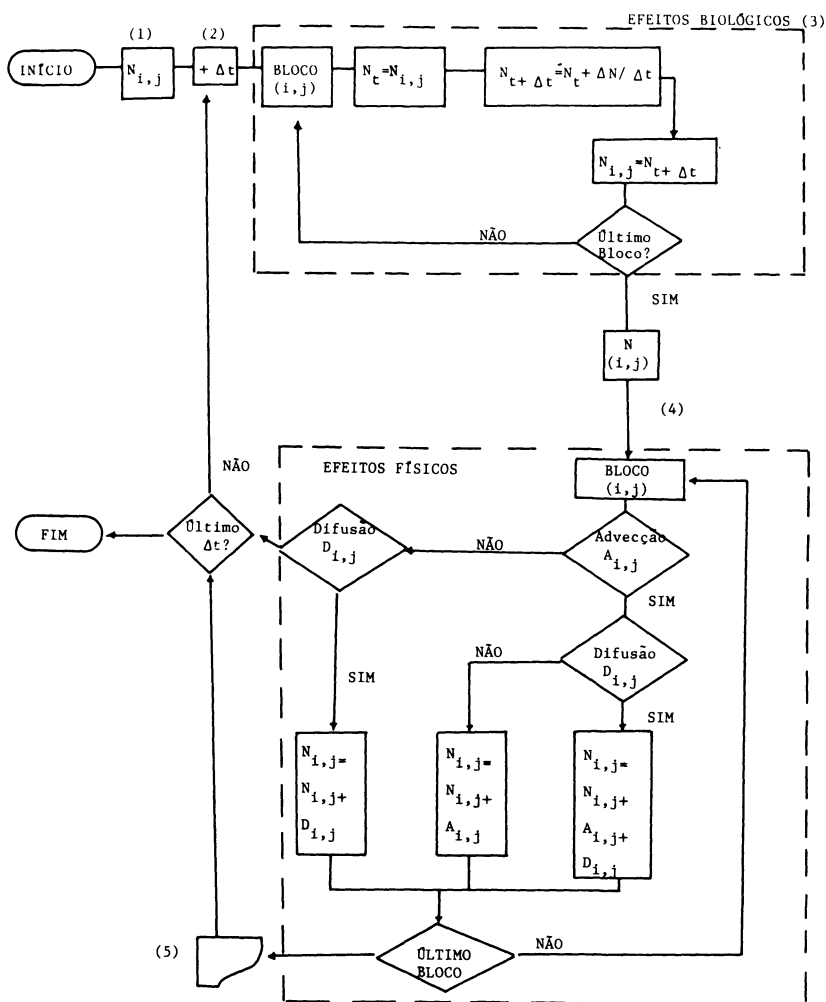


Fig. 04 — Exemplo de fluxograma de cálculo para simulação da variação espaço-temporal do nutriente N (Adaptado de LAZZARO 1978)

Legenda explicativa: (1) Matriz de dados iniciais, $N(i, j)$ corresponde ao valor de variável no bloco, i, j (estação i , profundidade j) (2) Introdução do intervalo de tempo Δt (passo de simulação) (3) O valor inicial de N em cada bloco é substituído pelo valor $N + \Delta N$, de acordo com efeitos biológicos que atuaram no intervalo de tempo Δt (4) Após o último bloco, são considerados os efeitos físicos interblocos (advecção e/ou difusão). Os coeficientes de advecção e difusão são estocados em 2 matrizes $A(i, j)$. Esses dados servem para alterar o valor de N de cada bloco, a cada passo de tempo, pelo acréscimo de $A(i, j) * N(i, j)$ e/ou $D(i, j) * N(i, j)$, positivamente ou negativamente de acordo com o sentido do fluxo físico (5) os resultados são impressos ou plotados.

- taxa de mortalidade dos herbívoros ($\mu\text{gAtN/h}$)
- taxa de excreção dos herbívoros ($\mu\text{gAtN/h}$)

VARIÁVEIS INICIALIZADAS PARA SIMULAÇÃO

- teores em nutrientes ($\mu\text{ gAtN/l}$)
- biomassa do fitoplankton ($\mu\text{ gAtN/l}$)
- biomassa do zooplankton herbívoro ($\mu\text{ gAtN/l}$)

Podemos verificar que as unidades de espaço, tempo, biomassa e fluxos, são rigorosamente homogêneas (metro, hora, litro, μgAtN). É uma exigência do método, afim de que a comparação entre variáveis e a transferência de matéria entre elas sejam possíveis.

TESTE DO MODELO

A última etapa da modelagem consiste em comparar os resultados da simulação com os dados observados que serviram para a elaboração e inicialização do modelo.

A figura 5, tirada de WALSH (1975), dá um exemplo de comparação entre a variação espacial dos teores de nitrato na ressurgência do Peru, e os resultados da simulação.

O modelo é ajustado fazendo variar os parâmetros até concordância razoável entre a "saída" simulada e os dados de campo. O modelo assim ajustado é, em seguida, testado contra um conjunto de dados novos, independentes dos utilizados para a criação do modelo. Se a divergência for excessiva volta-se a um dos passos anteriores corrigindo o modelo.

CONCLUSÕES

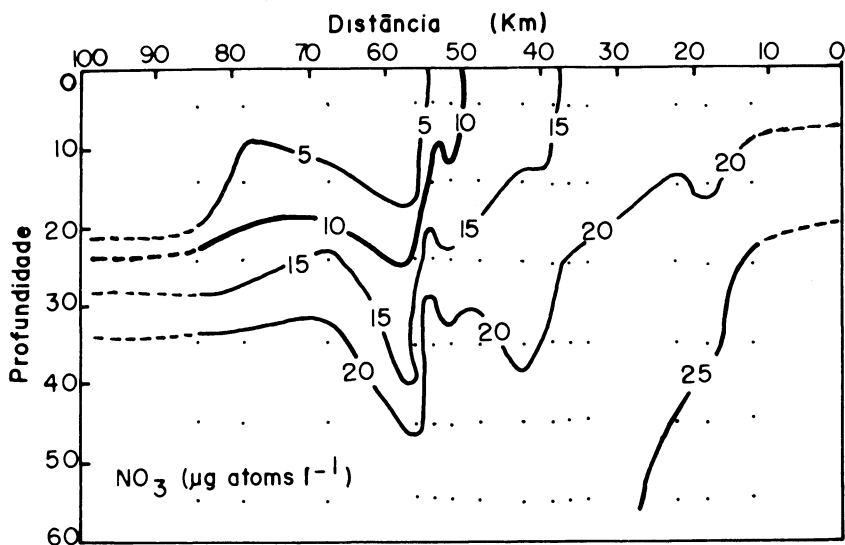
Limitado por uma necessária concisão, nossa explanação não pode obviamente revelar as múltiplas facetas da modelagem numérica. As referências bibliográficas citadas, embora não exaustivas, constituem uma literatura de base para o leitor que queira se aprofundar no assunto.

Alguns pontos importantes devem ser ressaltados em termos de conclusão, mais ligados aos aspectos filosóficos do uso desta metodologia na programação das pesquisas.

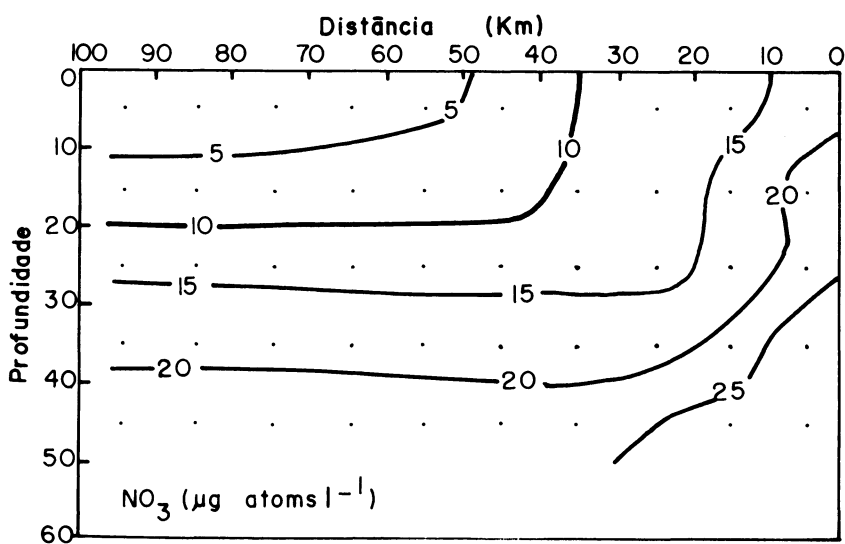
A modelagem é um exercício de pesquisas, onde quase sempre o processo de desenvolvimento do modelo é mais importante do que o próprio modelo criado.

A modelagem estimula a discussão interdisciplinar entre os

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):43-60, dezembro 1987



(A)



(B)

Fig. 05 — Comparação entre a variação espacial dos teores de nitrato na ressurgência no Perú (A) e os resultados da simulação (B) (segundo WALSH 1975)

participantes, desde o oceanógrafo físico até o biólogo da pesca. Os cientistas são forçados a formular e testar suas próprias idéias e seus dados, dentro de uma concepção quantitativa e dinâmica do ecossistema. A interação pluridisciplinar é ainda mais intensa e necessária na hora de testar as "saídas" do modelo, quando os problemas são identificados e as possíveis soluções exploradas.

Mesmo se, por qualquer motivo, todas as etapas que levam à realização completa de um modelo não podem ser cumpridas, a simples elaboração do diagrama conceitual (compartimentos e fluxos) do sistema em estudo, é de grande importância como meio de comunicação entre os cientistas. Esse diagrama constitui o alicerce do programa de pesquisas multidisciplinar, onde compartimentos (banco de dados) e fluxos (taxas) são ligados às tarefas de campo e laboratório.

Dentro desta visão, a modelagem ecológica torna-se o veículo ideal para formular as hipóteses de trabalho, bases de toda pesquisa. O próprio modelo conceitual é, aliás, uma representação gráfica dessas hipóteses.

Formularemos algumas recomendações:

- um banco de dados deve ser criado, suficientemente completo para permitir o teste do modelo; é importante a qualidade desses dados, um pequeno erro no início da simulação, podendo propagar-se e amplificar-se ao longo do processamento iterativo das equações;
- é necessário avaliar a sensibilidade do modelo em relação a cada processo introduzido nas equações, o que evitará de tornar o modelo inutilmente complexo; todos os processos não devem ser necessariamente incluídos;
- as pesquisas visando a medição de fluxos são primordiais e devem ser incentivadas;
- a importância dos processos físicos (transporte) deve ser avaliada;
- não devemos esquecer dos limites de aplicabilidade do modelo; ele pode ser, as vezes, inadequado para generalização; o modelo representa somente uma síntese dos conceitos atuais, os quais podem ser em mesmo tempo, e por hora, errados e incompletos. Cabe aos pesquisadores corrigir e completar esses conceitos.

Por fim, terminaremos transcrevendo parte das conclusões de GORDON et alii (1986), que não deixarão de tranquilizar-nos: segundo a própria experiência desses autores, um grupo de cientistas, mesmo com conhecimento limitado em modelagem, pode contri-

buir utilmente à modelagem de um ecossistema, se eles aceitarem trabalhar em equipe. É necessário, entretanto, a dedicação exclusiva de uma pessoa com experiência em programação e computadores. GORDON et alii (1986) finalizam com este conselho: "— Don't expect all participants to display the same level of enthusiasm. Success depends upon having a number of scientists who enjoy thinking in broad terms about entire ecosystems and can work cooperatively."

REFERÊNCIAS

- CUSHING, D. H. 1968. Grazing by herbivorous copepods in the sea. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 32:70-82.
- FLEMING, R. H. 1939. The control of diatom populations by grazing. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 14:210-227.
- FRANSZ, H. G. e HERHAGEN, J. H. G. 1985. Modeling research on the production cycle of phytoplankton in the Southern Bight of the North Sea in relation to riverborne nutrient loads. *Netherlands J. of Sea Research.* 19(3/4):241-250.
- GALLEGOS, C. L. e PLATT, T. 1981. Photosynthesis measurements on natural populations: numerical analysis. In *"Physiological bases of phytoplankton ecology"*. Canadian Bull. of Fisheries and Aquatic Sciences. 210:103-112.
- GOLDBERG, E. D., McCAVE, I. N., O'BRIEN, J. J. e STEELE, J. H. (Editors) 1977. *The Sea*. Vol. 6: **Marine Modeling**. John Wiley and Sons, N. York, London, Sydney, Toronto.
- GORDON, D. C. JR., KEIZER, P. D., DABORN, G. R., SCHWINGHAMER, P. e SILVERT, W. L. 1986. Adventures in holistic ecosystem modeling: the Cumberland basin ecosystem model. *Netherlands J. of Sea Research.* 20(2/3):325-335.
- HERMAN, A. e PLATT, T. 1983. Numerical modeling of diel carbon production and zooplankton grazing on Scotian Shelf based on observational data. *Ecological modeling.* 18:55-72.
- IVERSON, R. L., CURI, H. C. e SAUGEN, J. L. 1974. Simulation

model for wind-driven summer phytoplankton dynamics in Auke Bay, Alaska. **Mar. Biol.** 28:169-177.

JAMART, B. M., WINTER, D. F., BANSE, K., ANDERSON, G. C. LAM, R. K. 1977. A theoretical study of phytoplankton growth and nutrient distribution in the Pacific Ocean off the north western U. S. Coast. **Deep-Sea Res.** 24(8):753-773.

KREMER, J. N. e NIXON, S. W. 1978. **A coastal marine ecosystem. Simulation and analysis.** Ecological Studies 24. Springer-Verlag, Berlin, Heldelberg, New York, 217 pp.

LAZZARO, X. 1978. **Modélisation sur le thème: la production primaire en Mer Ligure au printemps.** Mém. DEA Oceanogr. biol., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI., 113pp.

O'BRIEN, J. J. e WROBLEWSKI, J. S. 1973. A simulation of the mesoscale distribution of the lower marine trophic levels off West Florida. **Inv. Pesq.** 37:193-244.

PACE, M. L., GLASSER, J. E. e POMEROY, L. R. 1984. A simulation analysis of continental shelf food webs. **Mar. Biol.** 82:47-63.

PATTEN, B. C. 1968. Mathematical models of plankton production. In. **Rev. ges. Hydrobiol.** 53:357-408.

PLATT, T., MANN, K. H. e ULANOWIZ, R. E. 1981. **Mathematical models in biological oceanography.** The UNESCO Press, Paris, 158 pp.

POLOVINA, J. J. 1984. Model of a coral reef ecosystem 1. the ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. **Coral Reefs.** 3-1-11.

RADACH, G. 1980. Preliminary simulations of the phytoplankton and phosphate dynamics during FLEX'76 with a simple 2 - component model. **Meteor. Forschungsergeb** (A. Allg. Phys. Chem. Meeres), Berlin. 22:151-163.

RADACH, G. e MAIER-REIMER, E. 1975. The vertical structure of phytoplankton growth dynamics. A mathematical model. **Mem. Soc. Roy. Sci., Liège.** 7:113-146.

Nerfíica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):43-60, dezembro 1987

- RILEY, G. A. 1946. Factors controlling phytoplankton populations on George's Bank. **J. Mar. Res.** 6:54-73.
- RILEY, G. A. 1965. A mathematical model of regional variations in plankton. **Limnol. Oceanogr.** (suppl.) 10:202-215.
- RILEY, G. A. e BUMPUS, D. F. 1946. Phytoplankton-zooplankton relationships on George's Bank. **J. Mar. Res.** 6:33-47.
- RYTHER, J. H. e YENTSCH, C. S. 1957. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. **Limnol. Oceanogr.** 2:281-286.
- STEELE, J. H. 1958. Plant production in the northern North Sea. **Scottish Home Dept. Mar. Res.** 7:1-36.
- STEELE, J. H. e Henderson, E. N. 1976. Simulation of vertical structure in a plankton ecosystem. **Scot. Fish. Res. Rep.** 5:27pp.
- TAYLOR, A. H., HARRIS, J. R. W. e AIKEN, J. 1986. The interaction of physical and biological processes in a model of the vertical distribution of phytoplankton under stratification. In. "**Marine interfaces ecohydrodynamics**", p. 313-331, edited by Nihoul, J. C. J., Elsevier oceanography series 42. Elsevier, Amsterdam, Oxford, N. York, Tokyo.
- VINOGRADOV, M. E., MENSHTUKIN, V. V. e SHUSHKINA, E. A. 1972. On mathematical simulation of a pelagic ecosystem in tropical waters of the ocean. **Mar. Biol.** 16:261-268.
- WALSH, J. J. 1975. A spatial simulation model of the Peruvian Upwelling ecosystem. **Deep-Sea Res.** 22:201-236.
- WALSH, J. J. e DUGDALE, R. E. 1971. A simulation model of the nitrogen flow in the Peruvian upwelling system. **Invest. Pesq.** 35:309-330.
- WROBLEWSKI, J. S. 1977. A model of phytoplankton plume formation during variable Oregon upwelling. **J. Mar. Res.** 35:357-394.

ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO PARA EXPLOTAÇÃO DE ALGAS MARINHAS

Neyla QUÉGE

A exploração de algas marinhas em nosso país em geral e em particular no Estado do Espírito Santo é uma atividade que vem sendo bastante incentivada. Se passarmos os olhos no complexo sistema legal que envolve a exploração e até a pesquisa de algas marinhas é sensível detectarmos a dificuldade que encontramos.

A legislação revista aqui não teve a intenção de esgotar o assunto pois, em geral, os decretos, portarias, etc, nos levam a outros decretos e leis. A legislação aqui citada nos parece ser suficiente para o propósito de avaliarmos o processo de exploração de algas no seu aspecto legal.

O Decreto-Lei nº. 221 de 28-2-67, da Presidência da República define “por pesca todo o ato tendente a capturar ou extrair animais ou vegetais que tenham na água seu normal ou mais frequente meio de vida” (art. 1º.).

Este Decreto-Lei revogou o antigo Código de Pesca que datava de 1938.

Através deste Decreto, a SUDEPE, criada pela Lei Delegada nº. 10 de 11.10.62, recebe praticamente toda a incubência de

* Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo — S/A. Cidade Universitária, Caixa Postal 7141, 05508 - São Paulo, SP.

normatizar a pesca (no sentido amplo, citado em seu 1º. artigo) em águas brasileiras.

Desta feita, em 1971, a SUDEPE, baixa as normas para autorização de pesquisa e exploração de campos naturais de algas através de suas portarias: 477 de 13-8-71; 496 de 07.10.74 e a 310 de 23.7.73, esta última, que foi revogada posteriormente pelas portarias 017 a 027 de 30.5.84.

Em 26 de agosto de 1968, o Presidente da República baixa o Decreto 63164 que "dispõe sobre a exploração e pesquisa na plataforma submarina do Brasil, nas águas do mar territorial e interiores" e em 12.7.83, o de nº. 318.301 — Portmarinst. Em seu ítem 18-2-5, apresenta as exigências necessárias a serem cumpridas no pedido de licença para exploração e/ou pesquisa.

Inicialmente abordando o aspecto científico de coleta de algas, o artigo 32º. do Decreto-Lei 221 determina que "aos cientistas das instituições nacionais que tenham por lei atribuições de coletar material biológico para fins científicos, serão concedidas licenças permanentes especiais gratuitas" e as Portarias 017 e 018 da SUDEPE, resolvem sobre a licença permanente para cientistas.

Estas licenças são importantes desde que as solicitações das mesmas possam a vir compor um cadastro destes cientistas. Este cadastro, deveria ser atualizado periodicamente de maneira simples e dinâmica. Desta forma, como rezam o artigo 10º. do Decreto 63164 da Presidência, e o artigo 15º. da Portaria 477 da Sudepe estes órgãos teriam acesso ao . . . "técnico habilitado" . . . para avaliação dos relatórios técnicos obrigatórios para os interessados em exploração de determinado banco de algas e até acompanhamento técnico da atividade.

Nossa sugestão é que este cadastro fosse organizado pela nossa Sociedade Brasileira de Ficologia que teria a incubência de atualizá-lo periodicamente e manter informado os órgãos que necessitam dos nomes dos especialistas bem como o local de atuação e sua experiência recente.

Vamos agora abordar o aspecto da autorização que trata o artigo 2º. de 477, onde se lê: "permissão que se outorga à pessoa física ou jurídica de nacionalidade brasileira, para pesquisas a existência de campos de algas aproveitáveis técnica e economicamente".

Neste ponto o Ministério da Marinha será ouvido na forma do disposto no Decreto 63164, que poderá, conforme o artigo 5º., ouvir outros Ministérios competentes. Se, por exemplo, estivermos tratando de algas calcáreas incrustantes o Ministério das Minas e

Energia deverá ser ouvido, que por sua vez ouvirá o Departamento Nacional de Pesquisas Minerais e o Departamento de Portos e Costas, que por sua vez ouvirão outras autoridades.

Estamos nós agora diante de uma série de Ministérios acionados. Surgem, então, as dificuldades burocráticas inerentes a estes órgãos, o que pode acarretar um tempo de mais de ano para que esta autorização seja concedida.

Não estamos aqui sugerindo que as autorizações sejam concedidas levianamente, sem as devidas análises específicas por cada órgão, mas que as mesmas tenham seu parecer mais rapidamente. Seja ele favorável ou não. Se não for favorável, que o mesmo apresente justificativa técnica que sirva de orientação ao interessado para uma outra solicitação.

Nossa sugestão, neste caso, é que a Comissão interministerial para os Recursos do Mar seja acionada. A CIRM possui representantes de todos os Ministérios que devem ser ouvidos. Hoje, as exigências da PORTMARINST são encaminhadas ao Ministério da Marinha através da Capitania dos Portos que administra a região onde será realizada a pesquisa. À SUDEPE também deverá ser encaminhada a solicitação de pesquisa e/ou exploração. O prazo mínimo, previsto no artigo 5º. da 63164, para o encaminhamento da solicitação é de 60 dias antes do início previsto para os trabalhos. No entanto, pela nossa experiência, antes de 6 meses não tem havido retorno.

A CIRM poderia receber a solicitação que seria encaminhado a um "conselho" composto por representantes de tantos órgãos quanto os que fossem necessários para a avaliação da proposta e por especialista(s) devidamente habilitados (escolhido no cadastro dos cientistas que a SBFic organizaria).

Desfa forma, agilizaríamos esta etapa do processo de exploração de algas que de certa forma tem desmotivado interessados em explorar este recurso natural.

Este "conselho" por sua vez será a entidade mais competente para avaliar o relatório que deverá ser apresentado pelo detentor de autorização da pesquisa, exercer a fiscalização dos trabalhos, outorgar a concessão de exploração comercial, acompanhar a exploração, etc.

Finalmente apresentamos outra sugestão:

Aos moldes de como foi elaborado o I Plano Setorial de Recursos Marinhos — Algas, seja criada uma pequena comissão com Ficólogos e juristas para a elaboração de uma legislação atualizada e eficiente para exploração e pesquisa de algas brasileiras.

Haverá um prazo pré-fixado para esta comissão apresentar uma minuta desta legislação que deverá ser encaminhada às comunidades Ficológica e de jurisprudência para opinarem.

A SBFic por sua vez encaminhará esta proposta de legislação aos Ministérios competentes ou a CIRM que deverá propor a revogação das disposições em contrário e entrar em vigor a nova legislação.

O fortalecimento de entidades como a SBFic e CIRM permitirá que nós pesquisadores continuemos a exercer nossas atividades técnico-científicas cientes de que as algas que hoje estão sendo objeto de nossos estudos, amanhã, poderão ser recursos naturais explotáveis sem que venham comprometer o meio ambiente como um todo.

**DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DE GELIDIUM E
PTEROCLADIA (GELIDIACEAE – RHODOPHYTA)
NO LITORAL BRASILEIRO.**

Yumiko UGADIM *

ABSTRACT

Distribution of species of **Gelidium** and **Pterocladia** in the Brazilian coast.

The distribution of the species of **Gelidium** and **Pterocladia** in the Brazilian coast shows the following aspects: (i) taxa with wide distribution, occurring from State of Pará to Rio Grande do Sul, **G. crinale** and **G. pusillum** var. **pusillum**; ii – taxa with N/NE distribution from Maranhão to Bahia and/or North of Espírito Santo, **G. americanum**, **G. coarctatum**, **P. caerulescens** and **P. bartlettii**; iii – taxa with E/S distribution from North of Espírito Santo to Rio Grande do Sul, **G. floridanum**, **G. latifolium**, **G. pusillum** var. **conchicola** and **P. capillacea**; iv – taxa with restrict distribution, **G. torulosum** and **G. sesquipedale**. So two geographic regions can be distinguished for the group, N/NE region and S/SE region. Taxonomic problems related to the groups are discussed.

Key words: **Gelidium**, **Pterocladia**, marine algae, distribution, Brazil.

* Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Depto. de Botânica, São Paulo,

RESUMO

O exame da distribuição geográfica dos táxons infragenéricos de *Gelidium* e *Pterocladia* no litoral brasileiro mostra as seguintes situações: i — táxons com ampla distribuição, ocorrendo desde o Pará até Rio Grande do Sul, *G. crinale* e *G. pusillum* var. *pusillum*; ii — com distribuição Norte-Nordeste, ocorrendo desde o Maranhão até Bahia e/ou norte do Espírito Santo, *G. americanum*, *G. coarctatum*, *P. caerulescens* e *P. bartlettii*; iii — com distribuição Leste-Sul, ocorrendo desde o norte do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, *G. floridanum*, *G. latifolium*, *G. pusillum* var. *conchicola* e *P. capillacea*; iv — com distribuição geográfica restrita, como *G. torulosum* e *G. sesquipedale*. Portanto, duas regiões geográficas podem ser distinguidas para o grupo, regiões Norte-Nordeste e Sudeste-Sul. Problemas taxonômicos relacionados ao grupo também são discutidos.

Palavras chave: *Gelidium*, *Pterocladia*, algas marinhas, distribuição, Brasil.

Os táxons dos gêneros *Gelidium* e *Pterocladia* foram referidos para o litoral brasileiro por diversos autores em trabalhos de floras locais ou então de lista de espécies.

Oliveira Filho (1977), em uma sinopse das algas marinhas bentônicas do Brasil, considerou válidos os seguintes: *Gelidium corneum* (Hudson) Lamouroux, *G. crinale* (Turner) Lamouroux, *G. floridanum* Taylor, *G. pusillum* (Stackhouse) Le Jolis, *Pterocladia americana* Taylor, *P. capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret e de ocorrência duvidosa os seguintes: *Gelidium cartilagineum* Kuetzing, *G. multifidum* Greville, *G. parvulum* Greville, *G. supradecompositum* Kuetzing, *G. torulosum* Kuetzing e *G. variabile* (Greville) J. Agardh (Tabela II).

Ugadim (1985) em seu estudo taxonômico dos dois gêneros do litoral brasileiro, através de coletas sistemáticas realizadas desde o Estado do Pará até o Rio Grande do Sul (cerca de 9000 km), reconheceu 12 táxons, sendo 9 do gênero *Gelidium* e 3 do gênero *Pterocladia* (Tabela I). Neste trabalho relaciona os sinônimos e discute alguns aspectos da taxonomia.

Seguem-se alguns comentários dos respectivos táxons.

G. americanum Taylor (Santelices) constitui uma referência

Tabela I — Táxons infragenéricos de *Gelidium* e *Pterocladia* do litoral brasileiro (UGADIM 1985)

Táxons	Sinônimos de citações mais recentes
* <i>G. americanum</i> (Taylor) Santelices <i>P. americana</i> (JOLY 1965) = <i>P. capillacea</i> <i>G. coarctatum</i> Kuetzing	<i>P. capillacea</i> (FERREIRA & PINHEIRO 1966), <i>P. pinnata</i> (PINHEIRO & FERREIRA 1968), <i>G. corneum</i> (CARVALHO 1983)
<i>G. crinale</i> (Turner) Lamouroux <i>G. floridanum</i> Taylor	
* <i>G. latifolium</i> (Greville) Bornet et Thuret	<i>G. corneum</i> (BRAGA 1971, UGADIM 1970 e 1974), <i>G. cartilagineum</i> (UGADIM 1985)
<i>G. pusillum</i> (Stack) Le Jolis var. <i>pusillum</i> <i>G. pusillum</i> (Stack) Le Jolis var. <i>conchicola</i> Piconne et Grunow	<i>G. pusillum</i> var. <i>pusillum</i> (JOLY 1957)
* <i>G. sesquipedale</i> (Clemente) Thuret <i>G. torulosum</i> Kuetzing	
* <i>P. bartlettii</i> Taylor	<i>G. crinale</i> (JOLY 1965)
* <i>P. caerulea</i> (Kuetzing) Santelices	<i>G. corneum</i> (PEREIRA ET ALII - PRELO)
<i>P. capillacea</i> (Gmelin) Bornet et Thuret	<i>G. supradecompositum</i> (UGADIM 1985)

* Citação nova (UGADIM 1985).

nova para o litoral brasileiro. As plantas descritas por Joly (1965) como *P. americana* Taylor são diferentes, são plantas jovens de *P. capillacea*.

G. coarctatum Kuetzing, descrita originariamente com base em material coletado no Brasil e considerada pelos autores recentes como de ocorrência duvidosa, foi encontrada crescendo em abundância nos estados do nordeste brasileiro. A espécie foi referida para o Brasil com outros binômios: *P. capillacea* (Ferreira e Pinheiro 1966, para o Estado do Ceará; *P. pinnata* (Pinheiro-Vieira e Ferreira 1968 para os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Alagoas e como *G. corneum* (Carvalho 1983 para o Estado da Paraíba).

G. crinale (Turner) Lamouroux foi referida por vários autores para o Brasil. **G. crinale**, referida por Joly (1965) para o Estado do Rio de Janeiro, trata-se de **P. bartlettii**.

G. floridanum Taylor, referida por Ugadim (1970) para os Estados de São Paulo e Paraná como referência nova para o litoral brasileiro, foi encontrada posteriormente crescendo abundantemente em todos os Estados do sudeste e sul brasileiros. Plantas masculinas nunca foram encontradas.

G. latifolium (Greville) Bornet et Thuret. A espécie foi referida por Ugadim (1985) pela primeira vez, com este binômio, para o Brasil. Outros binômios foram utilizados por diversos autores para a espécie. O binômio **G. corneum** foi o mais utilizado tanto no Brasil como em várias regiões do mundo. Já no início do século a confusão era tão grande que De Toni (1897), no seu tratamento do gênero *Gelidium*, rejeitou **G. corneum**. Setchell (1931) tentou fazer a tipificação de **Fucus corneus** Hudson uma vez que **G. corneum** (Hudson) Lamouroux é a espécie tipo. Verificou que o táxon poderia ter sido criado com base em espécime da alga hoje conhecida como **G. sesquipedale** (Clemente) Thuret. Baseando-se no Código Internacional de Nomenclatura Botânica, Feldmann e Hamel (1936) recomendaram o não uso do binômio considerando-o "nomina ambigua". Trabalhos posteriores, na Europa, deixaram de utilizar o binômio.

São consideradas pertencentes a **G. latifolium** somente **G. corneum**, citadas para os Estados de São Paulo, Santa Catarina e Paraná. São plantas muito parecidas morfológicamente com **P. capillacea** podendo ser diferenciadas principalmente pela distribuição das "rizines" medulares em **P. capillacea** e subcorticais em **G. latifolium**, em plantas sem cistocarpos.

G. pusillum (Stackhouse) Le Jolis var. **pusillum**. As plantas consideradas pertencentes a essa variedade são aquelas cuja as alturas variam de 1 a 3,5 cm, com talo extremamente simples, quase sem ramificação e até com ramos de 2ª. a 3ª. ordens, com aspecto pinado. Crescem na região inferior da zona das marés.

G. pusillum (Stackhouse) Le Jolis var. **conchicola** Piccone et Grunow. São plantas facilmente separáveis da var. **tipica** pela morfologia e pela posição ocupada no costão rochoso. **G. pusillum** var. **pusillum** em Joly (1957) é considerada pertencente a var. **conchicola**.

G. sesquipedale (Clemente) Thuret ocorre na região de águas frias da zona de ressurgência de Cabo Frio, crescendo a profundidades de 4 a 5 m. De acordo com Feldmann e Hamel (1936) as

plantas maiores da espécie são encontradas atiradas à praia e segundo os autores essas crescem no infra litoral em grandes profundidades.

G. torulosum Kuetzing. A espécie foi descrita com base no material coletado por A. von Chamisso em local não especificado do litoral brasileiro. **Kuetzing** (1868) além da descrição mostra um exemplar cistocárpico com râmulos torulosos, como mencionados por **Piccone** (1889). A espécie foi listada por **Martens** (1870) e **Piccone** (1886 a, b e 1889). **De Toni** (1897) cita a espécie entre aquelas que necessitam ser melhor estudadas. **Taylor** (1931 e 1960) e **Oliveira Filho** (1977) inclui entre as de ocorrência duvidosa para o Brasil ou de validade discutível.

Pterocladia caerulescens (Kuetzing) Santelices constitui uma referência nova para o Brasil. Das espécies brasileiras é a única em que o gametófito é monóico e os cistocarpos apresentam mais que um poro na mesma saliência.

Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet et Thuret é uma das espécies mais citada na literatura, com distribuição bastante ampla, sendo também bastante estudada sob vários aspectos. Os seguintes binômios foram considerados como sinônimos de **P. capillacea**: **Santelices** (1977), **G. capillaceum** (Gmelin) Kuetzing, **G. pyramidale** (Gardner) Dawson, **P. densa** Okamura, **P. tenuis** Okamura, **G. okamurai** (Setchell et Gardnes) Taylor, **P. mexicana** Taylor, **P. robusta** Taylor e **P. complanata** Loomis; **Stewart e Norris** (1981) **G. sonorensis** e **Ugadim** (1985) **G. supradecompositum** Kuetzing.

Dentre as espécies de **Gelidium** e de **Pterocladia** de ocorrência duvidosa, (Tabela II), cremos que **G. multifidum** (Greville) deve permanecer como tal. A descrição é muito pobre, de apenas 2 linhas, não permitindo a caracterização de qualquer táxon.

G. cartilagineum (1.) Gaillon, referida para o Brasil por **De Toni** (1897) e por **Martius et al.** (1833) como **Spherooccus cartilagineus** C. Ag. para os Estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina foi considerada sinônimo de **G. latifolium** (**Ugadim** 1985).

G. parvulum Greville, cuja localidade tipo é Brasil e citada por vários autores desde o século passado como de ocorrência duvidosa, deve ser uma espécie de **Gelidiopsis**, como afirma **Taylor** (1960) que observou o espécime tipo.

Gelidium variable (Greville) J. Agardh referida pela primeira vez para o Brasil por **Piccone** (1885) e posteriormente por **Taylor** (1931 e 1960) como de referência duvidosa havia sido colocada por **De Toni** (1897) como sinônimo de **Gelidiopsis variabilis**.

Considerando-se a distribuição dos táxons infragenéricos no

Tabela II — Espécies de *Gelidium* e *Pterocladia* do litoral brasileiro (OLIVEIRA FILHO 1977)

<i>G. corneum</i> (Huds.) Lamouroux.	= <i>G. latifolium</i> (SE)
“nomina ambigua” —	<i>G. coarctatum</i> (NE)
FELDMANN & HAMEL (1936)	<i>P. caerulescens</i> (NE)
<i>G. crinale</i> (Turner) Lamour.	
<i>G. floridanum</i> Taylor	
<i>G. pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	
<i>P. americana</i> Taylor	= <i>G. americanum</i>
<i>P. capillacea</i> (Gmelin) Bornet et Thuret	

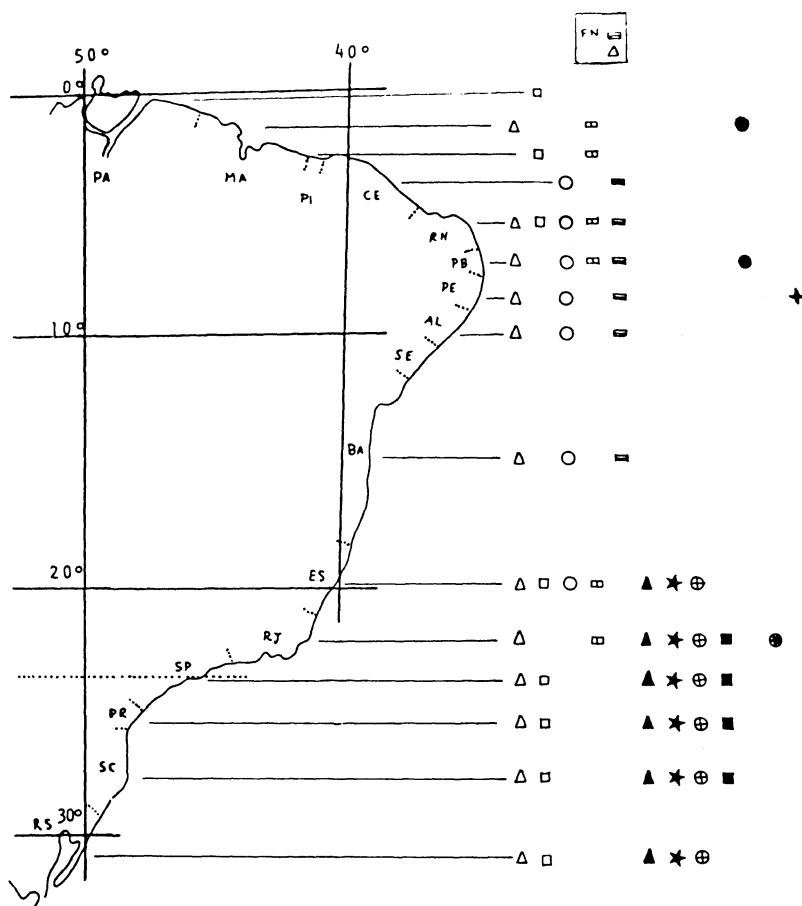
OCORRÊNCIAS DUVIDOSAS

<i>G. cartilagineum</i> (L.) Gaillon	= <i>G. latifolium</i> (UGADIM 1985)
<i>G. coarctatum</i> Kuet. — encontrada no NE	
* <i>G. multifidum</i> Grev. — referência duvidosa	
<i>G. parvulum</i> Grev. sp. de <i>Gelidiopsis</i> (TAYLOR 1960)	
<i>G. supradecompositum</i> Kuet.	= <i>P. capillacea</i> (UGADIM 1985)
<i>G. torulosum</i> Kuet. — encontrada no NE	
<i>G. variabile</i> (Grev.) J. Ag.	= <i>Gelidiopsis variabilis</i> (DE TONI 1897)

* Referência duvidosa.

litoral brasileiro podem ser reconhecidas as seguintes situações (Mapa 1): i — táxons com ampla distribuição, ocorrendo desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul, como *G. crinale* e *G. pusillum*; ii — com distribuição Norte Nordeste, ocorrendo desde o Estado do Maranhão até o sul do Estado da Bahia e/ou norte do Espírito Santo, como *G. americanum*, *G. coarctatum*, *P. caerulescens*, *P. bartlettii*, esta última espécie ocorrendo também no Estado do Rio de Janeiro, iii — com distribuição Leste Sul, ocorrendo desde o norte do Estado do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, como *G. floridanum*, *G. latifolium*, *G. pusillum* var. *conchicola* e *P. capillacea*; iv — com distribuição geográfica restrita, como *G. torulosum*, ocorrendo apenas na praia de Gaibu no Estado de Pernambuco e *G. sesquipedale*, ocorrendo na região de ressurgência em Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro e coletada a 4-5m da profundidade.

P. capillacea foi referida por alguns autores para alguns Estados do Nordeste (Tabela I). Essas citações correspondem a *G*



- - *G. americanum*
- - *G. coarctatum*
- Δ - *G. crinale*
- ▲ - *G. floridanum*
- - *G. latifolium*
- - *G. pusillum* var. *pusillum*

- ★ - *G. pusillum* var. *conchicola*
- ⊙ - *G. sesquipedale*
- ✦ - *G. torulosum*
- ▣ - *P. bartlettii*
- ≡ - *P. caerulescens*
- ⊕ - *P. capillacea*

Mapa 1 — Mapa com a distribuição dos táxons estudados no litoral do Brasil.

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):65-74, dezembro 1987

coarctatum. As duas espécies são semelhantes quanto a morfologia, ao aspecto das populações e quanto ao habitat. **G. coarctatum** foi encontrada em quase todos os estados do Nordeste (Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas e Bahia) crescendo em abundância, formando populações densas, sempre férteis, com plantas cistocárpicas, masculinas e tetraspóricas. Já ao norte do Espírito Santo só fora encontradas plantas pequenas, não férteis ocorrendo em forma de tufos, não constituindo faixas contínuas como acontece nos estados mais ao norte. **P. capillacea** não foi encontrada nos estados nordestinos acima mencionados. A espécie foi encontrada mais ao sul do Estado do Espírito Santo, crescendo exuberantemente, formando faixas contínuas em vários locais e isto se repete no litoral de todos os estados do sudeste e sul brasileiro. O limite sul de distribuição de **G. coarctatum** é coincidente com o limite, norte de distribuição de **P. capillacea**, verifica-se uma substituição de uma espécie pela outra ao norte e ao sul, a partir do norte do Estado do Espírito Santo.

A mesma situação pode ser verificada quando se analisa a distribuição de **P. caerulescens** e **G. floridanum**. Populações de **P. caerulescens** são encontradas em abundância, crescendo sobre recifes, nos estados nordestinos e desaparecem completamente na região Sul da Bahia. Nesse estado as poucas amostras encontradas já se apresentaram com poucas plantas férteis. Não ocorrem no Estado do Espírito Santo e nos demais estados ao sul, enquanto **G. floridanum** ocorre em abundância em todos os estados ao sul da Bahia.

G. latifolium se assemelha a **P. capillacea** e a **G. coarctatum**. Acreditamos que as citações de **G. corneum** para os estados nordestinos correspondam a **G. coarctatum** e para os estados do sul a **G. latifolium**.

As maiores modificações na distribuição dos táxons infra-genéricos de *Gelidium* e de *Pterocladia* ao longo do litoral brasileiro, foram verificadas na região compreendida entre o Sul do Estado da Bahia e norte do Espírito Santo. Essa região corresponde aproximadamente a uma das "barreiras" na distribuição das espécies de algas marinhas bentônicas consideradas por Oliveira Filho (1977).

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, F.A.F. 1983. *Dionomia bêmica do complexo recifal do litoral do Estado da Paraíba, com ênfase nas macrófitas.*

- São Paulo. USP. 184p. (Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico).
- DE TONI, G.B. 1897. *Sylloge algarum omnium hucusque cognitatum*. Padua. 4 (Silloge Floridearum) (1):I-XX et LXI + 1 – 388p.
- FELDMANN, J. & HAMEL, G. 1936. Floridées de France VII. Gelidiales. *Rev. Algol.* 9(1):209-264 + 6 pl.
- FERREIRA, M.M. & PINHEIRO, F. 1966. Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do NE brasileiro. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará* 6 (1):59-66.
- JOLY, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bolm. Fac. Filos. Ciênc. Univ. S. Paulo*, São Paulo, sér. Bot. 21:1-393.
- KUETZING, F.T. 1868. *Tabulae phycologicae, order abildungen der Tange*, Nordhausen, 18:i + 35p + 100pr.
- MARTENS, G. von 1870. *Cinspectus algarum Braziliae hactenus detectarum*. *Vidensk. Meddr. dansk. naturh. Foren*, Kjobenhavn, 2 (18/20):297-314.
- MARTIUS, K.F.P. von; ESCHWEILLER, F.G.; ESENBECKI, C.G. N. von 1833. *Flora Brasiliensis seu numeratio plantarum in Brasilia*. . . 1, 1:iv + 390p. (Algae 1-50) 8v. Stuttgart et Tubingen.
- OLIVEIRA, F^o, E.C.de 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. São Paulo, USP 407p. (Tese de Livre Docência, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências).
- PICCONE, A. 1886a. *Alghe del viaggio di circumnavigazione della "Vettor Pisani"*. *Contr. Phycol. Extra-Ital.* p. 283-287.
- PICCONE, A. 1886b. *Alghe del viaggio di circumnavigazione della "Vettor Pisani"*, Genova, 87p.
- PICCONE, A. 1889. *Nuove Alghe del viaggio de circumnavigazione*. *Nerfíca*, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):65-74, dezembro 1987

zione della "Vettor Pisani". Atti R. Accad. Lincei. Mem. Cl. Sci. Fisiche, Mat e Nat., 6:10-63.

PINHEIRO-VIEIRA, F. & FERREIRA, M.M. 1968. Segunda contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste brasileiro. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará. 8 (1):75-82.

SANTELICES, B. 1977. A taxonomic review of Hawaiian Gelidiales (Rhodophyta) Pacif. Sci. 31(1):61-84.

SETCHELL, W.A. 1931. Some early algal confusions. Univ. Calif. Bot., Berkeley, 16:351-366.

STEWART, J.G. & MORRIS, J.N. 1981. Gelidiaceae (Rhodophyta) from the northern Gulf of California, Mexico. Phycologia, Dorking, 20(3):273-284.

TAYLOR, W.R. 1931. A synopsis of the marine algae of Brasil. Rev. Algol., Paris, 5(3/4):279-313.

TAYLOR, W.R. 1960. Marine algae of eastern tropical and sub-tropical coast of the Americas. Ann Arbor, Univ. Mich. Press, 21:870p, pl 1-80.

UGADIM, Y. 1970. Algas marinhas bentônicas do litoral sul do Estado de São Paulo e do litoral do Estado do Paraná. São Paulo, USP. 362p. (Tese de Doutorado. Departamento de Botânica, Instituto de Biociências).

UGADIM, Y. 1985. Estudos taxonômicos de *Gelidium* e *Pterocladia* (Gelidiaceae - Nemaliales - Rhodophyta) do Brasil. São Paulo, USP. 218p. (Tese de Livre Docência. Departamento de Botânica, Instituto de Biociências).

**FITOPLÂNCTON DE REDE DA LAGOA DE CIMA,
CAMPOS (RIO DE JANEIRO, BRASIL): UMA CONTRIBUIÇÃO
A SEU CONHECIMENTO.**

Vera Lucia de Moraes HUSZAR
Lúcia Helena Sampaio da SILVA
Ina de Souza NOGUEIRA

ABSTRACT

(Net phytoplankton of "Lagoa de Cima", Campos, State of Rio de Janeiro, Brazil: a contribution to its knowledge). The paper aims at the taxonomic survey of the net plankton algae of "Lagoa de Cima", located in the Municipality of Campos (21°46'28"S, 41°31'15"W), and which contributes economically to the region besides being an important leisure site. Based on samples collected in periods both of rain and draught, 64 taxa were identified to specific and infraspecific levels and presently described in details. Out of these, 7 are member of the Cyanophyceae, 18 of Chlorophyceae, 20 of Zygnemaphyceae, 10 of Euglenophyceae, 3 of Bacillariophyceae, 2 of Chrysophyceae, 3 of Xanthophyceae, and 1 of Dinophyceae.

Key words: Phytoplankton, taxonomy, Lagoa de Cima, Brazil.

* Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Botânica, Quinta da Boa Vista, 20942 - São Cristóvão, Rio de Janeiro.
Parcialmente financiado pelo Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico e o Conselho de Ensino e Pesquisas para Graduados — UFRJ.

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):75-104, dezembro 1987

RESUMO

Este trabalho contribui ao levantamento taxonômico das algas planctônicas de rede da Lagoa de Cima, Município de Campos (21°46'28"S, 41°31'15"W) a qual contribui economicamente para a região além de ser importante área de lazer para a comunidade. Com base na análise de amostras coletadas em períodos de chuva e de estiagem identificaram-se 64 táxons a níveis específico e infra-específico, os quais estão descritos e ilustrados neste trabalho. Destes, 7 são representantes de Cyanophyceae, 18 de Chlorophyceae, 20 de Zygnemaphyceae, 10 de Euglenophyceae, 3 de Bacillariophyceae, 2 de Chrysophyceae, 3 de Xanthophyceae e 1 de Dinophyceae.

Palavras chave: fitoplâncton, taxonomia, Lagoa de Cima, Brazil.

INTRODUÇÃO

O estudo dos ecossistemas lacustres presentes em toda a extensão da costa brasileira, ainda foi muito pouco explorado sob o ponto de vista científico, principalmente no que se refere a floraficológica de suas lagoas costeiras. Para o Estado do Rio de Janeiro, apesar de existirem 20 trabalhos, estes apenas listam algumas espécies de algas e, às vezes, acrescentam alguns dados limnológicos.

Estes ambientes são de grande importância para a comunidade regional na medida que participam em sua economia, pela produção de peixes e crustáceos, além de constituírem áreas de lazer. Salienta-se aqui as profundas alterações que vêm sofrendo em função do aporte de efluentes domésticos e industriais, da extração de calcáreo e da especulação imobiliária.

Contribuição importante sobre esses ecossistemas é o trabalho de LAMEGO (1955) que analisa a origem de várias lagoas, situadas na zona do baixo Rio Paraíba do Sul, incluindo a Lagoa de Cima. PRÓ-AGRO (1975) realizou estudos sobre a possibilidade de peixamento da Lagoa, onde menciona alguns gêneros de algas.

Estudos limnológicos foram realizados por ESTEVES ET AL (1984) em 14 lagoas costeiras, de diferentes salinidades, dos Municípios de Campos, Macaé e Casemiro de Abreu, Rio de Janeiro,

que as caracterizaram sob o ponto de vista físico-químico de suas águas, assim como de alguns de seus aspectos biológicos. Dados ecológicos e biogeográficos dessas mesmas lagoas, assim como o levantamento da fauna de copépodos foram realizados por REID & ESTEVES (1984). HUSZAR & ESTEVES (1986) apresentaram detalhada revisão bibliográfica sobre a flora ficológica das lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, ao mesmo tempo que abordaram alguns aspectos da estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 14 dessas lagoas.

O presente trabalho visou contribuir ao conhecimento da flora ficológica planctônica de rede da Lagoa de Cima, ampliando-se, assim, o conhecimento limnológico das 14 lagoas citadas anteriormente e estudadas por ESTEVES ET AL (1984), REID & ESTEVES (1984) e HUSZAR & ESTEVES (1986).

MATERIAL E MÉTODOS

A Lagoa de Cima (Fig. 1) localiza-se no Município de Campos, Estado do Rio de Janeiro (21°46'28"S e 41°31'15"W). Segundo BERNARDES (1952) a região apresenta clima quente e úmido com estação chuvosa no verão e estiagem no inverno (AW Köppen). Situa-se no complexo geológico Paraíba do Sul, tendo sido formada, basicamente, por fenômenos fluviais (LAMEGO, 1955). Tem cerca de 12,5 km² de área, profundidade máxima de 3,5m e é circundada, principalmente, por áreas agrícolas. Seus principais afluentes são os rios Imbé e Urubu, sendo suas águas drenadas pelo Rio Ururaí, para a Lagoa Feia. Suas águas são doces, claras, relativamente transparentes, variando de levemente ácidas a levemente alcalinas e seus sedimentos são do tipo silte inorgânico com areia média fina (ESTEVES, 1984, REID & ESTEVES, 1984). Segundo PRÓ-AGRO (1975) a Lagoa de Cima possui águas silicosas com maior porcentagem de sílica, que dos outros íons, apresentando em suas margens depósitos de diatomito.

O estudo da flora planctônica baseou-se em amostras coletadas em janeiro de 1983 e março de 1986, período de chuvas, e em setembro de 1983 e dezembro de 1986, período de estiagem. As coletas foram realizadas na massa d'água superficial no ponto mais central da lagoa; as amostras de 1983 foram coletadas com rede de 20 µm de abertura de malha, fixadas com lugol e mantidas em geladeira e as de 1986 foram coletadas com rede de 25 µm e fixadas com solução de Transeau. Todos os táxons foram descri-

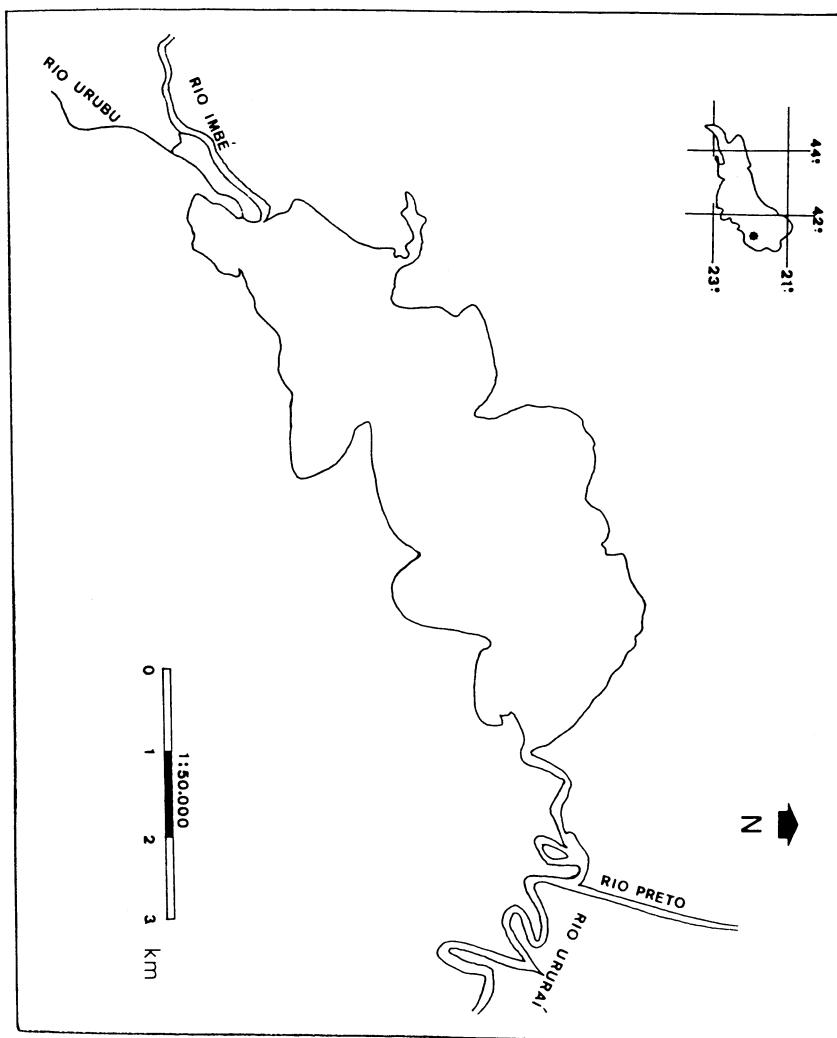


Figura 1 — Localização e mapa da Lagoa de Cima, Campos, Rio de Janeiro.

tos, medidos e ilustrados, baseados nos caracteres morfológicos vegetativos em amostras populacionais.

RESULTADOS

Durante o período de estudos, a comunidade fitoplanctônica de rede da Lagoa de Cima esteve composta por sessenta e quatro táxons descritos a seguir:

CLASSE CYANOPHYCEAE

Anabaena affinis Lemm. f. **viguieri** (Denis & Frémy) Kom.

Tax. Rev. plankt. Blaualg. Tschec., 124, pl. 14, fig. 5-9. 1958 (Figuras 4-5).

Basiônimo — **Anabaena viguieri** Denis & Frémy, Bull. Soc. bot. Linn. Norm. Sér. 7,6: 122, pl. 2, fig. 1-2. 1923.

Filamentos isolados, retos ou quase; células doliformes, ca. 1,3-1,5 vezes mais longas que largas, freqüentemente com gotas de óleo; pseudovacúolos presentes; heterocistos esféricos e subesféricos, isolados ou separados do acineto por 1-2 células; acinetos esféricos, a oblongos até oblongo-ovados. Comprimento das células 4,3-22,1 μ m, largura 3,8-4,8 μ m; comprimento dos heterocistos 5,7-5,8 μ m, largura 5,8-6,7 μ m; comprimento dos acinetos 9,6-22,1 μ m, largura 8,2-11,6 μ m.

KOMARÉK (1958) inclui **A. viguieri** (Denis & Frémy) var. **dannica** Nygaard como sinônimo de **A. affinis** f. **viguieri**. A variedade de NYGAARD (1949) apresenta formato das células vegetativas muito similares à população da Lagoa de Cima, ainda que esta tenha sido encontrada com dimensões um pouco menores do que as encontradas por Nygaard.

Cylindrospermum muscicola Kütz.

Phyc. germ., 173. 1845. (Figuras 13-16)

Filamentos emaranhados; células doliformes, alongadas, freqüentemente com gotas de óleo; heterocistos esféricos, a ovados, nas extremidades dos filamentos; acinetos oblongos a oblongo-ovados, adjacentes aos heterocistos. Comprimento das células 4,8-8,6 μ m, largura 3,8-6,2 μ m; comprimento dos heterocistos 4,8-6,2 μ m, largura 3,8-6,2 μ m; comprimento dos acinetos 11,5-15,8 μ m, largura 6,2-12,6 μ m.

Cylindrospermum stagnale (Kütz.) ex Bornet & Flah. var. **an-**

gustum G.M. Smith.

Bull Torrey bot. Club. 43:481, pl. 26, fig. 24. 1916. (Figuras 10-12).

Filamentos emaranhados; células doliformes, 1,3-1,5 vezes mais longas que largas, freqüentemente com gotas de óleo; heterocistos esféricos a ovados nas extremidades dos filamentos; acinetos cilíndrico-alongados, adjacentes aos heterocistos. Comprimento das células 4,8-8,6 μm , largura 3,8-5,8 μm ; comprimento dos heterocistos 4,8-6,7 μm , largura 4,8-5,8 μm ; comprimento dos acinetos 10,6-19,4 μm , largura 5,3-11,1 μm .

Esta variedade está caracterizada pelas dimensões menores do que a espécie tipo, porém GEITLER (1932) a considera apenas um estágio imaturo, onde o acineto não atingiu ainda o tamanho típico da espécie.

Eucapsis alpina Clem. & Shantz.

Minn. bot. Stud. 4: 134, pl. 2, fig. 38-40. 1909. (Figura 3).

Colônias cúbicas de 8 células, mucilagem colonial ampla, hialina; células esféricas, conteúdo homogêneo, pseudovacúolos ausentes. Diâmetro das colônias 30,5-35,3 μm , diâmetro das células 4,2-4,8 μm .

Lyngbya limnetica Lemm.,

Bot. Zbl. 76: 154, 1899. (Figura 9).

Filamentos isolados, retos, não atenuados nas extremidades; mucilagem delgada, hialina, não lamelada; células 1,9-3,2 vezes mais longas que largas; septos não constrictos e sem granulações; ápice da célula terminal arredondado, sem espessamento ou caliptra; conteúdo celular homogêneo. Comprimento das células 1,9-2,9 μm , diâmetro ca. 1,0 μm .

Microcystis aeruginosa Kütz. f. **flos-aquae** (Wittr.) Elenk.

Monogr. Alg. Cyanoph., pars spec. 1:103.1938. (Figura 2)

Basônimo — **Policystis flos-aquae** Wittr., In: Wittrock & Nordstedt, Algae Exscic. 6:298. 1879.

Colônias subesféricas a alongadas, margens irregulares, formadas por numerosas células esféricas a hemisféricas logo após a divisão, com pseudovacúolos, irregularmente dispostas em toda a mucilagem hialina. Diâmetro das colônias 68,4-78,9 μm ; diâmetro das células 4,2-8,5 μm .

Oscillatoria chlorina (Kütz.) ex Gomont

Annls. Sci. nat., Sér. 7, 16:223. 1892. (Figura 8)

Basiônimo — *Oscillaria chlorina* Kütz., Phyc. gener., 185. 1843.

Tricomas retos ou quase, não atenuados nas extremidades; células 1,2-1,3 vezes mais longas que largas; septos transversais não constrictos e sem granulações; ápice da célula terminal arredondado, sem espessamento ou caliptra; conteúdo celular finamente granuloso. Comprimento das células 4,7-8,4 μm , diâmetro 4,7-6,8 μm .

CLASSE CHLOROPHYCEAE

***Coelastrum pseudomicroporum* Kors.**

Protococcineae, 347, fig. 318. 1953. (Figura 23).

Cenóbios esféricos de 16 células unidas entre si por 7 processos mucilaginosos curtos (menores que a metade do diâmetro das células); espaços intercelulares subtriangulares; células subovadas, comprimidas na região de contato; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro dos cenóbios 21,1-30,7 μm ; diâmetro das células 8,0-10,0 μm .

***Coelastrum pulchrum* Schmidle**

Ber. dt. bot. Ges. 10:206-207, pl. 11, fig. 1-2. 1892. (Figura 22).

Cenóbios esféricos de 8-16-32 células unidas entre si por 5-6 processos mucilaginosos curtos (menores que a metade do diâmetro das células), espaços intercelulares arredondados; células subovadas, 5-6 ângulos margem externa com 1 processo curto, cônico-truncado, de ápice espessado; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro dos cenóbios 33,2-47,4 μm , diâmetro das células 9-16,8 μm .

***Coelastrum reticulatum* (Dang.) Senn.**

Bot. Ztg. 57:66, pl. 2, fig. 1-10. 1899. (Figura 29).

Basiônimo — *Hariotina reticulata* Dang., Botaniste, Sér. 1,1: 163, pl. 7, fig. 15-17. 1889.

Cenóbios esféricos de 8-16 células unidas entre si por 5-7 processos mucilaginosos longos (cerca da metade do diâmetro da célula) freqüentemente formando cenóbios múltiplos; espaços intercelulares triangulares; células esféricas; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro dos cenóbios 21,3-30,5 μm ; diâmetro das células 4,9-10 μm .

***Crucigeniella rectangularis* (A. Braun) Kom.**

Arch. Protistenk. 116:37, fig. 65.66. 1974. (Figura 26).

Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):75-104, dezembro 1987

Basiônimo — *Staurogenia rectangularis* A. Braun. Alg. unicell. gen. nova minus cogn. 70. 1855.

Cenóbios retangulares de 16 células dispostas cruciadamente, espaço central rombóide; células subovadas, sem espessamento; cloroplastídio único, parietal, pirenóide não observado. Comprimento dos cenóbios ca. 36,8 μm , largura ca. 22,0 μm ; comprimento das células 7,9-8,9 μm , largura 4,7-6,3 μm .

***Dictyosphaerium pulchellum* Wood.**

Smithson. Contr. Knowl. 19 (241): 84, pl. 10, fig. 4. 1872. (Figura 19).

Colônias esféricas, formadas por grupos de 4 células esféricas ligadas entre si por fios ramificados de mucilagem; cloplastídio poculiforme, com 1 pirenóide. Diâmetro das colônias 54,2-57,9 μm ; diâmetro das células 4,8-6,8 μm .

***Eudorina elegans* Ehr.**

Phys. Math. Abh. K. Akad. Wiss Berlin 1831:78, pl. 2, fig. 10 A-D. 1832. (Figura 6).

Colônias esféricas de 32 células envoltas em bainha mucilaginosa de contorno liso; células esféricas dispostas em séries transversais; cloroplastídio poculiforme, com 2 pirenóides. Diâmetro das colônias 82,8-105 μm , diâmetro das células 11,5-13,8 μm .

***Golenkinia radiata* Chod.**

J. Bot. 8:305, pl. 3, fig. 1-24. 1894 (Figura 20).

Células isoladas, esféricas; parede celular com setas longas, delicadas; cloroplastídio único, poculiforme, com 1 pirenóide reniforme. Diâmetro das células 9,7-18,4 μm ; comprimento das setas 21,3-29,1 μm .

***Kirchneriella lunaris* (Kirch.) Moeb.**

Abh. Senckenb. naturforsch. Ges. 18:331. 1894. (Figura 7).

Basiônimo — *Raphidium convolutum* (Corda) Rabenh. var. *lunare* Kirch., Kryptog Flora. Schlesien. 2(1):114. 1878.

Colônias de 8-16 células, dispostas irregularmente em mucilagem homogênea; células lunadas, ápices gradualmente afilados no mesmo plano; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro das colônias ca. 60,9 μm ; diâmetro das células 1,9-6,3 μm , altura 5,8-10,5 μm ; distância entre os ápices 1,6-2,6 μm .

***Nephrocytium agardhianum* Näg.**

Gatt. einz. Algen, 79, pl. 3, fig. Ca - p. 1849. (Figura 21).

Colônias oblongas de 4-8 células irregularmente distribuídas em mucilagem; células cilíndrico-curvadas, ápices arredondados; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Comprimento das colônias 43,7-49,4 μm , largura 30-35,3 μm ; comprimento das células 17,9-21 μm , largura 4,2-4,7 μm .

***Pediastrum birradiatum* Meyen.**

Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carol. 14:773, pl. 43, fig. 21-22. 1829. (Figura 25).

Cenóbios arredondados de 8 células, espaços intercelulares presentes; células tocando-se parcialmente, margem livre das células externas com dois processos ramificados dicotomicamente de ápices agudos, cada ramificação dicotômica cerca da metade da largura da célula; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro do cenóbio 28,4-36,5 μm ; comprimento das células externas 9,5-15,2 μm , largura 6,3-10,6 μm ; comprimento das células internas 5,7-14,1 μm , largura 6,8-9,4 μm .

***Pediastrum boryanum* (Turp.) Men.**

Linnaea 14:210. 1840. (Figura 24).

Basiônimo — *Hierella boryana* Turp., Mém. Mus. natn. Hist. nat. 16:319, pl. 13, fig. 22. 1828.

Cenóbios arredondados de 8-16 células dispostas concentricamente, espaços intercelulares ausentes; margem livre das células externas com 2 processos não ramificados; células internas com 6-7 lados retos; parede celular granulosa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro dos cenóbios 35,9-62,4 μm ; comprimento das células externas 12,6-16,5 μm , largura 5,8-12,5 μm ; comprimento das células internas 6,3-8,9 μm , largura 9,5-11,6 μm .

***Pediastrum duplex* Meyen.**

Nova Acta Acad. Caesar Leop. Carol. 14:772, pl. 43, fig. 6-20. 1829. (Figura 36).

Cenóbios arredondados de 16-32 células dispostas concentricamente, espaços intercelulares sublenticuliformes; margem livre das células externas com 2 processos de ápices truncados iguais ou menores que a largura das células; células internas subretangulares ou semelhantes às células externas; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro dos cenóbios 52,6-84,2 μm ; comprimento das células externas 9,5-21 μm , largura

6,8-15,3 μm ; comprimento das células internas 6,3-14,4 μm , largura 6,3-13 μm .

***Pediastrum tetras* (Ehr.) Ralfs.**

Ann. Mag. nat. Hist. 14:469, pl. 12, fig. 4. 1844. (Figura 37).

Basiônimo — *Micrasterias tetras* Ehr., Infus. 155, pl. 11, fig. 1. 1838.

Cenóbios arredondados ou quadráticos de 4-8 células dispostas concêntricamente, espaços intercelulares ausentes; margem livre das células externas com 2 processos ramificados dicotomicamente com incisão linear ou arcuada; células internas com incisão menor que as externas; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Diâmetro dos cenóbios de 8 células 27,2-33,9 μm ; comprimento das células externas 9,7-11,6 μm , largura 9,7-12,6 μm ; comprimento das células internas 6,3-8,7 μm , largura 6,3-7,8 μm .

***Scenedesmus acutus* Meyen.**

Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carol. 14:775, fig. 32. 1829. (Figura 31).

Cenóbios planos de 4-8 células dispostas linearmente em série única; células fusiformes, retas; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Comprimento das células 22,1-25,3 μm , diâmetro 4,2-5,3 μm .

***Scenedesmus bijugus* (Turp.) Kütz. var. *disciformis* (Chod.) Leite.**

Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. 248, fig. 133-135. 1979. (Figura 32).

Basiônimo — *Scenedesmus ecornis* (Ralfs) Chod. var. *disciformis* Chod., Beitr. KryptogFlora Schweiz 1(3):213, fig. 87. 1902.

Cenóbios planos de 8 células dispostas em duas fileiras superpostas; células oblongas a ovadas, angulares na base pela pressão mútua; parede celular lisa; cloroplastídio único, parietal, com 1 pirenóide. Comprimento das células 9,4-12,9 μm , largura 4,7-6,3 μm .

***Scenedesmus opoliensis* P. Richt. var. *mononensis* Chod.**

Z. Hydrol., Hydrogr., Hydrobiol., 3(3/4):210, fig. 112. 1926. (Figura 38).

Cenóbios planos de 4-8 células dispostas linearmente em série única; células externas com pólos truncados, levemente voltados para fora do cenóbio, cada um com 1 espinho; células internas

oblongas, às vezes com 1 dente em cada pólo; parede celular lisa; cloroplastídio único parietal, com 1 pirenóide. Comprimento das células 26,2-30,0 μm , largura 7,7-11,6 μm ; comprimento dos espinhos 17,4-29,1 μm .

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.

In: Brébisson & Godey, Mém. Soc. acad. Falaise, 1835:66. 1835. (Figura 30).

Basiônimo — **Achnanthes quadricauda** Turp., Dict. Sci. nat. 1820: pl. 14. fig. 13. 1830.

Cenóbios planos de 4 células dispostas linearmente em série única; células oblongas com pólos arredondados, células externas com 1 espinho em cada pólo e internas sem espinho; cloroplastídio único, parietal com 1 pirenóide. Comprimento das células 8,7-10,7 μm , largura 19,4-20,5 μm ; comprimento dos espinhos 18,4-22,6 μm .

Tetrallantos lagerheimii Teil.

Svensk. bot. Tidskr. 10:62. 1916. (Figuras 17-18).

Cenóbios de 2-4-8 células sublunadas, metade disposta num mesmo plano e as demais dispostas em plano perpendicular, envoltas em delicada bainha mucilaginosa; cloroplastídio único parietal, com 1 pirenóide. Comprimento das células 12,6-18,4 μm , diâmetro 4,8-5,3 μm .

CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE

Closterium kuetzingii Bréb.

Mem. Soc. imp. Sci. nat. Cherbourg, 4:156, pl. 2, fig. 40. 1856. (Figura 41).

Células fusiformes alongadas; margens dorsal e ventral igualmente convexas, afilando gradualmente em direção às extremidades; ápices recurvados, truncados ou arredondados, formando projeção setácea (1/4 do comprimento da célula) parede celular estriada, 7-10 estrias em 10 μm ; cloroplastídio axial, com pirenóides. Comprimento das células 181,7-481,0 μm , largura 4,6-14,8 μm , R c/1 32,5-39,5.

Cosmarium contractum Kirch. var. **minutum** (Delp.) West & West.

Mongr. brit. Desm., 2:173, pl. 61, figs. 30-33. 1905. (Figura 34).

Basiônimo — **Cosmarium minutum** Delp., Memorie Accad.

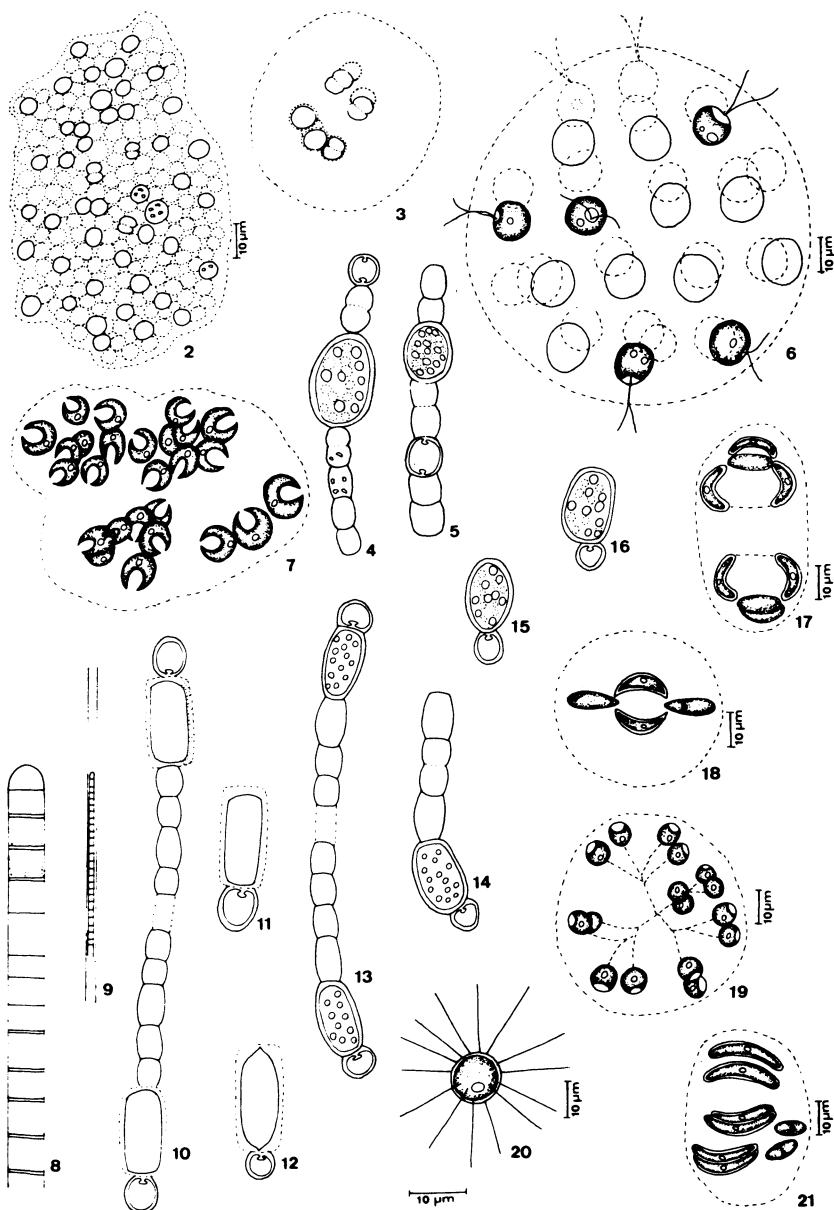


FIG. 2 - *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae*. FIG. 3 - *Eucapsis alpina*. FIG. 4-5 - *Anabaena affinis* f. *viguieri*. FIG. 6 - *Eudorina elegans*. FIG. 7 - *Kirchneriella lunaris*. FIG. 8 - *Oscillatoria chlorina*. FIG. 9 - *Lyngbya limnetica*. FIG. 10-12 - *Cylindrospermum stagnale* var. *angustum*. FIG. 13-16 - *Cylindrospermum muscicola*. FIG. 17-18 - *Tetralantos lagerheimii*. FIG. 19 - *Dictyosphaerium pulchellum*. FIG. 20 - *Golenkinia radiata*. FIG. 21 - *Nephrocytium agardhianum*.

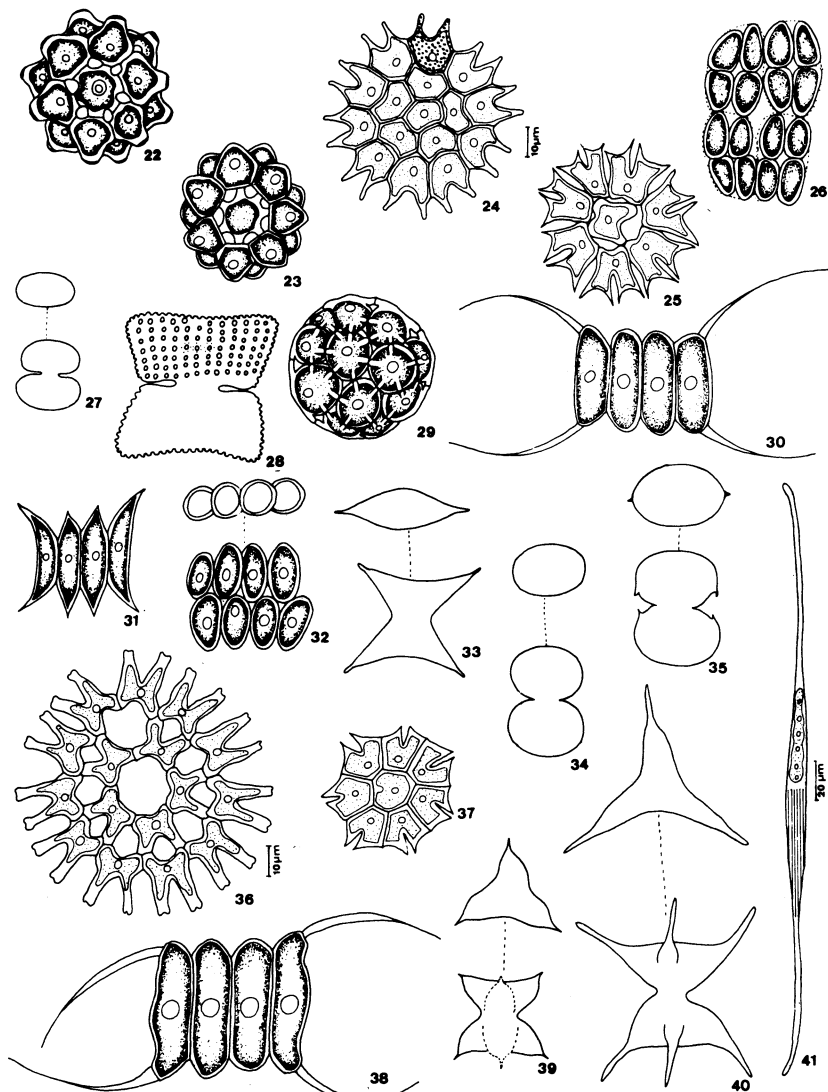


FIG. 22 - *Coelastrum pulchrum*. FIG. 23 - *Coelastrum pseudomicroporum*. FIG. 24 - *Pediastrum boryanum*. FIG. 25 - *Pediastrum birradiatum*. FIG. 26 - *Crucigeniella rectangularis*. FIG. 27 - *Cosmarium depressum* f. *minutum*. FIG. 28 - *Cosmarium porrectum*. FIG. 29 - *Coelastrum reticulatum*. FIG. 30 - *Scenedesmus quadricauda*. FIG. 31 - *Scenedesmus acutus*. FIG. 32 - *Scenedesmus bijugus* var. *disciformis*. FIG. 33 - *Staurodesmus phimus*. FIG. 34 - *Cosmarium contractum* var. *minutum*. FIG. 35 - *Staurodesmus lobatus* var. *ellipticus* f. *minor*. FIG. 36 - *Pediastrum duplex*. FIG. 37 - *Pediastrum tetras*. FIG. 38 - *Scenedesmus opoliensis* var. *mononensis*. FIG. 39 - *Staurodesmus dejectus*. FIG. 40 - *Staurodesmus connatus*. FIG. 41 - *Closterium kuetzingii*.

Sci. Torino, 30:105 pl. 7, figs. 37-39. 1877.

Células mais longas que largas; constricção mediana profunda, seno aberto, agudo; semicélulas subcirculares, margem ventral algumas vezes mais convexas que a dorsal. Vista vertical oblonga, lateral arredondada; parede celular lisa; cloroplastídio axial, com 1 pirenóide. Comprimento das células 20,4-21,3 μm , largura 11,6-14,6 μm , istmo 10,7-15,7 μm .

Cosmarium depressum (Näg.) Lund. f. **minutum** Heim.

Verh. zool. -bot. Ges. Wien, 2(41):598, pl. 5, fig. 10. 1891. (Figura 27).

Células tão largas quanto longas; constricção mediana profunda; seno linear e levemente aberto na extremidade; semicélulas oblongas; vista lateral circular; parede celular lisa; cloroplastídio axial, com 1 pirenóide central. Comprimento das células 12,6-13,2 μm , largura 11,6-12,6 μm , istmo 2,9-4,6 μm .

Cosmarium porrectum Nordst.

Vidensk. Meddr. dansk naturh. Foren. 1869:207, pl. 3, fig. 28. 1870 (Figura 28).

Células tão largas quanto longas; constricção mediana profunda, seno linear e levemente aberto na extremidade; semicélulas subtrapeziformes, ângulos arredondados margens laterais retas e levemente voltadas para cima; ápice levemente retuso; parede granulosa com pontuações hexagonais entre os grânulos dispostos em séries oblíquas; vista vertical oblonga. Comprimento das células ca. 65,0 μm , largura ca. 66,0 μm , istmo ca. 19,0 μm .

Desmidium baileyi (Ralfs) Nordst.

Acta Univ. lund. 16:4. 1880. (Figura 49).

Basiônimo — **Aptogonum baileyi** Ralfs, Brit. Desm. 208, pl. 35, fig. 1 A-C. 1848.

Filamentos longos, torcidos; células aproximadamente tão longas quanto largas, não constrictas nos septos, seno reduzido; semicélulas retangulares com uma ondulação suave na margem lateral; margem dorsal côncava com uma depressão mediana relativamente profunda, projetada nos ângulos formando 1 processo conectivo, cilíndrico, relativamente longo em cada ângulo; vista vertical quadrangular; cloroplastídios e pirenóides não observados. Comprimento das células 18,9-21,0 μm , largura 17,5-20,2 μm , istmo 12,0-13,2 μm .

Hyaloteca dissiliens (Smith) Bréb. var. **hians** Wolle

Bull. Torr. bot. Club. 12(1):1. 1885. (Figura 47).

Filamentos não torcidos; células em forma de barrilete, mais largas que longas, constrictas nos septos e na porção mediana; semicélulas retangulares com margens laterais convexas. Comprimento das células 18,4-20,0 μm , largura 21,0-23,6 μm .

Micrasterias furcata C. Agardh ex Ralfs.

Brit. Desm. 73, pl. 9, fig. 2. 1848. (Figura 54).

Células com contorno subcircular, constricção mediana profunda; seno linear próximo ao istmo, aberto, acutangular no terço distal; semicélulas 5-lobadas, incisões acutangulares, incisão entre os lobos polar e laterais mais profunda do que aquela entre os lobos laterais e basais; margem ventral dos lobos basais retilínea; margens dos lobos laterais divergentes em direção ao ápice; ápice retuso, ângulos 2-denticulados; lobos basais e laterais de tamanhos iguais, subdivididos em 2 lóbulos por incisão acutangular, extremidades 2-denticuladas; parede celular lisa. Comprimento das células ca. 130,0 μm , largura ca. 124,0 μm , istmo ca. 26,0 μm .

Micrasterias torreyi Bailey ex Ralfs var. **nordstedtiana** (Hier.)

Schmidle.

Bot. Jb. 26:(1-2):48. 1898. (Figura 53).

Basiônimo — **Micrasterias nordstedtiana** Hier. In: Pflanzenw.

Ost. Afrikas 1(8):21. 1895.

Células com contorno subcircular, constricção mediana profunda; seno mediano linear apertado na porção próxima ao istmo, acutangular no terço distal; semi células 5-lobadas, incisões acutangulares; lobo polar não projetado além dos lobos laterais, com margens retas abrindo-se para o ápice no terço superior; ápice retusochanfrado; ângulos 2-denticulados lobos basais e laterais de tamanhos desiguais, divididos por incisão linear, apertada próximo ao corpo celular, acutangular no terço distal; lobos laterais maiores, cada qual subdividido por 3 incisões em 4 partes iguais, 2-denticulados; base dos lobos laterais e basais com as margens internas parcialmente recobrimdo-as; parede celular finamente pontuada. Comprimento das células ca. 277,5 μm , largura ca. 244,0 μm istmo ca. 26,0 μm .

Onychonema laeve Nordst. var. **latum** West & West.

Trans. Linn. Soc. Lond., Sér. 2, 5(5):232, pl. 12, fig. 18. 1896. (Figura 46).

Filamentos não torcidos; células mais largas que longas, constricção mediana profunda, seno linear no terço proximal, aberto, acutangular na porção distal; semicélulas oblongo-fusiformes, margem dorsal reta, depois arqueada até os ângulos; ângulos com 1 espinho curto, pontiagudo, convergente; 2 processos pouco mais longos que os espinhos; parede celular lisa; cloroplastídio axial com 1 pirenóide central. Comprimento das células sem processos 11,6-14,5 μm , com processos 15,7-20,0 μm , largura sem espinhos 16,8-17,5 μm , com espinhos 18,9-22,3 μm .

***Staurostrum erostellum* West & West.**

Notes Alg. II, 296. 1900. (Figura 45).

Células tão longas quanto largas, constricção mediana profunda, seno agudo e aberto; semicélulas subtriangulares, margens dorsal e ventral convexas, ângulos arredondados; espinhos pequenos cobrindo toda a superfície da célula, arranjados em séries concêntricas ao redor dos ângulos; vista vertical triangular, margens laterais levemente convexas, ângulos arredondados; parede celular com espinhos uniformemente distribuídos em toda a superfície. Comprimento das células 21,1-23,0 μm , largura 19,2-21,0 μm , istmo 6,2-10,0 μm .

***Staurostrum furcatum* (Ehr.) Bréb.**

Liste Desm., 136. 1856. (Figura 51).

Basiônimo — ***Xanthidium furcatum* Ehr.**, Infus., 148, pl. 10, fig. 25. 1838.

Células tão longas quanto largas (incluindo os processos), constricção mediana profunda, seno agudo e aberto; semicélulas subglobosas, margens dorsal e ventral igualmente convexas; processos curtos, bífidos; margem dorsal com 2 processos curtos, bífidos; vista vertical triangular, lados levemente côncavos, 2 pequenos processos bífidos, ângulos prolongados em processos curtos, bífidos. Comprimento das células (com processo) 24,2-30,7 μm , largura (com processos) 30,7-32,0 μm , istmo 6,8-7,8 μm .

***Staurostrum muticum* (Bréb.) ex Ralfs.**

Brit. Desm. 125, pl. 21, fig. 4, pl. 34, fig. 13. 1848. (Figuras 43-44).

Basiônimo — ***Binatella muticum* Bréb.** In: Bréb. & God., Mém. Soc. acad. Falaise, 1836:57, pl. 8. 1835.

Células mais longas que largas, constricção mediana rasa, seno agudo e aberto; semicélulas suglobosas, margem dorsal levemente

reta a convexa, margens laterais convexas, ângulos arredondados; vista vertical triangular, ângulos arredondados, lados côncavos ou convexas; parede celular lisa; cloroplastídeo único, parietal, com 1 pirenóide. Comprimento das células 17,8-19,2 μm , largura 11,5-12,3 μm , istmo 5,8-6,2 μm .

A amostra populacional da Lagoa de Cima apresentou variação quanto aos lados da vista vertical: semicélulas jovens com lados côncavos e, adultas, convexas. Tanto a diagnose original como os trabalhos consultados DELAMONICA-FREIRE (1985), SMITH (1924), WEST & WEST (1912), apresentam *St. muticum* (Bréb) ex Ralfs com vista vertical triangular com lados côncavos. Na Lagoa em estudo foram observados indivíduos em reprodução, sendo que a semicélula adulta apresentava lados convexas em vista vertical e a semicélula jovem, lados côncavos. Nisto circunstanciado, identificou-se a população como *St. muticum*.

***Staurostrum rotum* Nordst.**

Vidensk. Medd dansk naturh. Foren. 1869 (14/15): 227, pl. 4, fig. 38. 869. (Figura 50).

Células mais largas que longas (incluindo os processos), constricção mediana rasa, seno agudo e aberto; semicélulas subhexagonais, margem ventral côncava, margem dorsal convexa com 4 dentes cônicos, ângulos prolongados em processos relativamente longos, paralelos, com 3-4 séries de dentes, extremidade 3-denticulada; vista vertical com 8 dentes dispostos em círculo, 6 processos retos, margens 3-4-denticuladas; parede celular lisa. Comprimento das células (com processos) 34,2-38,8 μm , (sem processos) ca. 14,9 largura (com processo) 54,2-68,4 μm , (sem processo) 17,9-19,5 μm istmo 7,9-10,5 μm .

***Staurostrum subcruciatum* Cooke & Wills.**

In: Cooke, Brit. Desm. 148, pl. 51, fig. 3. 1887. (Figura 52).

Células um pouco mais largas que longas (incluindo os processos), constricção mediana profunda, seno agudo e retangular, aberto; semicélulas subtriangulares, margem dorsal reta a levemente convexa, margem ventral convexa, ângulos obliquamente voltados para cima com 2 espinhos divergentes; vista vertical triangular, margens laterais levemente côncavas; parede celular ondulada. Comprimento das células (com processos) 23,3 – 29,0 μm , largura (com processo) 37,8 – 40,7 μm , istmo 6,8 – 8,7 μm .

***Staurodesmus connatus* (Lund.) Thom.**

Nerítica, Pontal do Sul. PR. 2(supl.):75-104, dezembro 1987

Nova Acta R. Soc. Scient. upsal., Sér. 4, 17 (12): 34, pl. 11, fig. 16. 1960 (Figura 40)

Basiônimo — *Staurastrum dejectum* Bréb. var. *connatum* Lund., Nova Acta R. Soc. Scient. upsal., Sér. 8, 3: 60, pl. 3, fig. 28. 1871.

Células tão longas quanto largas (incluindo os espinhos), constricção mediana profunda, seno arredondado, aberto; semi-célula subtriangulares, margem basal convexa, margem dorsal reta, ângulos com 1 espinho curto, reto, em cada ângulo; parede celular lisa. Comprimento das células (com espinho) 28,1 — 32,0 μ m, largura (com espinho) 30,0 — 35,9 μ m istmo 5,0 — 7,9 μ m.

Staurodesmus cuspidatus (Bréb.) Teil. var. *curvatus* (West) Teil. Ark. Bot., 6(11): 535, p. 9, fig. 12, p. 10, fig. 4. 1967. (Figura 42)

Basiônimo — *Staurastrum curvatum* W. West., J. Linn. Soc., Sér. Bot., 29: 172. ol. 22, fig. 13. 1892.

Células mais largas que longas (incluindo os espinhos), constricção mediana profunda, seno alongado-cilíndrico; semi-célula subtriangulares, margem dorsal levemente convexa, margem ventral convexa, ângulos continuados em espinhos paralelos a divergentes; vista vertical triangular, margens laterais côncavas; parede celular lisa. Comprimento das células (com espinhos) 21,0 — 22,6 μ m, largura (com espinhos) 34,9 — 38,4 μ m, istmo ca. 4,8 μ m.

Staurodesmus dejectus (Bréb.) Teil.

Rapp. VII Congr. int. Bot., 128. 1954. (Figura 39)

Basiônimo — *Staurastrum dejectum* Bréb., In: Meneghini, Linnaea 14: 227 1840.

Células tão longas quanto largas (incluindo os espinhos), constricção mediana profunda, seno arredondado, aberto; semi-célula subtriangulares, margem dorsal levemente côncava, ventral convexa, ângulos com 1 espinho reto, voltado para cima; vista vertical subtriangular, margens laterais côncavas, ângulos levemente arredondados com 1 espinho; parede celular lisa. Comprimento das células (com espinhos) 16,8 — 18,4 μ m, largura (com espinhos) 17,5 — 19,5 μ m, istmo 5,8 — 6,8 μ m.

Staurodesmus lobatus (Borg.) Bourr. var. *ellipticus* (Fritsch & Rich.) Teil. f. *minor* (G. M. Smith) Teil.

Ark. Bot. 6 (11): 586, pl. 24, fig. 8. 1967. (Figura 35)

Basiônimo — *Cosmarium contractum* Kirch. var. *papillatum* West & West f. *minor* G. M. Smith.

Trans. Wis. Acad. Sci., Arts Lett. 20: 345, pl. 10, fig. 2-5. 1922.

Células mais longas que largas, constrictão mediana profunda, seno agudo, aberto; semicélulas elípticas com 1 diminuto espinho no eixo maior da elipse, normalmente voltado para a semicélula oposta; vista vertical elíptica com 1 espinho diminuto em cada pólo; parede celular lisa. Comprimento das células 20,2 — 27,8 μm , largura 13,4 — 15,8 μm , istmo 5,7 — 7,2 μm .

Staurodesmus phimus (Turn.) Thom.

Acta phytogeogr. suec. 42: 75, pl. 23, fig. 22. 1959 (figura 33)

Basiônimo — *Arthrodesmus phimus* Turn., K. svenska VetenskAkad. Handl. 25 (5): 136, p. 12, fig. 9. 1892.

Células tão longas quanto largas (excluindo os espinhos), até um pouco mais largas que longas, constrictas na região mediana, seno mediano aberto, trapeziformes; margem dorsal retusa; margens ventrais convexas; ângulos de início afilando abruptamente, terminando em um curto espinho divergente; vista vertical fusiforme, 1 espinho curto, reto, em cada pólo. Comprimento das células 17,4 — 23,7 μm , largura 16,3 — 24,7 μm istmo 6,8 — 7,9 μm .

Teilingia wallichii (Jac.) Bourr. var. *borgei* (Grönb.) Först.

Amazoniana 5 (2): 188, p. 35, fig. 1. 1974. (Figura 48).

Basiônimo — *Sphaerosoma wallichii* Jac. var. *borgei* Grönb., Acta Soc. Sci. fenn., Sér. B, 2 (6): 32, fig. 302. 1945.

Filamentos longos, retos, sem envoltório mucilaginoso; células tão longas quanto largas, constrictas nos septos, seno mediano aberto, em forma de U; semicélulas estreitamente oblongas, angulares, margens laterais truncadas com 2-3 grânulos conspícuos, margem dorsal retusa na parte média. Comprimento das células 15,5 — 17,5 μm , largura 14,2 — 16,5 μm , istmo 5,8 — 7,9 μm .

CLASSE EUGLENOPHYCEAE

Euglena oxyuris Schmarda

Kl. Beitr. Nat. Infus., 17, pl. 1, fig. II, 1-7. 1846 (Figura 57)

Células cilíndricas; pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal cônico, hialino, 23,0 — 25,3 μm de comprimento; periplasto com estrias finas, nítidas, levóginas; cloroplastídios numerosos, discóides, parietais, ca. 2,0 μm de diâmetro; 2 grãos de paramido em forma de bastonetes. Comprimento total das células

145,8 — 161,0 μm , largura 18,4 — 29,9 μm , R c/1 5,9 — 8,7.

Lepocinclis ovum (Ehr.) Lemm.

KryptogFlora Brand. 3: 504, fig. 13. 1910. (Figura 55)

Basiônimo — **Euglena ovum** Ehr., Monatsber. Berl. Akad. Wiss. 1840:200. 1840.

Células ovadas; pólo anterior arredondado; pólo posterior acuminado abruptamente em processo caudal cônico, hialino, ca. 5 μm de comprimento; presença de espessamento aneliforme na base do processo caudal periplasto hialino, rígido, estrias nítidas, levógiras; cloroplastídeos numerosos, discóides, ca. 3,0 μm de diâmetro; 2 grãos de paramido, anulares, alongados, laterais, opostos. Comprimento total das células ca. 34,0 μm , largura ca. 24,0 μm , R c/1 1,4.

Segundo CONRAD (1934, 1935), o exemplar estudado seria identificado como **L. ovum** (Ehr.) Lemm. var. **butschlii** (Lemm.) Conr., diferindo da variedade típica da espécie pela presença de espessamento aneliforme na base do processo caudal. MENEZES (no prelo) analisando uma população, verificou que os indivíduos adultos desta espécie apresentavam este espessamento, o que levou a identificar esses organismos como representantes da variedade típica da espécie.

Lepocinclis salina Fritsch

New Phytol. 13: 351, fig. 3 a-b, e. 1914. (Figura 56).

Células ovadas; pólos arredondados; pólo anterior com depressão subapical; periplasto rígido; estrias nítidas dextrógiras; grãos de paramido numerosos, arredondados. Comprimento das células 29,6 — 33,6 μm , largura 27,2 — 28,8 μm , R c/1 1,1 — 1,2.

Phacus contortus Bourr.

Algues d'eau douce Guad. Dep. 177, p. 22, fig. 271-277. 1952. (Figura 59)

Células ovadas, torcidas; pólo anterior arredondado; pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal cônico, curvo, ca. 12 μm de comprimento; lados dorsal e ventral sulcados, dividindo a célula em duas porções desiguais, sendo que a maior alarga-se posteriormente, em expansão aliforme, oblíqua; periplasto hialino, estriado longitudinalmente cloroplastídeos numerosos, parietais, discóides, ca. 3,0 μm de diâmetro, 2 grãos de paramido discóides, laterais, simétricos, em cada metade da célula, de

tamanho desiguais. Comprimento total da célula ca. 43,0 μm , largura ca. 30,5 μm , R c/1 1,4.

Phacus longicauda (Ehr.) Duj.

Hist. nat. Zoophytes, 337, pl. 5, fig. 6. 1841. (Figura 62)

Basiônimo — **Euglena longicauda** Ehr., Infus., 111, pl. 7, fig. 13. 1838.

Células obovadas, levemente torcidas; pólo anterior arredondado; pólo posterior gradativamente atenuado em processo caudal, 44,7 — 53,4 μm de comprimento; periplasto hialino com estrias longitudinais; cloroplastídios numerosos, discóides, ca. 3,0 μm de diâmetro; 2 grãos de paramido discóides, sobrepostos, centrais, outros menores dispersos. Comprimento total das células 96,8 — 121,0 μm , largura 33,9 — 35,8 μm , R c/1 1,8 — 2,7.

Phacus pleuronectes (O. F. Müller) Duj.

Hist. nat. Zoophytes, 336, pl. 5, fig. 5. 1841. (Figura 58).

Basiônimo — **Cercaria pleuronectes** O. F. Müller, Vermium hist. 36. 1773.

Células subesféricas, levemente torcidas na região posterior; pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal curvo, 9,7-14,5 μm de comprimento; vista apical botuliforme; periplasto hialino, estriado longitudinalmente; cloroplastídios numerosos, discóides, ca. 3,0 μm de diâmetro; 2 grãos de paramido discóides, centrais de tamanhos desiguais. Comprimento total das células 38,8-63,1 μm , largura 27,2-38,8 μm , \bar{R} c/1 1,4-1,6.

Phacus tortus (Lemm.) Skv.

Ber. dt. bot. Ges. 46(2):110, pl. 2, fig. 9-10. 1928. (Figura 60)

Basiônimo — **Phacus longicauda** (Ehr.) Duj. var. **torta** Lemm., Kryptoflora Brand. 3, 511, 1910.

Células fusiformes, alargadas na região anterior; pólo anterior conicamente arredondado; pólo posterior atenuado terminando em processo caudal longo e reto, 39,6-34,2 μm de comprimento; periplasto estriado espiraladamente; cloroplastídios numerosos, discóides, ca. 2,0 μm de diâmetro; 3 grãos de paramido discóides, 1 central e 2 excêntricos. Comprimento total das células 70,7-73,2 μm , largura 25,0-31,0 μm , \bar{R} c/1 2,4-2,8.

Strombomonas fluviatilis (Lemm.) Defl.

Arch. Protistenk. 69:580, fig. 52-53. 1930. (Figuras 64-65).

Basiônimo — **Trachelomonas fluviatilis** Lemm., Hedwigia 48:

138, pl. 3, fig. 10. 1909.

Lórica amplamente elíptica; pólo anterior terminando em colo curto, divergente, oblíquo, ca. $8\ \mu\text{m}$ de altura e $9,0\ \mu\text{m}$ de largura; pólo posterior terminando abruptamente em processo caudal cônico, reto ca. $15,0\ \mu\text{m}$ de comprimento; cloroplastídios numerosos, discóides, ca. $5,0\ \mu\text{m}$ de diâmetro; parede celular lisa. Comprimento total da lórica ca. $61,0\ \mu\text{m}$, largura ca. $23,5\ \mu\text{m}$, $\bar{R}\ c/ 1\ 2,6$.

***Strombomonas ovalis* (Playf.) Defl.**

Arch. Protistenk. 69(3):577, fig. 42-43. 1930. (Figura 61).

Basiônimo — ***Trachelomonas urceolata* Stokes var. *ovalis* Playf.**, Proc. Linn. Soc. N. S. W. 40:31. pl. 5, fig. 1-6. 1915.

Lórica amplamente elíptica; pólo anterior terminando em colo curto reto, oblíquo, ca. $5,0\ \mu\text{m}$ de altura e $8,5\ \mu\text{m}$ de largura; pólo posterior terminando abruptamente em processo caudal cônico, reto, ca. $5,2\ \mu\text{m}$ de comprimento; parede celular lisa. Comprimento total da lórica ca. $52,0\ \mu\text{m}$, largura ca. $24,0\ \mu\text{m}$, $\bar{R}\ c/ 1\ 2,2$.

***Trachelomonas armata* (Ehr.) Stein var. *steinii* Lemm. emend Defl.**

Revue gén. Bot. 38:690, pl. 6, fig. 314, 316, 322-324, 326-327. 1926. (Figura 63).

Lórica ovado-alargada; pólos arredondados circundados por 2-3 fileiras de espinhos cônicos, retos ou curvos, os menores localizados nos pólos anterior e posterior, $1,0\text{-}2,0\ \mu\text{m}$ de comprimento, os maiores apenas no pólo posterior $5,0\text{-}8,0\ \mu\text{m}$ de comprimento; parede celular pontuada. Comprimento das lóricas $23,6\text{-}38,4\ \mu\text{m}$, largura $20,6\text{-}30,5\ \mu\text{m}$; $\bar{R}\ c/ 1\ 1,1\text{-}1,3$.

CLASSE BACILLARIOPHYCEAE

***Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs**

In: Pritchard, Infusoria 820. 1861. (Figura 66).

Basiônimo — ***Gaillonella granulata* Ehr.**, Amerik. 127. 1843.

Filamentos longos; células cilíndricas; vista pleural retangular, vista valvar circular, freqüentemente com dentes marginais curtos, formando um pequeno pseudo-sulco; sulco pouco profundo de recorte angular; 2-4 espinhos de tamanhos diferentes; manto reto; ornamentação na forma de estrias inclinadas em relação ao eixo perivalvar; relação comprimento largura de cada teca $1,1\text{-}1,8$. Comprimento de cada teca $10,0\text{-}12,6\ \mu\text{m}$, largura $5,7\text{-}6,8\ \mu\text{m}$; número de estrias em $10\ \mu\text{m}$, 8-12; número de pontos em $10\ \mu\text{m}$, 12-16.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. var. **amphirhynchus** (Ehr.) Grun. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, 12:397. 1862. (Figura 67).

Basiônimo — **Synedra amphirhynchus** Ehr., Phys. Math. Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, 1841:425, pl. 3(1), fig. 25. 1843.

Valva linear, abruptamente atenuada, constricta próximo aos ápices; pseudo-rafe muito estreita; ausência de área central estrias paralelas. Comprimento de cada teca 172,5-200,6 μm , largura 4,6-6,9 μm ; número de estrias em 10 μm , 10-11.

CLASSE CHRYSOPHYCEAE

Dinobryon elegantissimum (Kors.) Bourr.

Revue algol. Mém. Hors Sér., 1:165, pl. 2, fig. 11-12. 1957. (Figura 69).

Basiônimo — **Dinobryon elegans** Kors., Arch. Protistenk. 5. 1926.

Células solitárias; lóricas campanuladas, região posterior gradualmente atenuada; margens laterais levemente convexas com ondulações bem marcadas; parede celular lisa, hialina. Comprimento das lóricas 50,0-52,0 μm , diâmetro 8,4-9,5 μm .

Dinobryon sertularia Ehr.

Phys. Math. Abh. K. Akad. Wiss. Berlin, 1833:280. 1835. (Figura 70).

Colônias bastante ramificadas; ramificações levemente divergentes; lóricas campanuladas, região posterior abruptamente atenuada, margens laterais convexas, lisas; parede celular lisa, hialina. Comprimento das lóricas 30,5-34,2 μm , diâmetro 7,8-10,5 μm .

CLASSE XANTHOPHYCEAE

Goniochloris fallax Fott.

Preslia, 29:285, fig. 2:3-6. 1957. (Figura 73).

Células em forma de triângulo equilátero, lados côncavos, ângulos terminando em processos longos, cônicos, gradualmente formando o corpo da célula; parede celular delgada, hialina. Largura das células ca. 39,8 μm .

Istmochlorum lobulatum (Näg.) Skuja.

Symb. bot. Upsal. 9:1-399, pl. 36, fig. 12-13. 1948. (Figura 71).

Basiônimo — **Polyedrium lobulatum** Næg., Gatt. einz. Algen, 137. 1845.

Células quadrangulares, lados côncavos, sendo 2 lados opostos. Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):75-104, dezembro 1987

tos mais fortemente escavados que os demais; ângulos com ramificações curtas terminando em 2-3 pontas no mesmo plano, bifurcadas ou não; cloroplastídeos numerosos discóides, parietais; parede celular lisa, incolor. Largura das células 37,4-45,6 μm .

***Pseudostaurastrum enorme* (Ralfs) Chod.**

Bull. Soc. bot. Genève 1921:304, fig. 9-10. 1921. (Figura 72).

Basiônimo — *Staurastrum enorme* Ralfs, Brit. Desm., 140, pl. 33, fig. 11. 1848.

Células irregularmente tetraédricas; lados côncavos, ângulos com ramificações curtas e grossas, terminando em 2 pontas bifurcadas; cloroplastídios numerosos, discóides, parietais; parede celular lisa, incolor. Largura das células 30,7-42,0 μm .

CLASSE DINOPHYCEAE

***Peridinium volzii* Lemm.**

Abh. naturhw. Ver. Bremen. 18:166. 1905. (Figuras 74-76).

Tecas subesféricas, levemente achatadas no sentido dorso-ventral; sulco transversal helicoidal, dividindo a teca em duas porções desiguais, sendo a epiteca maior; sulco longitudinal desde a epiteca até a hipoteca, sem atingir o pólo antapical; placas da epiteca: 7 pré-cingulares, 4 apicais, 3 intercalares; da hipoteca: 5 pós-cingulares, 2 antapicais, sendo estas de tamanhos quase iguais; placa losangular pequena ca. 8,0 μm de largura x 14,0 μm de comprimento; suturas largas ca. 1,8 μm ; placas reticuladas. Comprimento total das tecas 41,4-52,9 μm , largura 36,5-46,0 μm .

CONCLUSÕES

As populações fitoplanctônicas de rede da Lagoa de Cima estiveram incluídas em 8 classes de algas, totalizando 64 táxons dentre os quais 50 espécies, 11 variedades e 3 formas taxonômicas assim distribuídas: 7 representantes de Cyanophyceae, 18 de Chlorophyceae, 20 de Zygnemaphyceae, 10 de Euglenophyceae, 3 de Bacillariophyceae, 2 de Chrysophyceae, 3 de Xanthophyceae e 1 de Dinophyceae.

As classes com maior riqueza específica em todas as coletas foram Chlorophyceae e Zygnemaphyceae. De um modo geral Euglenophyceae e Chrysophyceae foram as classes que estiveram presentes apenas no período chuvoso (janeiro de 1983 e março de 1986).

Os táxons mais comuns, registrados em todas as coletas, du-

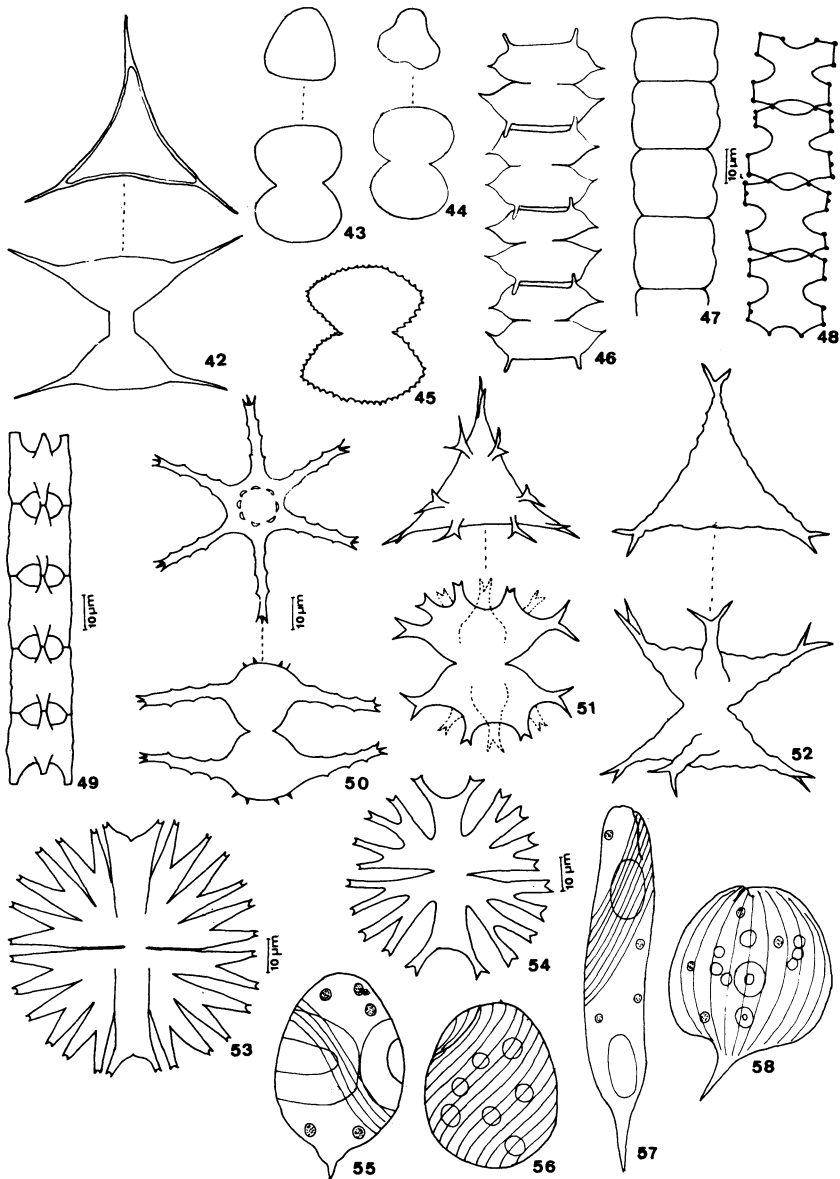


FIG. 42 - *Staurodesmus cuspidatus* var. *curvatus*. FIG. 43-44 - *Staurastrum muticum*. FIG. 45 - *Staurastrum erostellum*. FIG. 46 - *Onychonema laeve* var. *latum*. FIG. 47 - *Hyalotheca dissiliens* var. *hians*. FIG. 48 - *Teilingia wallichii* var. *borgei*. FIG. 49 - *Desmidium baileyi*. FIG. 50 - *Staurastrum rotula*. FIG. 51 - *Staurastrum furcatum*. FIG. 52 - *Staurastrum subcruciatum*. FIG. 53 - *Microsterias torreyi* var. *nordstedtiana*. FIG. 54 - *Microsterias furcata*. FIG. 55 - *Lepocinclis ovum*. FIG. 56 - *Lepocinclis salina*. FIG. 57 - *Euglena oxyuris*. FIG. 58 - *Phacus pleuronectes*.

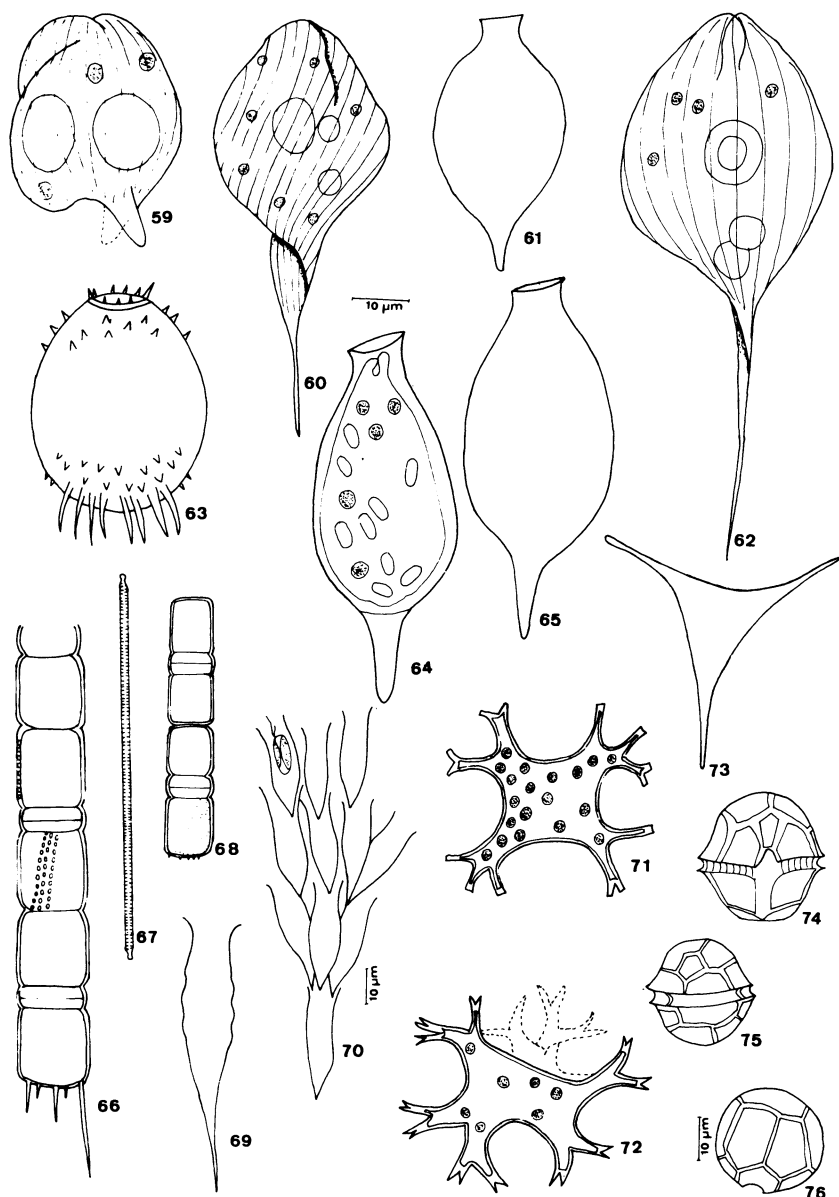


FIG. 59 - *Phacus contortus*. FIG. 60 - *Phacus tortus*. FIG. 61 - *Strombomonas ovalis*. FIG. 62 - *Phacus longicauda*. FIG. 63 - *Trachelomonas armata* var. *steinii*. FIG. 64-65 - *Strombomonas fluviatilis*. FIG. 66 - *Melosira granulata*. FIG. 67 - *Synedra ulna* var. *amphyrinchus*. FIG. 68 - *Melosira italica*. FIG. 69 - *Dinobryon elegantissimum*. FIG. 70 - *Dinobryon sertularia*. FIG. 71 - *Istmochlorum lobulatum*. FIG. 72 - *Pseudostaurastrum enorme*. FIG. 73 - *Goniochloris fallax*. FIG. 74-76 - *Peridinium volzii*.

Tabela 1 — Ocorrência dos táxons nos períodos de coleta na Lagoa de Cima.

	1983		1986	
	JAN	SET	MAR	DEZ
CYANOPHYCEAE				
<i>Anabaena affinis</i> f. <i>viguieri</i>	—	—	—	X
<i>Cylindrospermum muscicola</i>	—	—	—	X
<i>C. Stagnale</i> var. <i>angustum</i>	—	—	—	X
<i>Eucapsis alpina</i>	X	—	X	—
<i>Lyngbya limnetica</i>	X	X	X	X
<i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i>	—	X	—	—
<i>Oscillatoria chlorina</i>	X	X	X	X
CHLOROPHYCEAE				
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	X	X	X	—
<i>C. pulchrum</i>	X	X	X	X
<i>C. reticulatum</i>	X	X	X	X
<i>Crucigeniella rectangularis</i>	—	X	—	—
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	—	—	X	—
<i>Eudorina elegans</i>	—	—	X	—
<i>Golenkinia radiata</i>	—	—	X	—
<i>Kirchneriella lunaris</i>	X	—	X	—
<i>Nephrocytium agardhianum</i>	—	—	X	—
<i>Pediastrum birradiatum</i>	X	X	—	—
<i>P. boryanum</i>	X	X	X	X
<i>P. duplex</i>	X	X	X	X
<i>P. tetras</i>	X	X	X	—
<i>Scenedesmus acutus</i>	—	—	X	—
<i>S. bijugus</i> var. <i>disciformis</i>	X	—	—	—
<i>S. opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	X	X	X	X
<i>S. quadricauda</i>	X	X	X	X
<i>Tetrallantos lagerheimii</i>	—	—	X	X
ZYGNEMAPHYCEAE				
<i>Closterium kuetzingii</i>	X	—	X	—
<i>Cosmarium contractum</i> var. <i>minutum</i>	X	X	X	X
<i>C. depressum</i> f. <i>minutum</i>	X	X	X	—
<i>C. porrectum</i>	X	—	—	—
<i>Desmidium baileyi</i>	X	X	X	—
<i>Hyalotheca dissiliens</i> var. <i>hians</i>	—	X	X	—
<i>Micrasterias furcata</i>	X	—	—	—
<i>M. torreyi</i> var. <i>nordstedtiana</i>	—	—	X	—
<i>Onychonema laeve</i> var. <i>latum</i>	—	X	X	—
<i>Staurastrum erostellum</i>	—	—	X	—
<i>St. furcatum</i>	X	—	X	—

St. muticum	—	—	X	—
St. rotula	X	X	X	X
St. subcruciatum	X	X	X	—
Staurodesmus connatus	X	X	X	—
Std. cuspidatus var. curvatus	—	—	X	—
Std. dejectus	X	X	X	—
Std. lobatus var. ellipticus f. minor	—	X	X	—
Staurodesmus phimus	—	X	X	—
Teilingia wallichii var. borgei	—	—	X	—
EUGLENOPHYCEAE				
Euglena oxyuris	X	—	X	—
Lepocinclis ovum	—	—	X	—
L. salina	X	—	X	—
Phacus contortus	—	—	X	—
P. longicauda	X	—	X	—
P. pleuronectes	X	—	—	—
P. tortus	X	—	—	—
Strombomonas fluviatilis	—	—	X	—
S. ovalis	—	—	X	—
Trachelomonas armata var. steinii	—	—	X	—
BACILLARIOPHYCEAE				
Melosira granulata	X	X	X	X
M. italica	X	X	X	X
Synedra ulna var. amphyrinchus	X	X	X	X
CHRYSTOPHYCEAE				
Dinobryon elegantissimum	X	—	—	—
D. sertularia	X	—	X	—
XANTHOPHYCEAE				
Goniochloris fallax	—	—	X	—
Istmochlorum lobulatum	—	—	X	—
Pseudostaurastrum enorme	—	—	X	—
DINOPHYCEAE				
Peridinium volzii	X	X	X	X

rante este estudo foram: *Lyngbya limnetica*, *Oscillatoria chlorina*, *Coelastrum pulchrum*, *C. reticulatum*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *Scenedesmus opoliensis* var. *mononensis*, *S. quadricauda*, *Cosmarium contractum* var. *minutum*, *Staurostrum rotula*, *Melosira granulata*, *M. italica*, *Synedra ulna* var. *amphirhynchus* e *Peridinium volzii*.

PRO-AGRO (1975) ao analisar as possibilidades econômicas da Lagoa de Cima, menciona os gêneros *Scenedesmus*, *Cosmarium* e *Melosira* como os mais representativos desse corpo d'água.

Chama atenção o elevado número de Desmidiaceae (Zygnemaphyceae) no mês de março de 1986 (18 táxons), quando as águas da Lagoa estiveram levemente alcalinas (pH = 7,2-7,4).

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Prof. Dr. Francisco A. Esteves e sua equipe do Laboratório de Limnologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, pela colaboração na coleta das amostras.

REFERÊNCIAS

- BERNARDES, L.M.C. 1952. Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. *Revta. bras. Geogr.* 14:57-80.
- CONRAD, W. 1934. Matériaux por une Monographie du Genre *Lepocinclis* Perty. *Arch. Protistenk.*, 82:(2):14-249.
- CONRAD, W. 1935. Étude systématique du genre *Lepocinclis* Perty. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, 1:1-85.
- DELAMONICA-FREIRE, E-M. 1985. *Desmidióflórula da Estação Ecológica da Ilha de Taiaíã, Município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- ESTEVES, F.A., ISHII, I.I. & CAMARGO, A.F.M. 1984. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. In: Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turcq, B, (Eds.). *Restingas: Origem, Estrutura e Processos*. CEUFF, Niterói:443-454.

- GEITLER, L. 1932. **Cyanophyceae**. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h., Leipzig.
- HUSZAR, V.L.M. & ESTEVES, F.A. 1986. Considerações sobre o fitoplâncton de rede de 14 lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Res. I. Congr. nac. Limnol., Belo Horizonte**: 91.
- KOMÁREK, J. 1958. Die taxonomische Revision der planktischen Blau-algen der Tschechoslowakei. In: **Algologische Studien** (Komárek, J. & Ettl, H. (Eds.)) Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag.
- LAMEGO, A.R. 1955. Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé. **Bolm Serv. gráf. IBGE**, 154:1-56.
- MENEZES, M. Polimorfismo em **Lepocinclis ovum** (Ehrenberg) Lemmermann e suas implicações taxonômicas. **Rickia**, 14: (no prelo).
- NYGAARD, G. 1949. Hydrobiological studies on some danish ponds and lakes. II. The quocient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. **Danske Vidensk. Selsk.** 7(1):115-214.
- PRO-AGRO, 1975. **Estudos das possibilidades da Lagoa de Cima, Campos**. Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional, Rio de Janeiro.
- REID, J. & ESTEVES F.A. 1984. Considerações ecológicas e biogeográficas sobre a fauna de copépodos (Crustacea) planctônicos e bentônicos de 14 lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: Lacerda, L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turcq, B. (Eds.). **Restingas: Origem, Estrutura e Processos**. CEUFF, Niterói:305-326.
- SMITH, G.M. 1924. Phytoplankton of the island lakes of Wisconsin. II. Desmidiaceae. **Bull. geol. nat. Hist. Surv.** 57:1-227.
- WEST, W. & WEST, G.S. 1912. **A Monograph of British Desmidiaceae**. Ray Society, London.

O PLANKTON DAS ÁGUAS DO RIO MEIA PONTE NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GOIÁS, BRASIL.

F. Ednólia MACEDO-SAIDAH *
Maria Regina R. do NASCIMENTO *
Irani Fernandes Pereira CAMPOS **

ABSTRACT

Plankton of Meia Ponte River (Goiânia, Goiás, Brazil).

Qualitative and quantitative studies about plankton were made in Meia Ponte river, Goiânia, State of the Goiás. During the period from July 1980 to June 1981 collects were realized in 8 localities. After a taxonomic analysis 61 genera of the phytoplankton and 14 genera of the zooplankton were identified. Six dominant genera and five species were revealed in the period: *Ankistrodesmus*, *Dinobryon*, *Euglena*, *Stentor*, *Stigeoclonium*, *Paramecium caudatum* Ehrenberg, *Cyclotella meneghiniana* Kützing var. *meneghiniana*, *Gomphonema constrictum* var. *capitata*, *Navicula cryptocephala* Kützing var. *cryptocephala*, *Synedra ulna* (Nitz.) Ehrenberg var. *ulna*. An ecological analysis of occurrence of dominant and abundant genera and species was per-

* Superintendência Estadual do Meio Ambiente de Goiás.

** Departamento de Botânica, Universidade Federal de Goiás.

med, and also an evolution of the quality of water in several localities.

Key words: Plankton, composition, biomass, water quality, Goiânia.

RESUMO

Realizou-se um estudo qualitativo e quantitativo do plancton do rio Meia Ponte, Goiânia, Estado de Goiás. Foram feitas coletas mensais durante o período de julho de 1980 a junho de 1981, em 8 pontos do rio. Foram identificados 61 gêneros do fitoplankton e 14 do zooplankton. Seis gêneros e cinco espécies dominaram durante o período: *Ankistrodesmus*, *Dinobryon*, *Euglena*, *Stentor*, *Stigeoclonium*, *Paramecium caudatum* Ehrenberg, *Cyclotella meneghiniana* Kützinger var. *meneghiniana*, *Gomphonema constrictum* var. *capitata*, *Navicula cryptocephala* Kützinger var. *cryptocephala*, *Synedra ulna* (Nitz.) Ehrenberg var. *ulna*. Foi feita uma análise ecológica da ocorrência dos gêneros e espécies dominantes e abundantes, e uma apreciação da qualidade da água nas diversas estações de coletas.

Palavras chave: Plancton, composição, biomassa, qualidade da água, Goiânia.

INTRODUÇÃO

Os estudos do potencial fitoplanctônico e o levantamento da qualidade das águas do rio Meia Ponte, tornaram-se necessários pela importância da sua localização como receptor de despejos industriais, agrícolas, descargas de lixo e esgotos sanitários.

O presente trabalho visa, além do conhecimento da autoecologia das espécies planctônicas e da estimativa do potencial trófico, a avaliação do grau de saprobidade das águas com auxílio de indicadores biológicos.

METODOLOGIA

— Coleta e análise das amostras —

Foram analisadas 94 amostras, coletadas em 8 estações previamente estabelecidas no período compreendido de 07 de julho de 1980 a 26 de junho de 1981. (Fig. 1).

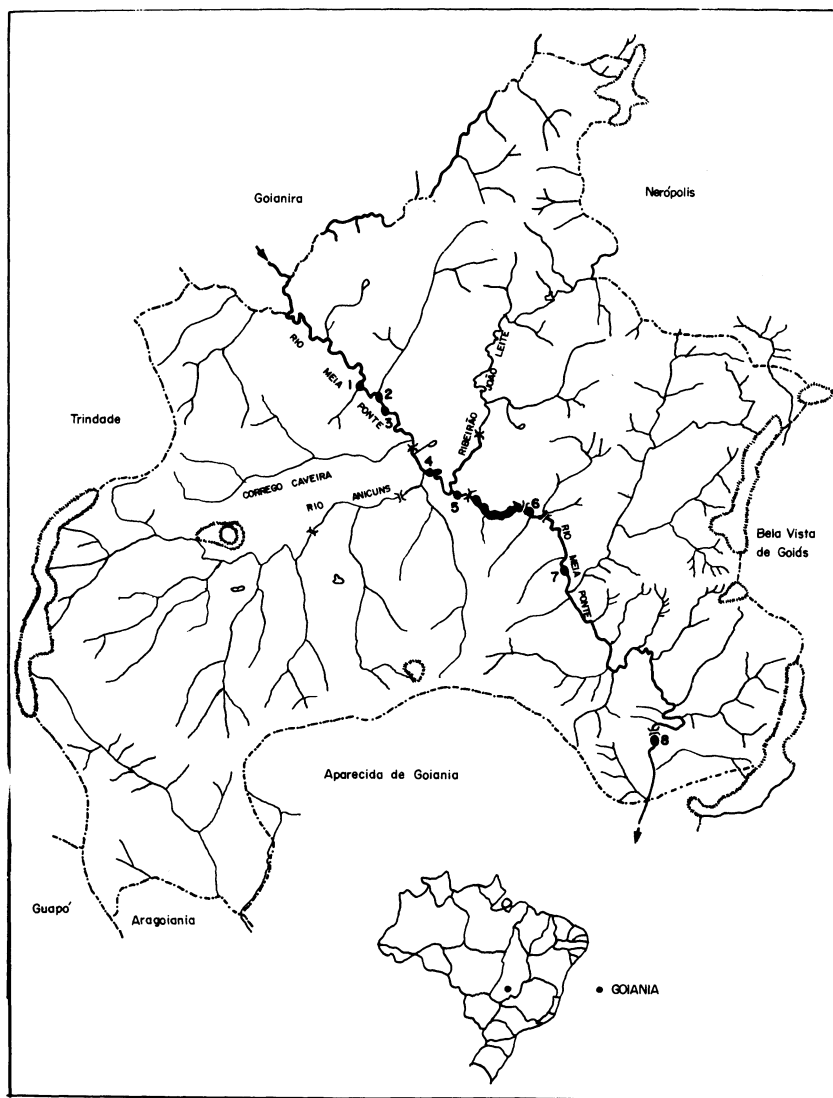


Figura 1 — Mapa de Goiânia mostrando as estações de coletas no Rio Meia-Ponte.

Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):105-18, dezembro 1987

As amostras de água foram colhidas em superfície com garrafa plástica de 4.000 ml, e fixadas com lugol. O exame quantitativo e o levantamento específico foram efetuados em microscópio invertido Diavert-Leitz, pelo método de sedimentação de UTER-MOHL (1958), com cubetas de capacidade de 10 ml.

No estudo qualitativo das diatomáceas, foi empregado a técnica de oxidação de MULLER-MELCHERS & FERRANDO (1956).

As lâminas foram observadas em microscópio comum Olympus.

O Sistema de classificação adotado foi o de BOURRELLY (1970), já para as identificações foram utilizados trabalhos de: BICUDO (1970), PRESCOTT (1970), FRÉMY (1930), DESIKACHARY (1959), MOREIRA FILHO & VALENTE-MOREIRA (1972), HUSTEDT (1930), EDMUNDSON (1959), GOIFFON (1935), BIER (1977) e PALMER (1959).

RESULTADOS

Análise Quantitativa

As concentrações fitoplanctônicas apresentaram variações durante o período observado. Os meses que atingiram maiores biomassas algais, foram: Agosto ($1,8 \times 10^4$ cel.l⁻¹), Setembro ($1,5 \times 10^4$ cel.l⁻¹), Outubro ($1,2 \times 10^4$ cel.l⁻¹).

A figura 2 apresenta a variação do fitoplancton e dos ciliados (Cel.l⁻¹) em cada estação. Entre os grupos estudados destacaram-se: Diatomáceas, Clorofíceas, Flagelados pigmentados, Cianofíceas e Protozoários. A figura 3 apresenta a variação e composição dos principais grupos durante o período.

Análise Qualitativa

Levantamento dos gêneros e espécies encontrados:

Cyanophyceae:

Anabaena, *Lyndbya*, *Merismopedia*, *Spirulina*, *Oscillatoria*.

Chlorophyceae:

Achanthosphaera, *Actinastrum*, *Ankistrodesmus*, *Bambusina*, *Bumilleria*, *Chorella*, *Chlorococcum*, *Cosmarium*, *Desmidium*, *Euastrum*, *Gonatozygon*, *Netrium*, *Oedogonium*, *Pediastrum*, *Peleurotaenium*, *Scenendesmus*, *Selenastrum*, *Stigeoclonium*, *Tetrallantos*, *Tetrastrum*, *Kirchneriella*, *Spirogyra*.

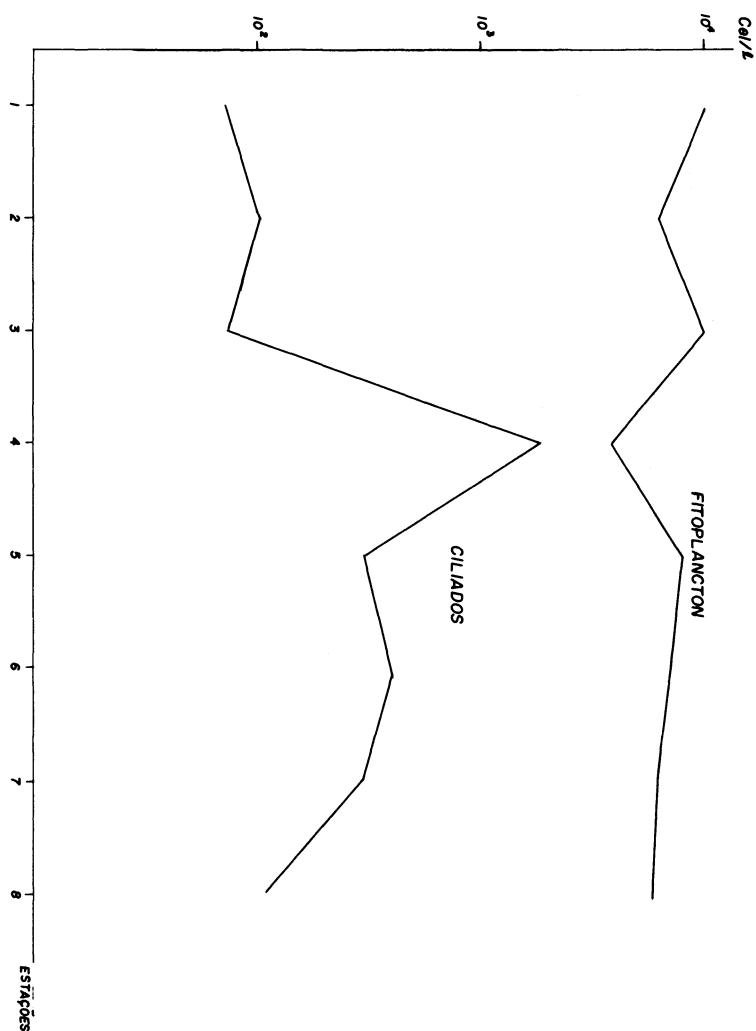


Figura 2 — Densidade dos principais grupos, encontrados nas diferentes estações no período de 08/07/80 a 26/06/81.

Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):105-18, dezembro 1987

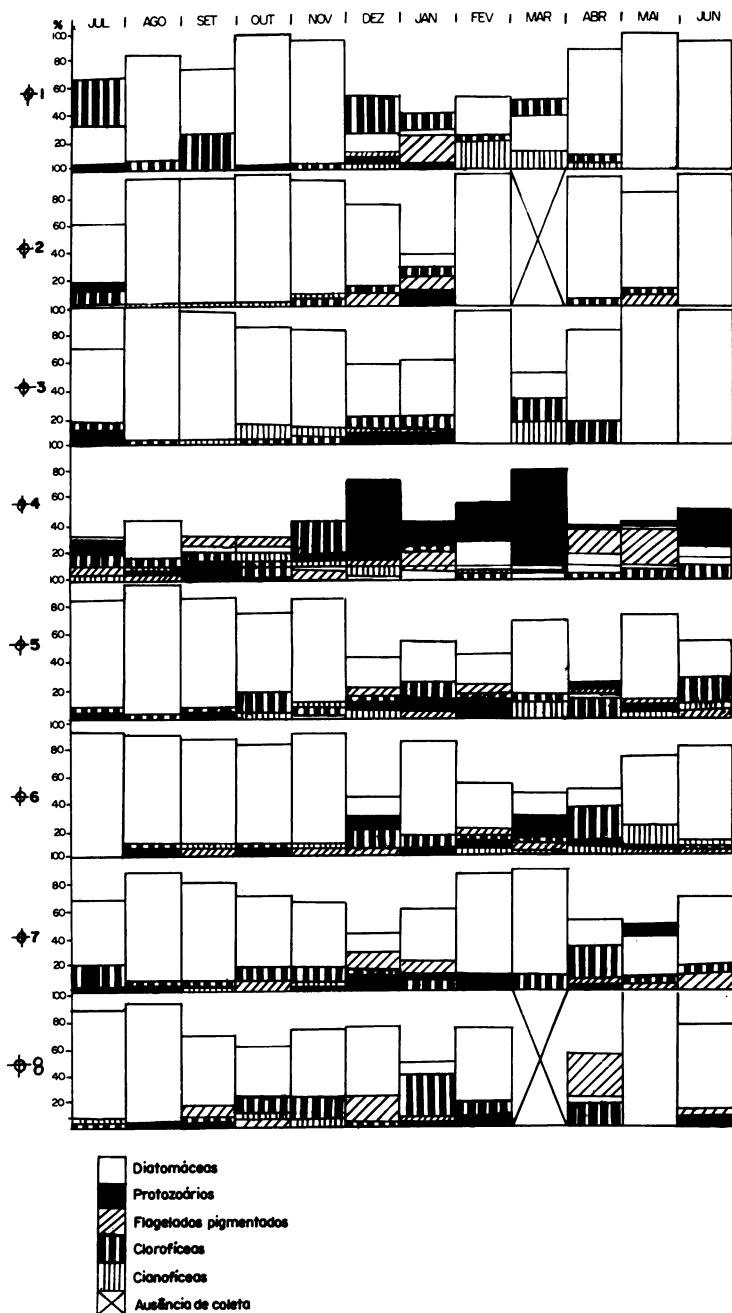


Figura 3 — Sucessão do plancton nas diversas estações no período de 08/07/80 a 23/06/81 (em percentagem do nº total)

Bacyllariophyceae:

Achnanthes exigua Grum var. *exigua*, *Achnanthes inflata* (Kütz) Grum var. *inflata*, *Amphora ovalis* Kütz, *Amphipleura lindheimeri* Grum var. *lindheimeri*, *Anomoeoneis serians* (Brebisson) Cleve var. *serians*, *Centronella* sp, *Cocconeis fluviatilis* Wall, *Cocconeis placentula* Ehr, *Cyclotella meneghiniana* Kütz var. *meneghiniana*, *Cyclotella comta* (Ehr) Kütz, *Cymbella affins* Kützing, *Cymbella amphycephala* Naeg, ex. Kütz var. *amphycephala*, *Cymbella cuspidata* Kütz var. *cuspidata*, *Cymtumida* (Bréd. ex Kütz) V. H. var. *tumida*, *Cymbella turgida* (Grég.) Cl. var. *turgida*, *Cymbella ventriculosa* Ag., *Diatoma vulgare* Bory, *Eunotia camelus* Ehr var. *camelus*, *Eunotia camelus* Ehr. var. *didymodon* Grum, *Eunotia didyma* Ehr. var. *gibbosa* (Grum) Hust., *Eunotia flexuosa* Bréb. ex Kütz var. *flexuosa*, *Eunotia major* (W. Sm) Rabh. var. *major*, *Eunotia monodom* Ehr, *Eunotia pectinalis*, Dillw) Rabh *Fragilaria construens* (Ehr) Grum var. *construens*, *Frustulia rhomboides* (Ehr) de Toni var. *capitata*, *Frustulia vulgaris* (Thwaites) de Toni var. *vulgaris*, *Gomphonema affine* Kütz var. *affine*, *Gomphonema angustatum* (Kütz) Rabh var. *angustatum*, *Gomphonema augur* Ehr. var. *augur*, *Gomphonema constrictum* Ehr. var. *constrictum*, *Gomphonema constrictum* Ehr, var. *capitata* Ehr., *Gomphonema parvulum* (Kütz) Grum var. *parvulum*, *Gomphonema subclavatum* (Grum) var. *subclavatum*, *Gomphonema subtile* Ehr., *Gyrosigma scalproides* (Rab) Cl. var. *scalproides*, *Hantzschia amphyoxis* (Rhr) Grum var. *amphyoxis*, *Melosira granulata* (Ehr) Ralfs var. *granulata*, *Melosira varians* Agardh, *Navicula* sp. , *Navicula anglica* Ralfs var. *anglica*, *Navicula cryptocephala* Kütz var. *cryptocephala*, *Navicula cuspidata* (Kütz) Kütz var. *cuspidata*, *Navicula exigua* Gregory ex Grum var. *exigua*, *Navicula Krasskei*-Hust, *Navicula mutica* Kütz var. *mutica*, *Navicula punctatae* Cleve, *Navicula pupula* Kütz var. *retangularis* (Greg) Grum, *Neidium affine* (Ehr) Pfitz var. *affine*, *Nitzschia acicularis* (Kütz) W. Sm. var. *acicularis*, *Nitzschia amphibia* Grum var. *amphibia*, *Nitzschia filiformes* (W. Sm) Hust, *Nitzschia hantzschiana* Rab, *Nitzschia obtusa* W. Sm. var. *obtusa*, *Nitzschia palea* (Kütz) W. Smith var. *palea*, *Nitzschia parvula* Lewis var. *parvula*, *Nitzschia sigma* (Kütz) W. Smith var. *rigidula* Grum, *Nitzschia vernicularis* (Kütz) Hantz var. *vernicularis*, *Nitzschia vitrea* Norman, *Nitzschia* (Kütz) Hantz var. *vernicularis*, *Nitzschia vitrea* Norman, *Nitzschia tryblionella* Hantz, var. *tryblionella*, *Pinnularia biceps* Greg. var.

biceps, *Pinnularia divergens* W. Smith var. *elliptica*, *Pinnularia gibba*, Ehr. var. *gibba*, *Pinnularia major* Kutz, *Pinnularia microstauron* (Ehr) Cl. var. *microstauron*, *Rhopalodia gibberula* (Ehr) O. M. Müll. var. *producta* Grum, *Stauroneis anceps* Ehr. f. *gracilis* (Ehr) Clve, *Stauroneis phoenicenteron*, (Nitz) Ehr var. *Phoenicenteron*, *Stenopterobia intermedia* (Lewis), *Surillela linearis* W. Smith var. *linearis*, *Surillela ovata* Kutz var. *ovata*, *Surillela tenera* Gregory var. *tenera*, *Stephanodiscus astraea* (Ehr) Grum, *Synedra goulardi* (Breb.) Grum, *Synedra ulna* (Nitz) Ehr var. *ulna*, *Synedra ulna* (Nitz) Ehr var. *oxyrhynchus* (Kütz) V. H. Heurck, *Tabellaria floculosa* (Roth) Kütz.

Flagelados pigmentados:

Chlamydomonas sp, *Dinobryon* sp, *Euglena* sp, *Euglena acus* Ehr, *Euglena rubra* Hardy, *Euglena pisciformis* klebs, *Mallomonas* sp, *Phacus* sp, *Strombomonas* sp, *Synura* sp, *Trachelomonas* sp.

Protozoários:

Arcella sp, *Blepharisma*, *Colpoda*, *Didinium*, *Diffugia*, *Glaucoma scintillans* Ehr, *Hemiophrys* sp, *Paramecium caudatum* Ehr, *Stentor*, *Vorticella*.

Rotíferos:

Fillina, *Lepadella patella* Müller, *Philodina*, *Potaria*.

Ovo de vermes:

Ovo de *Ancylostoma*, Ovo de *Trichiurus trichiura*.

Bactérias:

Zooglea ramigera Itzigsohn.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

— Foram determinados 135 taxa entre gêneros e espécies.

— Entre as espécies de diatomáceas identificadas tiveram maiores ocorrências as famílias Naviculaceae (29%), Cymbellaceae (20%) e Nitzschiaceae (16%).

— A flora diatomológica apresentou 76 taxa, dentre os quais 32 foram enquadrados no sistema de saprobidade de SLÁDECEK, 1973, apresentando maior frequência as espécies indicadoras de águas com condições mesossaprobias Alfa e Beta (Tabela I).

Nas variações sazonais foi observado o maior florescimento de diatomáceas em outubro, coincidindo com a transição da época seca para o período de chuva. Um aumento da densidade de Cel.l^{-1} de Clorofíceas também foi constatado na estação chuvosa, nos meses de janeiro (23%) e março (22%). A tabela II apresenta os dados de precipitação pluviométrica.

Tabela I — Espécies determinadas, que se encontram enquadradas no sistema de SLADECEK (1973).

Espécies	Sapro- bidade	Estações							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Amphora ovalis</i>	OB	R							
<i>Anomoeoneis serians</i>	X								
<i>Cocconeis placentula</i>	X-B			P			P	P	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	A-B	P	D	P	P	D	F	P	P
<i>Cyclotella compta</i>	O		P				P		P
<i>Cymbella affinis</i>	O-B	P	F		P	P	P	P	A
<i>Cymbella ventricosa</i>	B		F	F	P	F	P	P	P
<i>Diatoma vulgare</i>	B	P		P		F	P		F
<i>Eutonia pectinalis</i>	X	P		R		R			
<i>Fragillaria construens</i>	B		P	F			F		P
<i>Frustulia rhomboides</i>	O-X	R		R			R		R
<i>Frustulia vulgaris</i>	O							R	
<i>Gomphonema angustatum</i>	O			P		P	P		
<i>Gomphonema augur</i>	B	F	P	P	P	P	F	P	P
<i>Gomphonema constrictum</i>	B		P	P				P	
<i>Gomphonema parvulum</i>	B	P	F	A	P	F	P	F	P
<i>Hantzchia amphoxis</i>	A	P	P	P	P	F	P	P	F
<i>Melosira granulata</i>	B	P		P				F	
<i>Melosira varians</i>	B	P	P	P					
<i>Navicula cryptocephala</i>	A	D	D	D	A	D	D	D	D
<i>Navicula cuspidata</i>	A-B		P	P					P
<i>Navicula pupula</i>	B	P	P	P	P	F	P	F	F
<i>Nitzschia acicularis</i>	A		P	P		P		F	P
<i>Nitzschia hantzschiana</i>	O							F	
<i>Nitzschia palea</i>	A	R	P						P
<i>Nitzschia parvula</i>	B				P				
<i>Nitzschia vermicularis</i>	B	P							
<i>Pinnularia gibba</i>	X	P				R	R		R
<i>Pinnularia major</i>	B				P				P
<i>Pinnularia microstauron</i>	O							R	
<i>Stauroneis phonicenteron</i>	B	P	P						F
<i>Surirella linearis</i>	B	P	F	P	P	P			P
<i>Surirella ovata</i>	B				P				
<i>Surirella tenera</i>	B	P	P						
<i>Stephanodiscus astraea</i>	O-B		R			P			P
<i>Synedra ulna</i>	O-B	A	A	A	A	P	F	D	D
<i>Tabellaria flocculosa</i>	O-B							F	

OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES

D — Dominante — 30%

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):105-18, dezembro 1987

- A — Abundante — 20 - 29%
 F — Frequente — 10 - 19%
 P — Presente — 1 a 9%
 R — Rara — até 1%
 X — Xenossapróbia (águas nas quais a poluição é mínima).
 O — Oligossapróbia (águas com pouca matéria orgânica, mediana quantidade de sais e elevado índice de oxigênio).
 B — Beta-Mesossapróbia — ambiente com muita decomposição de matéria orgânica.
 A — Alfa-Mesossapróbia — forte decomposição de matéria orgânica.

Tabela II — Média dos índices pluviométricos atingidos em estações do DNAE localizadas na bacia hidrográfica do rio Meia-Ponte; período de julho de 1980 à junho de 1981.

Mês	N.º de estações	Média de precipitação / mm
Julho	12	0,0
Agosto	11	3,3
Setembro	11	63,7
Outubro	11	82,5
Novembro	11	209,6
Dezembro	11	284,8
Janeiro	11	211,2
Fevereiro	11	93,2
Março	10	319,3
Abril	9	85,9
Maiο	7	12,6
Junho	7	24,2

— Foram constatadas carapaças de diatomáceas na estação 2 com a ocorrência de $126.300 \text{ cel.l}^{-1}$ (no dia 08/07/80), consequente de despejo de "terra sílica" usada pela fábrica de cerveja.

— Na estação 4 as diatomáceas praticamente desaparecem. A proliferação de Euglenídeos e Ciliados saprófilos tais como Paramecium, confirmam a carga não negligenciável de matéria orgânica recebida pelos córregos Vaca Brava, Cascavel, Caveira e Anicuns. Esta poluição orgânica intensa se faz sentir pelo grande número de bactérias, que variou de 920 a 1.600.000 coliformes por 100ml; enquadrando-se no sistema de KOLKWITZ e MARSSON

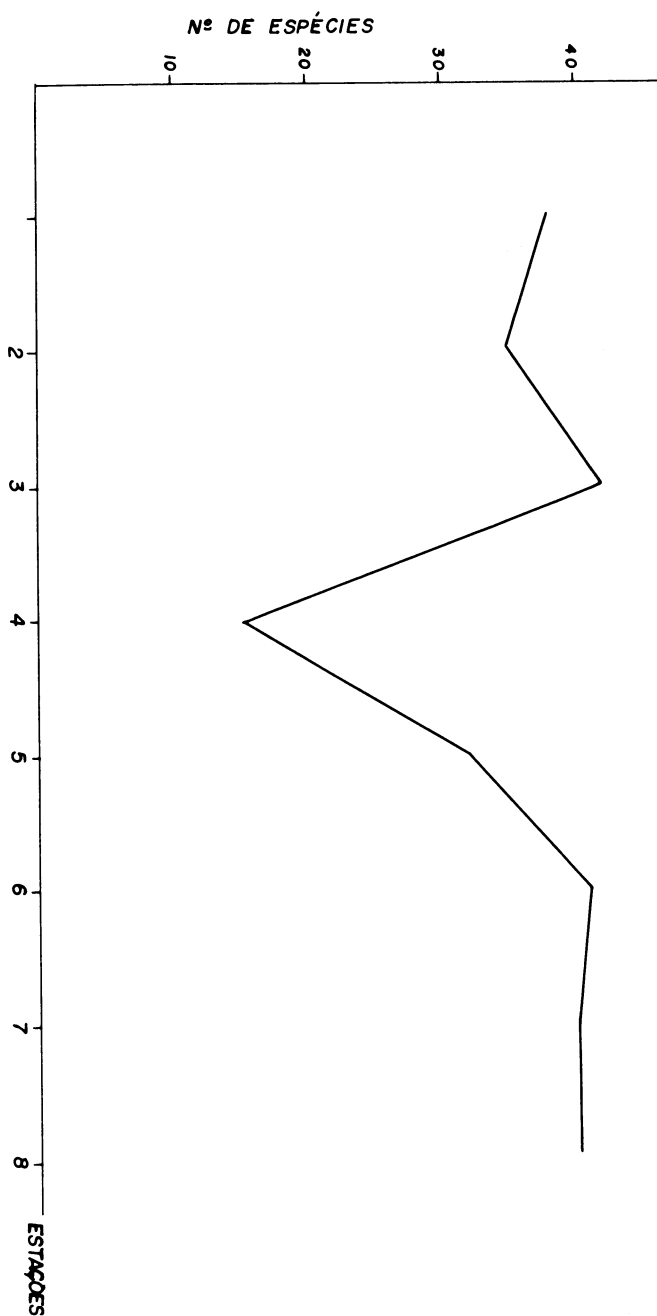


Figura 4 — Número de espécies de diatomáceas encontradas nas estações.
Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):105-18, dezembro 1987

(1908) que caracteriza em condições mesossapróbia Alfa os valores maiores que 100.000 coliformes por 100ml.

— Na estação 4 há uma queda no número de espécies devida à proliferação dos ciliados tirando proveito das descargas orgânicas (fig. 4).

— Foi observada a presença da bactéria *Zoogloea ramigera* na estação 4 (26/09/80), considerada como indicadora de condições Alfa-hipersapróbia (SLADECEK, 1973).

— A presença de ovos de Ancilostomídeo e *Trichiura trichiures* (1/1) na estação 6 em 19/08/80, é atribuída à carga orgânica recebida pelo rio.

Concluimos pelos resultados das determinações bacteriológicas e físico-química que a poluição das águas no período estudado atingiu os níveis Beta e Alfa Mesossapróbios.

REFERÊNCIAS

- BICUDO, C.E.M & BICUDO, R.M.T. 1970. *Algas de águas continentais brasileiras*. São Paulo - EDUSP. 228p.
- BIER, O. 1977. *Bacteriologia e imunologia*. 18ª ed., São Paulo, Melhoramentos. 1056p.
- BOURRELLY, P.C. 1970. *Les alques d'eau douce: initiation à la systematique*. Paris, N. Boubée. 620p.
- DESIKACHARY, T.S. 1959. *Cyanophyta*. New Delhi: Indian-council of Agricultural Research, 686p.
- EDMUNDSON, W.T. 1959. *Fresh-water biology*. 2ª ed. New York, Wiley & Sons.
- FRÈMY, P. 1930. *Les myxophycées de l'Afrique équatoriale française*. *Archives de Botanique*, Caen, 3(2):1-507.
- GOIFFON, R. 1935. *Manuel de coprologie clinique*. 3ª ed., Paris, Masson.
- HUSTEDT, F. 1930. *Bacillariophyta (Diatomae): Die Susswasser — Flora Mitteleuropas*. Jena, Gustav. Fischer. Helf. 10, 446p.

- KOLKWITZ, R. & MARRSON, M. 1908. Ecology of plant saprobia. *Reports of the german botanical society*. 26a:505-519.
- MOREIRA FILHO, H. & VALENTE-MOREIRA, I.M. 1972. Observações sobre algas em águas de abastecimento. *Tribuna Farmacêutica*, Curitiba, 40(1-2):14-27.
- MULLER-MELCHERS, F.C. & FERRANDO, H.J. 1956. Técnicas para el estudio de las Diatomeas. *Bol. Inst. Ocean. São Paulo*, 7(1-2):151-160.
- PALMER, M.C. 1959. *Algae in water supplies*. Washington, U.S. Department of Health, Education and Welfare, public. Health Service. 88p.
- PRESCOTT, G. W. 1970. *Algae of the Western Great Lakes area; with an illustrated key to the genera of desmids and freshwater diatoms*. 4^a. ed. Dubuque, Iowa, WM. C. Brown. 977p.
- SLÁDECEK, V. 1973. System of water quality from biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, Stuttgart, (7):1-218.
- UTERMOHL, H. 1958. Zur vervollkmmung der qualitativen phytoplankton — Methodik communs. *Int. Ass. theor appl. limnol* 9,1-38.
- WEBER, C.L. 1966. *A guide to the common Diatoms at water pollution surveillance system stations*. Ohio, U.S. Department of the interior. 100p.

**FLORA MARINHA DA REGIÃO DE CABO FRIO
(ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL).**

1. Chlorophyceae raras para o litoral brasileiro

Yocie YONESHIGUE *

Marcia A. O. FIGUEIREDO **

ABSTRACT

Marine algal flora from Cabo Frio region, State of Rio de Janeiro, Brazil. 1. Unusual Chlorophyceae for the Brazilian coast.

Taxonomic studies on benthic marine algae have been carried out in the Cabo Frio region, local affected by a coastal upwelling. During recent field collections, five species of unusual Chlorophyceae were found. **Cladophora corallicola** Børgesen is a new record for the Brazilian littoral and **Derbesia tenuissima** (Moris et De Notaris) Crouan et Crouan. **Halicystis ovalis** (Lyngbye) Areschoug, **Halicystis parvula** Schmitz and **Pedobesia** phase are rares for the Brazilian coast.

Key words: Marine flora, Cabo Frio, Chlorophyceae.

* Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira. Rua Kioto, 253 - 28.910 - Araraial do Cabo (RJ) - Brasil.

** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rua Pacheco Leão, 915 - 22.460 - Rio de Janeiro (RJ) - Brasil.

Trabalho parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 302326/76-0c para a primeira autora.

Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):119-34, dezembro 1987

RESUMO

Um estudo taxonômico das algas marinhas bentônicas vem sendo desenvolvido na região de Cabo Frio, local afetado pelo afloramento das águas frias. Coletas recentes revelaram a presença de cinco espécies raras de Chlorophyceae, sendo uma delas citadas pela primeira vez no litoral brasileiro, *Cladophora corallicola* Børgesen, e as outras raras para as nossas águas: *Derbesia tenuissima* (Moris et De Notaris) Crouan et Crouan, *Halicystis ovalis* (Lyngbye) Areschoug, *Halicystis parvula* Schmitz e uma fase de *Pedobesia*.

Palavras-chave: Flora Marinha, Cabo Frio, Chlorophyceae.

INTRODUÇÃO

A região de Cabo Frio está inserida no litoral brasileiro apresentando particularidades importantes que despertam o interesse para o estudo das algas marinhas bentônicas (YONESHIGUE 1985). Esta região é o núcleo do fenômeno sazonal da ressurgência costeira, a qual lhe imprime certas características hidrológicas temperadas sob uma latitude tropical (MOREIRA DA SILVA 1968, VALENTIN 1984).

Apesar da sua importância biogeográfica (OLIVEIRA FILHO 1977) poucos estudos foram voltados para as algas marinhas bentônicas nesta região. A região só foi estudada, no ponto de vista ficológico através de coletas esporádicas (HOWE 1928, HOWE & TAYLOR 1931, TAYLOR 1931, JOLY & YONESHIGUE-BRAGA 1966, JOLY et al. 1967, YONESHIGUE-BRAGA 1977, MITCHEL et al. 1979).

Somente nesta década que os estudos sobre organismos passaram a ser mais intensos (YONESHIGUE & FIGUEIREDO 1983, YONESHIGUE & OLIVEIRA 1984, YONESHIGUE 1984, YONESHIGUE et al. 1986, YONESHIGUE & VILLAÇA 1986, YONESHIGUE 1987, COUTINHO & YONESHIGUE 1988).

O presente estudo é parte integrante de um estudo global da flora marinha ficológica dos costões rochosos da região de Cabo Frio. Nesta primeira parte são descritos cinco taxas de Chlorophyceae: *Cladophora corallicola* Børgesen sendo mencionada pela primeira vez para o litoral brasileiro, e as outras espécies raras para as nossas águas: *Derbesia tenuissima* (Moris et De Notaris) Crouan et Crouan, *Halicystis ovalis* (Lyngbye) Areschoug, *Halicystis parvula* Schmitz e uma fase de *Pedobesia*.

MATERIAL E MÉTODOS

A localização das estações está indicada no Mapa 1. As estações 1 (Ponta da Cabeça), 2 (Saco do Inglês) e a 5 (Ponta da Lagoinha) são expostas; entretanto somente as estações 1 e 2 são afetadas diretamente pelas águas da ressurgência. As estações 3 (Ponta do Maramutá), 4 (Prainha) e 6 (Praia Rasa) são mais protegidas e situadas em pequenas enseadas. A média da temperatura nos locais quando ocorreu o fenômeno da ressurgência foi sempre abaixo de 21° C, enquanto que nas áreas protegidas, não afetadas diretamente pelas águas de afloramento, foi de 23,7° C (YONESHIGUE 1985).

O material coletado foi triado em água do mar e após a observação de estruturas importantes na taxonomia no material vivo, ele foi fixado imediatamente numa solução neutra de água do mar e formol comercial a 4%. Para os estudos anatômicos, foram realizados cortes histológicos manuais por meio de lâmina de barbear. Para cada caráter sistemático, como diâmetro dos eixos, comprimento dos segmentos, etc, foram efetuados um conjunto de 10 medidas, em cinco espécimens, quando possível. As letras que precedem o número de coleções, correspondem as iniciais do coletor: YY = Yocie Yoneshigue. A disposição das ordens e famílias segue, o tratamento sistemático mais recente (WYNNE 1986). Os gêneros e espécies estão listados alfabeticamente em cada família. O material estudado está depositado no Herbário Ficológico do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, em Arraial do Cabo (RJ).

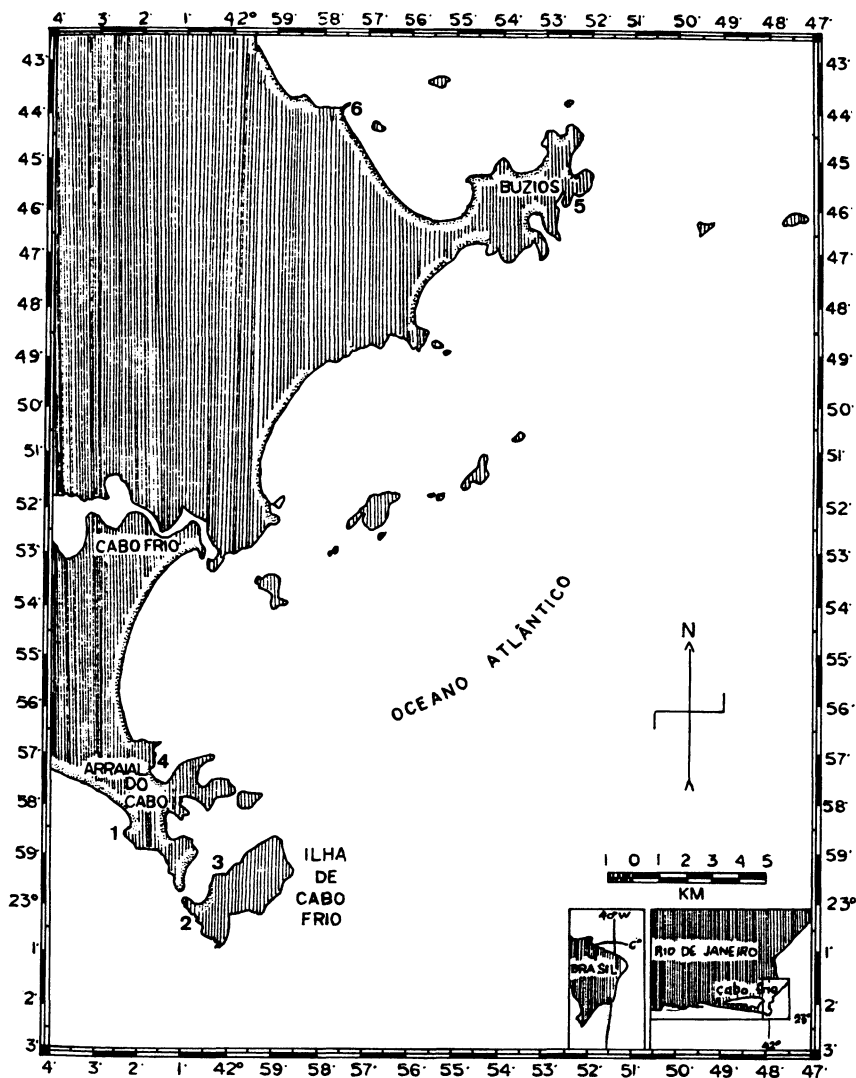
RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Cladophorales

Cladophoraceae

Cladophora corallicola Børgesen, Dansk Botanisk Arkiv, Fig. 11-12:21. 1913 (Fig. 1-4)

Planta de cor verde escura, quase negra, formando tufos eretos, pulvinados, áspera ao tato, atingindo até 2 cm na área estudada. Fixam-se por numerosos rizóides, que nascem na parte basal das células, à qualquer altura da planta, descem e se enrolam de modo entrelaçado em torno do eixo, sobretudo na parte basal do talo, que chega a ser completamente mascarada e cujo diâmetro varia de 39 à 45 μm (Fig. 1-3); alguns desses segmentos basais podem se prostrar e originar novos filamentos eretos.



Mapa 1 — Localização das estações de coleta.

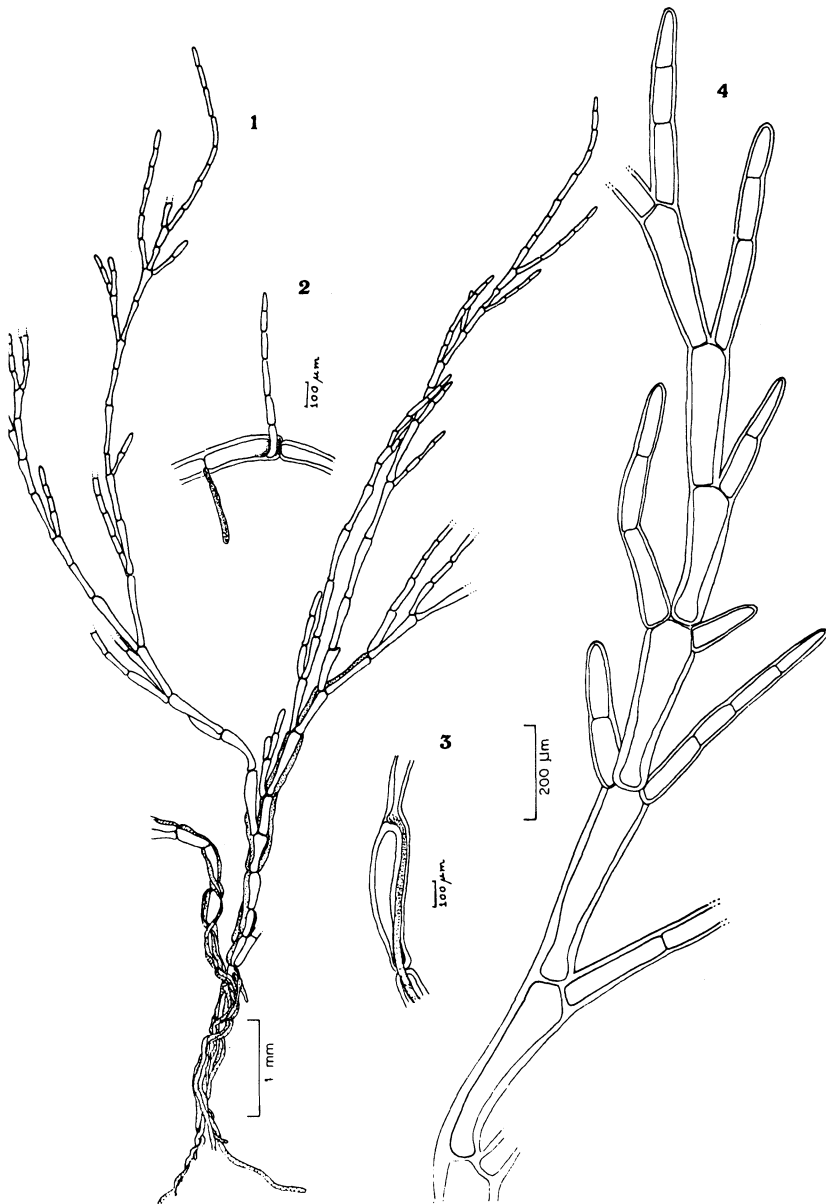


FIG. 1-4 - *Cladophora corallicola*.

FIG. 1 - Aspecto geral de um fragmento da planta; notar os rizóides na parte basal. FIG. 2 - Detalhe do eixo rastejante. FIG. 3 - Detalhe do rizóide descendente. FIG. 4 - Detalhe da ramificação: observar os tabiques dos ramos e os segmentos em forma de clava.

Talo formado por vários filamentos rígidos com células cilíndricas ou clavadas, sendo que estas últimas apresentam intumescência na extremidade proximal em relação ao eixo principal (Fig. 1, 3 e 4). Ramificação dicotômica ou unilateral (Fig. 1 e 4). Os tabiques dos ramos laterais são de um modo geral do tipo inclinado, raramente verticais (Fig. 4). Célula apical cilíndrica com (35)47-60 μm de diâmetro e 95-165 (230) μm de comprimento; células do eixo principal com 70-120 (140) μm de diâmetro e 490-880 μm de comprimento, com parede celular de 21 à 36 μm de espessura. As plantas coletadas estavam estéreis.

Material estudado: Praia Rasa (janeiro de 1981), Praia do Farol (YY-4041, YY-4042, YY-4043, YY-4044 fevereiro e YY-4045 outubro de 1983). As amostras coletadas na Praia do Farol, Ilha de Cabo Frio, cresciam em uma fenda da rocha, onde a ação hidrodinâmica é elevada, em contato com o sedimento. Nesta estação, esta planta formava cobertura densa misturada à *Chaetomorpha pachynema* (Montagne) Montagne *C. aerea* (Dillwyn) Kützinger no mês de fevereiro, e em outubro crescia misturada com *Cladophora coelothrix* Kützinger. À Praia Rasa formam populações isoladas dentro de fendas da rocha na zona do infralitoral superior.

Comentários: Segundo HOEK (1982) esta planta pertence à Secção *Aegagropila* Kützinger Hansg. Nossos espécimens concordam bem com a descrição de BÖRGESSEN (1913) para a Ilha de St. John e HOEK (1982) para os exemplares das Ilhas Virgens no Mar do Caribe, se bem que as figuras deste último autor indicam que os tabiques dos ramos laterais são geralmente verticais.

HOEK (1982) aponta que *Cladophora echinus* (Biasolletto) Kützinger, espécie igualmente marinha, é bem próxima de *C. corallicola* mas difere desta última por apresentar o dobro do diâmetro nos filamentos.

Esta é a primeira indicação da espécie na costa brasileira. No estágio atual de conhecimentos, a região de Cabo Frio constitui, portanto seu limite meridional.

Derbesia tenuissima (Moris et De Notaris) Crouan, Florule du Finistère: 133. 1886.

Bryopsis tenuissima De Notaris, in Moris et De Notaris, Flora Caprariae, pl. 6, fig. 3:203. 1840 (Fig. 5 – 7)

Plantas em forma de tufos verde escuros, atingindo até 0.8 cm de altura. Talo composto por vários filamentos frouxos de 45 - 60 μm de diâmetro, pouco ramificados, às vezes dicotômico ou irregular de estrutura sifonada (Fig. 5). Os cloroplastos

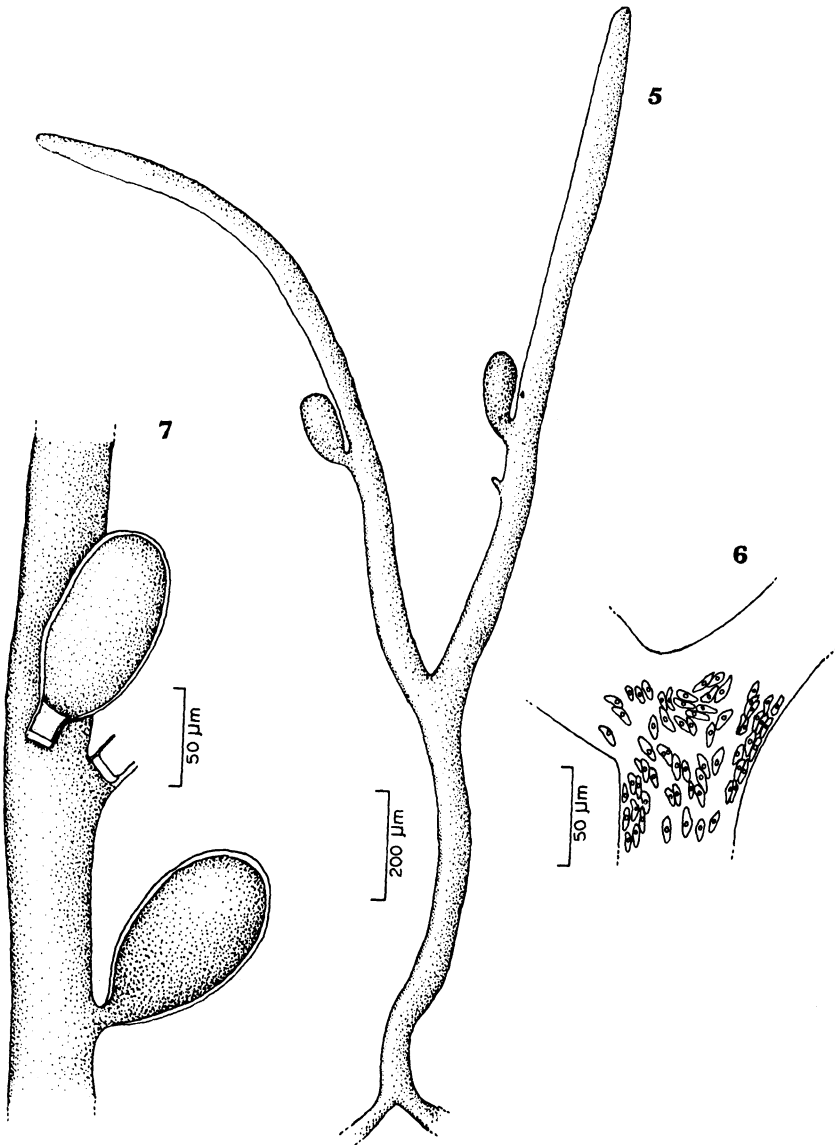


FIG. 5-7 - *Derbesia tenuissima*.

FIG. 5 - Aspecto geral do talo fértil com esporângios. FIG. 6 - Detalhe dos cloroplastos. FIG. 7 - Detalhe dos esporângios.

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):119-34, dezembro 1987

são em forma de fuso com 1 – 2 pirenóides (Fig. 6). Os esporângios ovóides nascem lateralmente aos filamentos e medem 50 - 54 μm de largura e 100 - 123 μm de comprimento, portanto um curto pedicelo, em comunicação com o filamento ou separado deste por um tabique (Fig. 7).

Material estudado: Ponta do Maramutá (YY – 4137, fevereiro de 1984). Esta planta foi coletada sobre a superfície sub-vertical da rocha, entre 3 e 4 metros de profundidade junto de *Hypoglossum tenuifolium* (Harvey) J. Agardh e *Cryptopleura ramosa* (Hudson) Kylin ex Newton. Também foi encontrada sobre tubos de poliqueta *Diopatra* sp.

Comentários: Nossos espécimens correspondem bem as descrições de HAMEL (1931), FELDMANN (1937), em particular aos exemplares de Borgesen (1925). As dimensões dos esporângios são menores que os de HAMEL e FELDMANN. Entretanto, são bem próximos aos esporângios das plantas das Ilhas Canárias descritas por Borgesen (1925) diferindo apenas pela menor largura. Na região estudada foi encontrada exemplares de *Derbesia marina* (Lyngbye) Areschoug. *D. marina* difere de *D. tenuissima* por apresentar maior altura (3 – 4 cm), maior diâmetro dos filamentos, ramificações mais abundantes, presença de tabiques celulósicos sobre os filamentos e cloroplastos menores e sem pirenóides (Yoneshigue 1985).

D. tenuissima é uma planta pouco estudada no Brasil; ela foi encontrada pela primeira vez na Praia do Segredo, São Sebastião, no Estado de São Paulo PAULA 1985, PAULA & WEST 1986).

Feldmann (1950) demonstrou que *D. tenuissima* é uma fase do ciclo de *Halicystis parvula* Schmitz in Murray. Entretanto, PAULA (1985) coletou espécimens de *Halicystis* junto às populações de *D. tenuissima* e colocou-os em cultura. Os resultados não puderam ser correlacionados a *D. tenuissima*.

Halicystis ovalis (Lyngbye) Areschoug: Phyc. Scandin. mar.: 220. 1850.

Plantas em forma de pequenas vesículas esféricas, isoladas, de cor verde clara, atingindo 1.5 à 2.0 mm de diâmetro, fixas ao substrato por um pequeno pedicelo.

No interior de cada vesícula, o protoplasma contém numerosos cloroplastos alongados e sem pirenóides, dispostos em fileira próximos à parede celular quando observados em material vivo.

Material estudado: Ponta de Cabeça (janeiro de 1983) e Ponta de Maramutá (fevereiro de 1983).

Halicystis ovalis foi coletada sobre Corallináceas incrustantes,

1.5m de profundidade na Ponta da Cabeça, próximos aos ouriços, em ambiente batido e à 2 m de profundidade na Ponta do Maramutá na zona de corais hermatípicos.

Comentários: Os exemplares examinados no trabalho são muito próximo aos descritos por HAMEL (1931) do litoral francês, e de ABBOTT & HOLLENBERG (1976) das costas da Califórnia, no que concerne ao aspecto geral da planta e a ausência de pirenóides nos cloroplastos.

KORNMAN (1938) menciona que *Halicystis ovalis* é a fase gametofítica de *Derbesia marina*. Apesar dessas duas entidades taxonômicas serem estudadas na região, e na ausência de estudos específicos sobre alternância de gerações, preferimos não indicar nenhuma correlação entre elas.

Halicystis parvula Schmitz in Murray, Phycological Memoirs II, III, pl. XIII, fig. 5: 45 – 51. 1893.

Material estudado: Ponta da Cabeça (janeiro de 1983), Saco do Ingles (janeiro de 1981), Prainha (janeiro e agosto de 1983), Ponta do Maramutá (fevereiro de 1983) e Ponta da Lagoinha (janeiro de 1981).

Planta coletada sempre sobre rodofíceas calcáreas incrustantes e associadas a ouriço principalmente com *Echinometra lucunter* (Linnaeus) Gray, a menos de 2 metros de profundidade (Ponta da Cabeça, Prainha e Ponta do Maramutá). Em superfície foram encontrada sobretudo nos orifícios escavados por ouriços (Saco do Ingles e Ponta da Lagoinha).

Comentários: Nossos exemplares correspondem bem aos espécimens que JOLY (1957, 1965) e OLIVEIRA FILHO (1977) coletaram no Brasil e identificaram sob o nome de *Halicystis pyriformis* Levring. *H. pyriformis* foi descrita para a Ilha Juan Fernandez (Oceano Pacífico) por LEVRING (1941) e foi reencontrada no Vietnam por Dawson (1954). As características que distinguem esta espécie de *H. parvula* não foi claramente estabelecida pelos autores; JOLY (1957, 1965) por outro lado não explicou porque atribuiu aos seus espécimens à *H. pyriformis* antes que a *H. parvula*, este último sendo o epíteto mais antigo.

O talo de 1. 0-1.2 cm de altura, 900 - 975 μ m de largura e a presença de plastos fusiformes com 1 - 2 pirenóides em nossos exemplares são compatíveis com as descrições realizadas para *H. parvula* (FELDMANN 1937, para o Mar Mediterrâneo e GAYRAL 1966 para o litoral norte da França).

H. parvula e *Derbesia tenuissima* fazem parte de um ciclo de

vida com alternância de gerações heteromórficas (FELDMANN 1950 e ZIEGLER & KINGSBURY 1964). Apesar da ocorrência simultânea desses dois taxa na área estudada, como para a descrição anterior, preferimos desenvolver estudos sobre cultivo para determinar esta alternância de geração para nossa região.

Pedobesia (estádio de **Pedobesia** sp.) (Fig. 8. 12)

Talo microscópico, achatado, de forma flabelada à irregular, de cor verde clara, completamente aderente ao substrato. Este talo é calcificado, confluyente e às vezes recoberto parcialmente por vários talos secundários que se superpõem ao talo primário. Algumas proliferações marginais podem ser observadas no talo (Fig. 8).

Em vista dorsal, o bordo do esqueleto calcário apresenta-se denteado (Fig. 9); essas denteações dão origem a orifícios elípticos, não calcificados, dispostos em fileiras radiais sobre a parte jovem de talo (Fig. 9) e poliflavelado sobre as partes mais velhas (Fig. 10); eles medem 2 - 5 μm de largura e 6 - 7 μm de comprimento e são, às vezes, ligadas entre si por uma linha de sutura que atinge a margem do talo. Os pilares calcários que unem as faces dorsal e ventral do talo estão sempre situados abaixo de cada orifício. Esses são cilíndricos e alargados em suas extremidades, dispostos também em fileiras radiais a poliflaveladas. No corte ótico os pilares se apresentam, em vista superficial, sob a forma de manchas claras rodeados por um círculo sombreado.

A espessura do talo é de 9 - 12 μm . Para uma melhor compreensão da estrutura do talo representamos esquematicamente um corte do talo mostrando o aspecto do orifício e dos pilares (Fig. 11). Todo o espaço compreendido entre as duas faces calcificadas e os pilares esta ocupado por um citoplasma contendo vários pequenos cloroplastos ovóides de 2 - 3 μm e sem pirenóides (Fig. 11 - 12). A face ventral, em vista superficial, tem uma estrutura diferente; o esqueleto é formado por placas justapostas de contorno poligonal, sem orifícios e deixando ver por transparência os pilares e os cloroplastos.

Material estudado: Ponta do Maramutá (YY - 4138 e YY-4139 fevereiro de 1984).

Esta planta foi coletada entre 3 e 4 m de profundidade, crescendo fixa sobre fronte de **Cryptopleura ramosa** (Hudson) Kylin ex Newton coletada nas paredes sub verticais da rocha. Foi encontrada também sobre os tubos de poliqueto **Diopatra** junto com **Derbesia tenuissima**. Esta estação de coleta é caracterizada pela formação de corais madreporários.

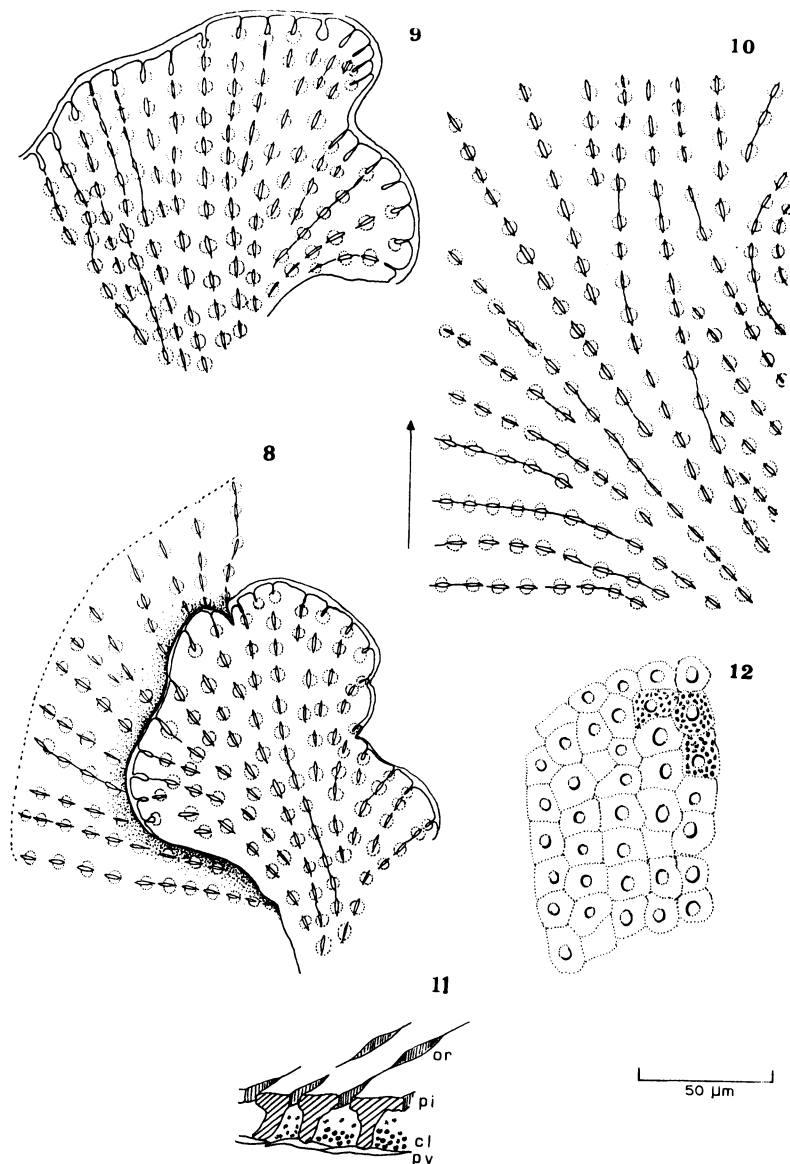


FIG. 8-12 - *Pedobesia* (estádio).

FIG. 8 - Aspecto geral do talo secundário (escala = 50 μ m). FIG. 9 - Vista dorsal mostrando as denteações; notar os orifícios elípticos e os pilares (pontilhados), em disposição radial (escala = 50 μ m). FIG. 10 - Orifícios e pilares em disposição flabelada; a seta indica a direção da margem do talo (escala = 50 μ m). FIG. 11 - Esquema da estrutura do talo, em corte transversal; or = orifício, pi = pilar, cl = cloroplasto e pv = placa ventral (sem escala). FIG. 12 - Placas ventrais com os pilares; sobre algumas placas estão representados os cloroplastos (escala = 50 μ m).

Comentários: CINELLI et al. (1981) propôs para distinguir sob o nome de *Pedodiscus*, os estádios incrustantes calcificados de *Pedobesia* Mac-Raild & Womersley para as plantas da costa italiana, o que foi seguido por YONESHIGUE (1985) para os exemplares de Cabo Frio.

Os espécimes estudados neste trabalho são muito semelhantes as estruturas calcárias desenvolvidas no laboratório por PAULA & WEST (1986) à partir das amostras de *Pedobesia ryukyuensis* Kobara & Chihara coletadas na Praia do Segredo, São Sebastião, litoral do Estado de São Paulo. Essa similaridade se prende a: crostas calcárias circulares, disposição radial e poliflabelada dos orifícios, dos pilares e dos pequeninos plastos desprovidos de pirenóides. Desta maneira, preferimos designar nossas estruturas como um estágio do ciclo evolutivo heteromórfico de *Pedobesia* (PAULA & WEST 1986).

Apesar de coexistir crostas de *Pedobesia* e *Derbesia tenuissima* no mesmo ambiente na Ponta do Maramutá, descartamos por ora, *D. tenuissima* pela presença de pirenóides em seus plastos. Acredita-se que essas crostas façam parte do ciclo de uma *Pedobesia* ainda não encontrada na região estudada.

CONCLUSÃO

Tentativamente descrevemos: *Derbesia tenuissima*, *Halicystis ovalis*, *H. parvula* e um estágio de *Pedobesia*. Somente o acompanhamento dessas plantas em laboratório poderá elucidar esses problemas taxonômicos.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, I.A. & HOLLENBERG, G.J. 1976. Marine algae of California. Stanford Univ. Press, California, xii + 827 p.
- BÖRGESSEN, F. 1913. Marine algae of Danish West Indies. Part I. Chlorophyceae. *Dansk. Bot. Arkiv*. 1(5):1-158.
- BÖRGESSEN, F. 1925. Marine algae from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. 1. Chlorophyceae. *Dansk Vidensk. Selsk., Biol. Medd.* 5:1-123.
- CINELLI, F.; BOUDOURESQUE, C.F.; MAZZELLA, L. & RI-

- CHARD, M. 1981. Algae marine rare o nueve per la flora italiana. **Quad. Lab. Tecnol. Pesca**, 3(suppl.):467-480.
- COUTINHO, R. & YONESHIGUE, Y. (1988, no prelo). Diurnal variation in photosynthesis vs. irradiance curves from "sun" and "shade" plants of *Pterocladia capillaceae* (Gmelin) Bornet et Thuret (Gelidiaceae, Rhodophyta) from Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**
- DAWSON, E.Y. 1954. Marine plants in the vicinity of the Institute Oceanographic of Nha Trang. Viet Nam. **Pacif. Sci.**, 8(4): 371-469.
- FELDMANN, J. 1937. Les algues marines de la côte des Albères. I-III: Cyanophycées, Chlorophycées et Phaeophycées. **Rev. Algol.** 9:1-197.
- FELDMANN, J. 1950. Sur l'existence d'une alternance de générations entre l'*Halicystis parvula* et le *Derbesia tenuissima* (De Notaris) Crouan C. R. **Acad. Sci Paris**, 230:322-323.
- GAYRAL, P. 1966. Les algues des côtes françaises. Edit. Doin, Paris: 632 p.
- HAMEL, G. 1931. Chlorophycées des côtes françaises. (I). Edit. Rouen, France xv:168p.
- HOEK, C. van den, 1982. A taxonomic revision of the Americas species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. **Verb. K. Ned. Akad. Wet. Tweed Sectie**, 78(1-236).
- HOWE, M.A. 1928. Notes on some marine algae from Brazil and Barbados. **J. Wash. Acad. Sci**, 18(7):186-194.
- HOWE, M.A. & TAYLOR, W.R., 1931. Notes on new or little-known marine algae from Brazil. **Brittania**, 1:7-33.
- JOLY, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. **Bolm. Fac. Fil. Ciênc. Letras Univ. São Paulo. Botânica**, 14:1-196.
- Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):119-34, dezembro 1987

- JOLY, A.B. 1965. Flora marinha do litoral Norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. **Bolm. Fac. Fil. Ciênc. Letras Univ. São Paulo**, 294, Botânica 21:1-393.
- JOLY, A.B. & YONESHIGUE-BRAGA, Y. 1966. Primeira nota sobre algas marinhas durante as viagens do Navio Oceanográfico "Almirante Saldanha". **Publ. Inst. Pesq. Marinha**, Rio de Janeiro, 034:1-12.
- JOLY, A.B.; UGADIM, Y.; OLIVEIRA FILHO, E.C. de, & CORDEIRO-MARINO, M. 1967. Additions to the marine flora of Brazil. VI. **Bolm. Fac. Fil. Ciênc. Letras, Univ. São Paulo**. 305 (22):171-194.
- KORNMANN, P. 1938. Zur Entwicklungsgeschichte von *Derbesia* und *Halicystis*. **Planta** 28:464-470.
- LEVRING, T. 1941. Die Meeresalgen der Juan Fernandez Inseln. The Natural History of Juan Fernandez and Easter Island. Vol. II. Edit. Almqvist & Wiksells, Uppsalla: 601-607.
- MITCHELL, G.J.P.; SZÉCHY, M.T.M. & MITUYA, L.A. 1979. Sinopse das Clorofíceas marinhas bentônicas do litoral do Rio de Janeiro. **Leandra**, Rio de Janeiro, 8-9:91-123.
- MOREIRA DA SILVA, P.C. de, 1968. O fenômeno da ressurgência na costa meridional brasileira. **Publ. Inst. Pesq. Marinha**, Rio de Janeiro, 24:1-38.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. de, 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil. Tese Livre Docência, Univ. São Paulo, 411p.
- PAULA, E.J. de, 1985. Histórico de vida e problemas taxonômicos em *Derbesia*, *Halicystis* e *Pedobesia*, do litoral de São Paulo. Resumo nº 37. IIª Reunião Brasileira de Ficologia, São Sebastião, São Paulo. março de 1985.
- PAULA, E.J. de & WEST, J.A., 1986. Culture studies on *Pedobesia ryukyuensis* (Derbesiales, Chlorophyta), a new record in Brazil. **Phycologia** 25(4):482-493.

- TAYLOR, W.R., 1931. A synopsis of the marine algae of Brazil. *Rev. Algol.* 5(3-4):279-313.
- VALENTIN, J.L. 1984. Analyses des paramètre hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio. Brésil. *Mar.Biol.* 82:259-276.
- WYNNE, M.J. 1986. A checklist of benthic marine lagae of the tropical and subtropical western Atlantic. *Can. J. Bot.* 64:2239-2281.
- YONESHIGUE, Y., 1984. Flore marine de la région de Cabo Frio (RJ, Brésil). 4. Sur une espèce nouvelle du genre *Peyssonnelia* (Cryptonemiales: Rhodophyta). *Vie et Milieu* 34(2/3):133-137.
- YONESHIGUE, Y. 1985. Taxonomie et Ecologie des Algues Marines dans la Région de Cabo Frio (Etat de Rio de Janeiro, Brésil). Thèse docteur d'Etat-Sciences, Univ. d'Aix Marseille II Fac. Sciences de Luminy, 466p.
- YONESHIGUE, Y. 1987. Ensaios de Ficocultura na região de ressurgência (RJ). Simp. Ecossit. costa Sul e Sudeste Brasil. Publ. ACIESP II:34-47.
- YONESHIGUE-BRAGA, Y., 1977. *Pseudendoclonium marinum* (Reinke) Aleem et Schulz, a first reported occurrence for South America. *Phycologia* 16(1):113-118.
- YONESHIGUE, Y. & FIGUEIREDO, M.A.O. 1983. Flore marine de la région de Cabo Frio (Brésil). 3. Ectocarpaceae (Phaeophyta) nouvelles pour la côte bresilienne. *Vie et Milieu* 33(3/4): 181-190.
- YONESHIGUE, Y. & OLIVEIRA, E.C. de, 1984. Algae from Cabo Frio upwelling area. 2. *Gelidiocolax pustulata* (Gelidiaceae Rhodophyta): an unusual new putative parasitic species. *J. Phycol.* 20(3):440-445.
- YONESHIGUE, Y.; BOUDOURESQUE, C.F. & FIGUEIREDO, M.A.O., 1986. Flore algale marine de la région de Cabo Frio, État de Rio de Janeiro (Brésil). 5. Sur *Boodlea composita* Nerfíica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):119-34, dezembro 1987

(Boodleaceae-Chlorophyta), **Dictyota pardalis** (Dictyotaceae-Phaeophyta) et **Lophosiphonia cristata** (Rhodomelaceae-Rhodophyta), espèces nouvelles pour la côte bresilienne. **Rickia** 13:17-27.

YONESHIGUE, Y. & VILLAÇA, R.C. 1986. Flora marinha da região de Cabo Frio (Estado do Rio de Janeiro, Brasil). 6. **Pterosiphonia spinifera**, **Polysiphonia eastwoodae**, **P. flaccidissima**, **P. sphaerocarpa** e **Strebl cladia corymbifera** (Rhodomelaceae-Rhodophyta). Novas ocorrências para a costa brasileira. **Rickia** 13:97-111.

ZIEGLER, J.R. & KINGSBURY, J.M., 1964. Cultural studies on the marine green alga **Halicystis parvula**-**Derbesia tenuissima**. I. Normal and abnormal sexual and asexual reproduction. **Phycologia** 4:105-116.

ADIÇÕES À FLORA MARINHA BENTÔNICA DO ARQUIPELAGO DE FERNANDO DE NORONHA

Maria Teresa M. de SZÉCHY
Maria Cristina da S. MAURAT
Cristina Aparecida G. NASSAR
Cristina FALCÃO

ABSTRACT

Additions to the marine flora of the Fernando de Noronha Archipelago.

This paper presents the descriptions, illustrations, references to the brazilian coast and some taxonomic comments about three species of benthic marine algae never cited in the literature for the Fernando de Noronha Archipelago: **Caulerpa ambigua** Okamura, **Cladophoropsis macromeres** Taylor (?) and **Polyphysa myriospora** (Joly et Cordeiro-Marino) Bula-Meyer. The studied material was collected at the NW side of the Archipelago, by snorkelling, in July, 1986.

Key words: marine flora, taxonomy, Fernando de Noronha, Brazil.

* Laboratório Integrado de Ficologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):135-46, dezembro 1987

RESUMO

Este trabalho fornece descrições, figuras, referências para o litoral brasileiro e alguns comentários taxonômicos de três espécies de algas marinhas bentônicas, não citadas anteriormente, na literatura, para o Arquipélago de Fernando de Noronha: **Caulerpa ambigua** Okamura, **Cladophoropsis macromeres** Taylor (?) e **Polyphysa myriospora** (Joly et Cordeiro-Marino) Bula-Meyer. O material de estudo é proveniente de coletas, através de mergulhos em apnéia, no lado NW do Arquipélago, realizadas em julho de 1986.

Palavras chave: Flora marinha, taxonomia, Fernando de Noronha, Brasil.

INTRODUÇÃO

Algas marinhas bentônicas têm sido referidas por pesquisadores nacionais e estrangeiros para o Arquipélago de Fernando de Noronha desde o século passado, sob a forma de listas de espécies (OLIVEIRA FILHO 1977). Mais recentemente, ESTON & OLIVEIRA (1986) realizaram um estudo qualitativo e quantitativo da flora ficológica marinha bentônica do Arquipélago, determinando a abundância e a distribuição vertical dos grupos mais representativos. São citadas 6 espécies de Cyanophyta, 29 de Chlorophyta, 25 e Phaeophyta e 59 de RODOPHYTA. Pereira *et. al.* (no prelo) fornecem uma relação de 131 táxons para a região, sendo 44 espécies de Chlorophyta, 22 de Phaeophyta e 65 de TODOPHYTA, incluindo referências de autores anteriores e de material por eles coletado.

O presente trabalho tem como objetivo complementar o conhecimento da flora local, citando a ocorrência de três táxons, pertencentes à Divisão Chlorophyta, não referidos anteriormente: **Caulerpa ambigua** Okamura, **Cladophoropsis macromeres** Taylor (?) e **Polyphysa myriospora** (Joly et Cordeiro-Marino) Bula-Meyer.

MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado é proveniente de coletas efetuadas no período de 14 a 17 de julho de 1986, na zona infralitoral de 6 pontos do lado NW do Arquipélago de Fernando de Noronha: Baía do Sancho, Baía dos Porcos, Praia do Pico, Praia do Cachorro, Praia de Santo Antônio, na Ilha de Fernando de Noronha, e Ponta Oeste, na Ilha Rata (Fig. 1).

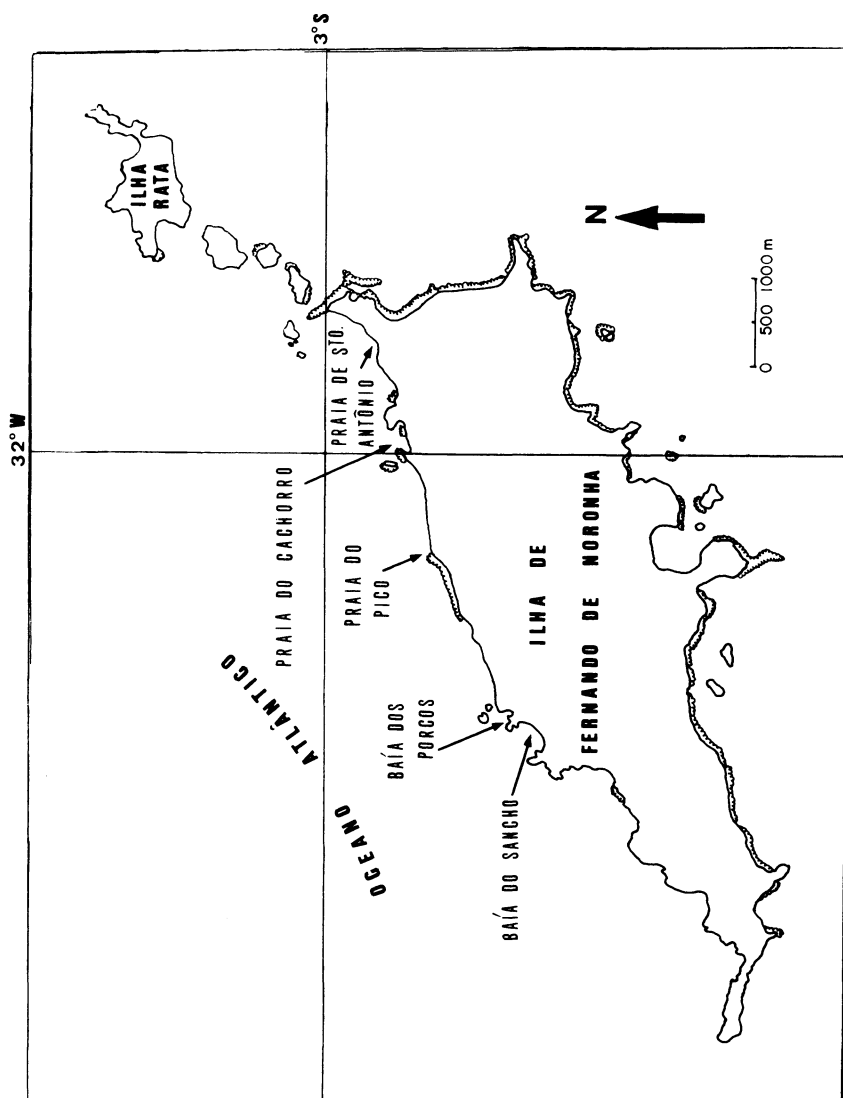


FIG. 1 - Mapa da área de estudo e posição das estações de coleta.

Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):135-46, dezembro 1987

O Arquipélago de Fernando de Noronha, distante 360 km do litoral do Estado do Rio Grande do Norte ($3^{\circ}50'S$ e $32^{\circ}26'W$), está situado em região de clima tropical, com duas estações bem demarcadas: um período seco e um período chuvoso. As ilhas, destacando-se a Ilha de Fernando de Noronha, a Ilha Rata e a Ilha do Meio, entre as maiores, têm origem vulcânica, sendo formadas por arenitos, derrames basálticos ou blocos fonolíticos, e são banhadas por águas claras, com visibilidade de até 40m de profundidade. Os ventos dominantes na região são os alíseos de direção SE, com velocidade média de 6,6 m/s.

A costa NW do Arquipélago, mais protegida dos ventos e com correntes mais fracas, apresenta um traçado menos erodido e retalhado, com praias arenosas ou pedregosas (cascalhos basálticos) e algumas falésias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caulerpa ambigua Okamura

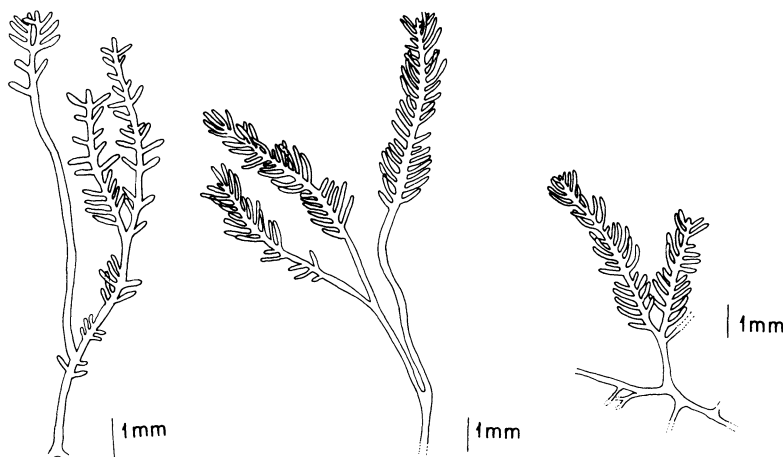


FIG. 2 - *Caulerpa ambigua*: filamento ereto, com pínulas simples. FIG. 3 - *Caulerpa ambigua*: porção prostrada com filamentos rizoidais e filamentos eretos. FIG. 4 - *Caulerpa ambigua*: filamento ereto (note distribuição irregular das pínulas).

— Descrição:

Plantas de cor verde escuro, delicadas, com até 0,8cm de altura. Talo filamentoso, cenocítico, formado por eixos cilíndricos prostrados e eretos. Filamentos da porção prostrada ramificados irregularmente, medindo (70) 86 (140) μm de diâmetro, com fila-

mentos rizoidais esparsos e com ramificação irregular. Filamentos da porção ereta pouco numerosos, simples ou até 4 vezes ramificados sub-dicotomicamente, medindo (70) 100 (110) μm de diâmetro e com numerosos ramos curtos laterais, de crescimento definido (pínulas). Pínulas distribuídas ao longo de todo o filamento ereto ou apenas na sua porção superior, de forma contínua ou não, com disposição oposta dística, geralmente simples ou 1 vez bifurcadas, em ângulo agudo, com base não constricta e extremidade arredondada, medindo (200) 375 (500) μm de comprimento e (40) 55 (70) μm de diâmetro, 5 a 10 vezes mais longas que largas. Pínulas, do mesmo filamento, aproximadamente do mesmo comprimento ou bastante variáveis. Trabéculas bem visíveis.

Espécie coletada em locais não expostos diretamente à ação das ondas, junto com outras algas filamentosas ou emaranhadas entre almofadas de coralináceas, passando facilmente despercebida no campo.

— Material estudado:

Brasil, Fernando de Noronha, Ilha de Fernando de Noronha, Baía de Santo Antônio, Praia do Cachorro, col. M.T.M. Széchy, 16/7/86 (RFA 32710); Baía dos Porcos, col. M.T.M. Széchy, 14/7/86; Baía do Sancho, col. M.T.M. Széchy, 15/7/86; Ilha Rata, Ponta Oeste, col. M.T.M. Széchy, 17/7/86 (RFA 32709).

— Referências para o litoral brasileiro:

SP: Joly et alii 1965a, p. 130, pl. II, fig. 1; RJ: Mitchell et alii 1979, p. 116, pl. I, fig. 3; BA: Joly et alii 1969, p. 249 (como *Caulerpa vickersiae* Boergesen).

O material estudado apresenta-se menos desenvolvido que o referido por TAYLOR (1928, 1960), JOLY et alii (1965) e MITCHELL et alii (1979), tendo, em média, diâmetro dos filamentos menor.

Em termos de prioridade, o epíteto *Caulerpa ambigua* Okamura deve ser mantido no lugar de *Caulerpa vickersiae* Boergesen (EUBANK 1946, OLIVEIRA FILHO 1977, WYNNE 1986), EUBANK (1946) menciona a variabilidade morfológica observada no tipo de ramificação e na distribuição das pínulas desta espécie, citando 4 variedades para o Havaí: *C. ambigua* var. *furcifolia*, *C. ambigua* var. *vickersiae*, *C. ambigua* var. *simplex* e *C. ambigua* var. *dichotoma*. Como as características morfológicas usadas como critério taxonômico para distinguir as variedades da referida espécie podem ser encontradas na mesma planta, concordamos com os autores. Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):135-46, dezembro 1987

tores que não reconhecem tais variedades, entre eles BOERGESEN (1949) e EGEROD (1952).

Cladophoropsis macromeres Taylor (?)

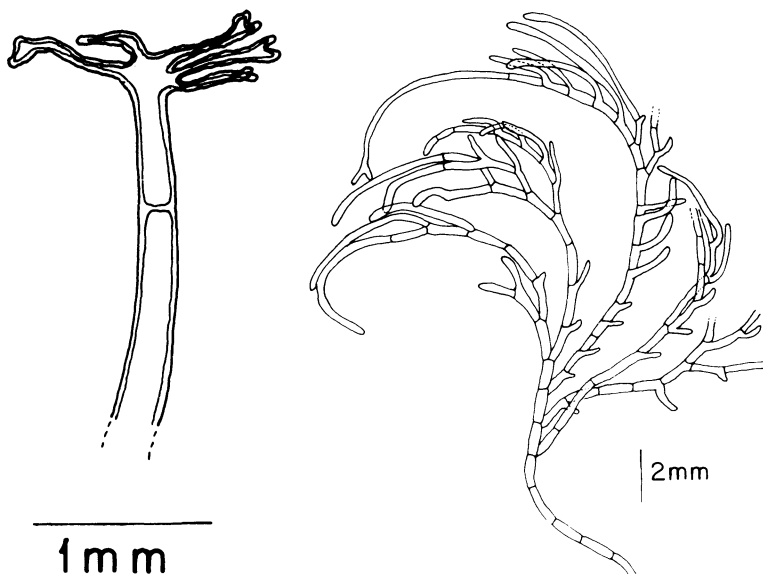


FIG. 5 - *Cladophoropsis macromeres* (?): porção superior de um ramo. FIG. 6 - *Cladophoropsis macromeres* (?): detalhe de uma célula apical com rizóide.

— Descrição:

Plantas de cor verde escuro, quando vivas, ou verde amarelado, quando fixadas, em tufos emaranhados, como almofadas, com até 5,0cm de altura. Talo filamentoso, unisseriado, ramificado. Ramificação irregular ou unilateral, principalmente na porção superior do talo. Ramos rígidos, frequentemente recurvados, originados a partir da porção distal das células, geralmente sem septo na base ou com septo, quando nos ramos inferiores mais desenvolvidos. Ramos de última ordem unicelulares ou multicelulares, com até 4 células. Células alongadas, cilíndricas a ligeiramente clavadas, com paredes espessas, medindo de 16 a 33 μm de espessura. Células apicais medindo até 8mm de comprimento e extremidade arredondada; células em direção à base gradativamente menores. Rizóides ramificados, abundantes na porção terminal das células apicais. Filamentos principais com (270) 330 (400) μm de diâmetro e ramos de última ordem com (150) 210 (270) μm de diâmetro.

Paredes celulares apresentando-se, ao microscópio ótico, parasitadas por hifas septadas, com clamidosporos.

Espécie coletada em local não exposto diretamente à ação das ondas, junto com algas filamentosas, no infralitoral superior.

— Material estudado:

Brasil, Fernando de Noronha, Ilha de Fernando de Noronha, Baía de Santo Antônio, Praia de Santo Antônio, col. M.T.M. Széchy, 17/7/86 (RFA 32711).

— Referências para o litoral brasileiro:

PB: JOLY et alii 1967, p. 174, pl. V, figs. 1-2; RN: ARAÚJO 1983, p. 107, fig. 30.

KANAGAWA (1984) comenta, levando em consideração descrição e figuras fornecidas por JOLY et alii (1967), que o material de *Cladophoropsis macromeres* Taylor, referido para Cabo Branco, parece tratar-se de *Cladophora catenata* (Linnaeus) Kuetzing. *Cladophora catenata* (Linnaeus) Kuetzing é citada, para o Brasil, por OLIVEIRA FILHO (1977), que coloca as referências mais antigas da espécie para o Estado do Rio de Janeiro como duvidosas e por SANTOS (1983) e KANAGAWA (1984).

HOEK (1982), em sua revisão taxonômica das espécies de *Cladophora* do Norte do Oceano Atlântico, descreve *C. catenata*, situando-a na seção Aegagropila. Este autor sugere a inclusão do gênero *Cladophoropsis* no gênero *Cladophora* (ordem Cladophorales), não considerando o tipo de divisão celular segregativa como um critério consistente para a caracterização da ordem Siphonocladales. No entanto, não analisa a semelhança de alguns aspectos morfológicos entre *Cladophora catenata* e *Cladophoropsis macromeres*.

Neste trabalho, seguimos WYNNE (1986), que aceita a ordem Siphonocladales.

O material estudado concorda com o descrito por TAYLOR (1960) e com o referido para o litoral do nordeste do Brasil por JOLY et alii (1967) e por ARAÚJO (1983), não apresentando-se tão desenvolvido quanto o citado para a região do Caribe, onde ocorre em massas flutuantes (TAYLOR 1928, 1960). O fato de termos coletado apenas 2 espécimens e analisado material já fixado nos obriga a colocar a citação como duvidosa, pois não nos foi possível precisar o tipo de divisão celular, que nos confirmaria a identificação a nível genérico.

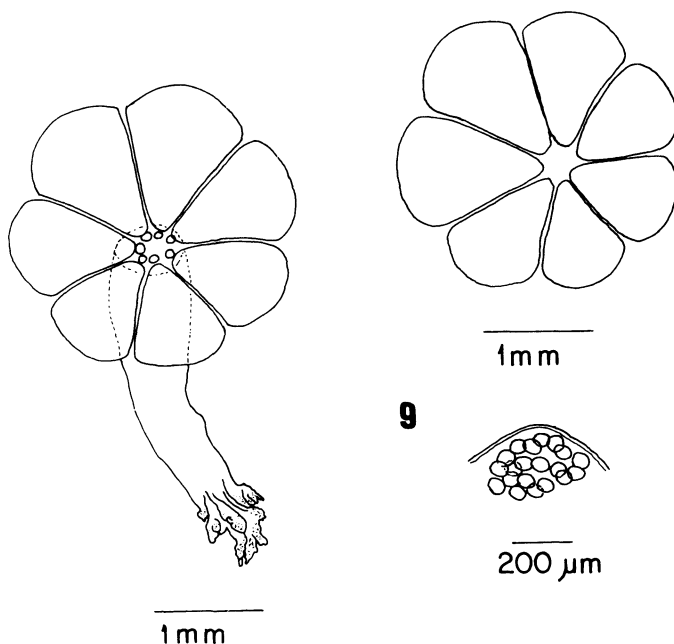
***Polyphysa myriospora* (Joly et Cordeiro-Marino) Bula-Meyer.**

FIG. 7 - *Polyphysa myriospora*: aspecto geral da planta, mostrando o lado superior do disco, com corona. FIG. 8 - *Polyphysa myriospora*: lado inferior do disco, sem corona. FIG. 9 - *Polyphysa myriospora*: detalhe da parte apical de um raio, com aplanósporos.

— Descrição:

Plantas de cor verde escuro, ligeiramente calcificadas, gregárias, com até 4mm de altura, quando férteis. Talo cenocítico, constituído de estipe e disco. Estipe cilíndrico a claviforme, liso a ligeiramente rugoso, com 390-450 μm de diâmetro, na extremidade do qual se insere o disco fértil. Disco formado por 7 raios, medindo, em média, 2500 μm de diâmetro, somente com corona superior. Raios verticiladamente dispostos, unidos lateralmente, de contorno triangular, com 900-1350 μm de comprimento e 750-1050 μm de largura, no ápice, com mais de 300 aplanósporos. Aplanósporos arredondados, com 50-57 μm de diâmetro.

Espécie coletada em local exposto à arrebentação das ondas, no mesolitoral, sob algas maiores.

— Material estudado:

Brasil, Fernando de Noronha, Ilha de Fernando de Noronha, Baía do Pico, Praia do Pico, col. D.R. Tenenbaum, 16/7/86 (RFA 32717).

— Referências para o litoral brasileiro:

BA: JOLY et alii 1965b, p. 80, pl. 2, figs. 1-10 (como *Acetabularia myriospora* Joly et Cordeiro-Marino).

O material estudado concorda com os dados da literatura, apresentando, no entanto, altura, diâmetro do estipe e do disco e dimensões dos raios inferiores aos citados por JOLY et alii (1965b) e BULA-MEYER (1982).

Devido à pouca quantidade de material coletado, não nos foi possível descrever detalhes referentes à corona superior, como suas dimensões e o número de cicatrizes de pelos.

AGRADECIMENTOS

Somos particularmente gratas a Daniel Acyilino Macedo de Lima, Presidente da Comissão Coordenadora do Plano de Desenvolvimento de Fernando de Noronha, pelas facilidades concedidas para a realização dos trabalhos de campo, e a Silvana Campello pelo irrestrito apoio dado ao grupo, principalmente durante as coletas. A Dra. Yocie Yoneshigue e ao Prof. Gilberto José Pereira Mitchell, pelo incentivo e constante orientação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. do S.V.B. de. 1983. Clorofíceas e feofíceas marinhas bentônicas do litoral oriental do Rio Grande do Norte (Brasil). Dissertação de mestrado em Botânica, Univ. Fed. Rur. de Pernambuco, Recife, 287p.
- BOERGESEN, F. 1949. Some marine algae from Mauritius; additions to the parts previously published. *K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Meddel.*, 21(5):1-48, fig. 1-17, pl. 1-2.
- BULA-MEYER, G. 1982. Adiciones a las clorofíceas marinas del Caribe Colombiano, I. *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín*, 12: 117-136.
- EGEROD, L.E. 1952. An analysis of the siphonous Chlorophyce-Nerítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):135-46, dezembro 1987

phyta, with special reference to the Siphnocladales, Siphonales and Dasycladales of Hawaii. *Univ. Calif. publ. bot.*, **25**(5):325-454.

ESTON, V.R. & OLIVEIRA, E.C. de. 1986. The marine flora of Fernando de Noronha Archipelago (Brazil); ecology and distribution. In *Int. Seaweed Symp.* (12: São Paulo, São Paulo. 1986). Book of abstracts. . ., pág. 42.

EUBANK, L.L. 1946. Hawaiian representatives of the genus *Caulerpa*. *Univ. Calif. publ. bot.*, **18**(18):409-432, pl. 22.

HOEK, C. van den. 1982. A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. *Verb. K. Ned. Akad. Wet. Tured Sectie*, **78**:1-236.

JOLY, A.B.; CORDEIRO, M.; YAMAGUISHI, N. & UGADIM, Y. 1965a. Additions to the marine flora of Brazil, IV. *Rickia*, **2**: 129-145.

JOLY, A.B.; CORDEIRO-MARINO, M.; UGADIM, Y.; YAMAGUISHI-TOMITA, N. & PINHEIRO, F. 1965b. New marine algae from Brazil. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará*, **5**(2):79-92.

JOLY, A.B.; OLIVEIRA FILHO, E.C. de & NARCHI, W. 1969. Projeto de criação de um Parque Nacional Marinho na região de Abrolhos, Bahia. *An. Acad. Bras. Ci. (sup.)*, **41**:247-251.

JOLY, A. B., UGADIM, Y., OLIVEIRA FILHO, E. C. de and CORDEIRO-MARINO, M. 1967. Additions to the marine flora of Brazil, VI. *BoI. Fac. Fil. Ci. Let. Univ. S. Paulo*, **305**, Bot., **22**: 171-194.

KANAGAWA, A. I. 1984. Clorófitas marinhas bentônicas do Estado da Paraíba, Brasil. Tese de doutorado em Ciências, Inst. Biociênc., Univ., S. Paulo, São Paulo, 470 p.

MITCHELL, G. J. P., SZÉCHY, M. T. M. de e MITSUYA, L. A. 1979. Sinopse das clorófitas marinhas bentônicas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. *Leandra*, **8-9**: 91-123.

- OLIVEIRA FILHO, E. C. de. 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil. Tese de livre-docência em Ficologia, Inst. Biociênc., Univ. S. Paulo, São Paulo, 407 p.
- PEREIRA, S. M. B., UGADIM, Y., PEDRINI, A. de G. e BRAGA, M. do R de A. Algas marinhas bentônicas do Território de Fernando de Noronha, Brasil. (Manuscrito enviado para publicação).
- SANTOS, D. P. 1983. Clorofíceas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. Dissertação de mestrado em Botânica, Inst. Biociênc., Univ. S. Paulo, São Paulo, 166 p.
- TAYLOR, W. R. 1928. The marine algae of Florida, with special reference to the Dry Tortugas. Carnegie Inst. Wash. Publ., 379, **Papers from the Tortugas Lab.**, 25:1-219.
- TAYLOR, W. R. 1960. **Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas.** Univ. Michigan Press, Ann Arbor, 870 p.
- WYNNE, M. J. 1986. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. **Can. J. Bot.**, 64(10): 2239-2281.

**ESTUDOS SOBRE AS RODOPHYTA DE ÁGUAS
CONTINENTAIS DO BRASIL — 6**
Ocorrência de *Hildebrandia rivularis* (Liebmann)
J. Agardh nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo

Orlando NECCHI Júnior

ABSTRACT

Studies on the freshwater Rodophyta of Brazil - 6: Occurrence of *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J. Agardh in the States of Rio de Janeiro and São Paulo.

***Hildenbrandia rivularis* was studied on the basis of specimens collected from the States of Rio de Janeiro and São Paulo, southern Brazil. A detailed description, illustrations and comments on the species were presented for the first time for Brazil, with special reference to reproduction by gemmae. The only previous report of the occurrence of the species in Brazil was confirmed.**

Key words: *Hildenbrandia rivularis*, Rhodophyta, continental water, Rio de Janeiro, São Paulo, Brazil.

* Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP, Departamento de Botânica - Caixa Postal 136 - 15001 - São José do Rio Preto, SP

RESUMO

Hildenbrandia rivularis foi estudada a partir de material coletado nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Foram apresentados, pela primeira vez para o Brasil, descrição detalhada, ilustrações e comentários da espécie, com referência especial à reprodução por gemas. Foi confirmada a única citação anterior de ocorrência da espécie no Brasil.

Palavras chave: **Hildenbrandia rivularis**, Rhodophyta, água continental, Rio de Janeiro, São Paulo, Brasil.

INTRODUÇÃO

O gênero **Hildenbrandia** Nardo é representado por duas espécies em águas continentais: **H. rivularis** (Liebmann) J. Agardh e **H. ramanaginaii** Khan. A primeira apresenta ampla distribuição com registros de sua ocorrência em todos os continentes (ENTWISLE & KRAFT 1984, STARMARCH 1969), enquanto a segunda foi descrita para a Índia (KHAN, 1974) e é conhecida apenas da localidade-tipo.

Hildenbrandia rivularis reproduz-se vegetativamente através de gemas, estolões ou por fragmentação do talo (SETO 1977, STARMARCH 1969). A reprodução sexuada foi descrita mas nunca suficientemente confirmada. No Brasil há um único registro da espécie (KOLKWITZ 1933), com base em material coletado na bacia dos Lagos Azul e Maromba, Parque Nacional do Itatiaia, Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um trabalho ecológico no qual a espécie é apenas citada no texto, sem descrição nem ilustração do material referido.

Como parte do estudo taxonômico das Rhodophyta de águas continentais do Brasil, duas amostras de **H. rivularis**, coletadas nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, foram estudadas. A espécie foi descrita e ilustrada, com referência especial à reprodução por gemas. Os espécimes foram incluídos no Herbário Científico do Estado "Maria Eneyda P. K. Fidalgo" (SP).

DESCRIÇÃO, MATERIAL EXAMINADO E HABITAT

Hildenbrandia rivularis (Liebmann) J. Agardh, Spec., gen. et ord. alg. 495. 1852. (Figs. 1-7).

Basiônimo: *Erythroclathrus rivularis* Liebmann, Nat. Tidskr. 2. 1839. (Relação completa de sinônimos em DENIZOT (1968: 201)).

Plantas crostosas, fortemente apressas ao substrato, formando manchas circulares ou irregulares, vermelho-escuras ou marrom-avermelhadas, 1-5cm diâm., 50-150 μm espessura. Talo jovem monostromático, de filamentos prostrados, ramificados e crescimento indefinido. Talo adulto multistromático, constituído de porção basal com filamentos prostrados e de porção ereta com filamentos de crescimento definido. Filamentos eretos curtos, pouco ramificados, ramificação no terço distal, densamente agregados, 6-15 células cúbicas ou cilíndricas, 6-10 x 5-9 μm . Reprodução por gemas.

As gemas são constituídas de um grupo de filamentos densamente agregados (Fig. 7), que se destacam do talo por clivagens paralelas e perpendiculares ao substrato (Figs. 2-3). São observadas protuberâncias (Fig. 1) nos locais onde as gemas se formam. Após sua liberação restam cavidades crateriformes (Fig. 1) nos pontos onde se formaram. Não foi observada germinação das gemas no presente estudo.

Material examinado:

Rio de Janeiro: Parque Nacional do Itatiaia, afluente do Rio Azul, caminho para o Lago Azul, 22°28'S, 44°37'W, col. O. Necchi Jr. 68, 21.VI.1983. São Paulo: Ilha de São Sebastião, Ilhabela, Cachoeira da Toca, 23°47'S, 45°21'W, col. E.J. Paula, 5. VIII.1986.

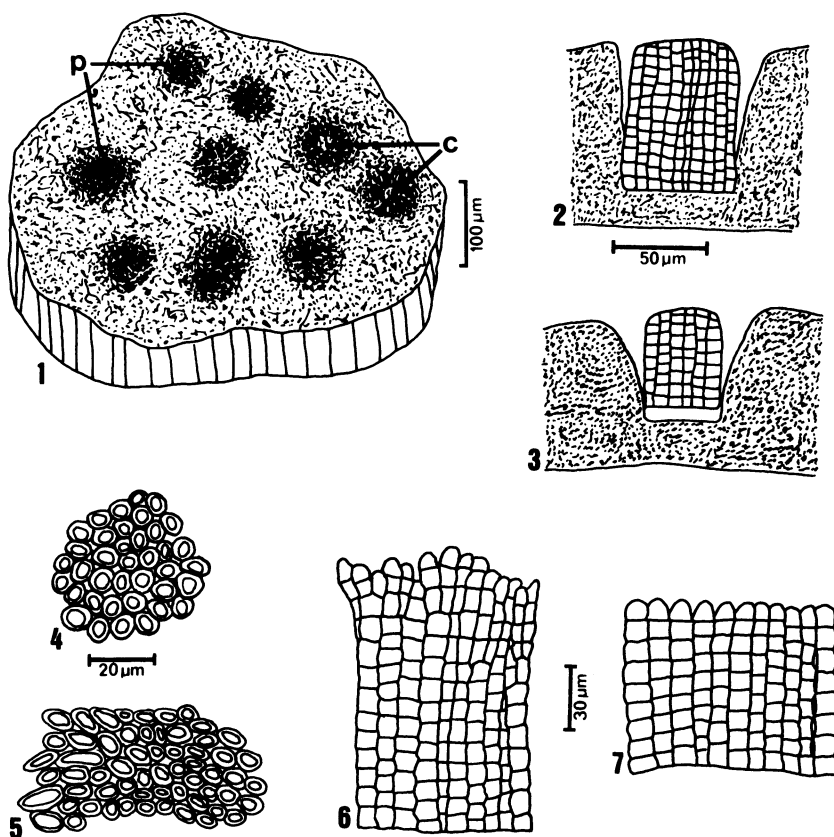
Habitat:

Epilítica em riachos de água corrente, limpa e fria, locais sombreados, até 15 cm de profundidade.

DISCUSSÃO

O material estudado concorda com as descrições de vários autores (AGARDH 1852, ENTWISLE & KRAFT 1984, FRITSCH 1929, HINTON & MAULOOD 1980, ISRAELSON 1942, KUMANO 1978, SKUJA 1938, STARMACH 1969. Segundo DENIZOT (1968) a espécie difere dos representantes marinhos do gênero por não apresentar Tetrasporângios em conceptáculos.

Uma das amostras estudadas foi coletada exatamente na mesma localidade referida por KOLKWITZ (1933). Desse modo, Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):147-52, dezembro 1987



Figuras 1-7 — *Hildenbrandia rivularis*. 1. Vista superficial da planta adulta mostrando protuberâncias (p) e cavidades crateriformes (c). 2-3. Vistas laterais da planta adulta mostrando desprendimento das gemas. 4. Vista superficial da parte central (multistromática) da planta adulta. 5. Vista superficial da parte marginal (monostromática) da planta jovem. 6. Vista lateral dos filamentos eretos da planta adulta. 7. Vista lateral de uma gema.

foi possível confirmar a citação de *H. rivularis* apresentada pelo autor.

A reprodução em *H. rivularis* foi estudada em detalhes por STARMACH (1952, 1969), NICHOLS (1965) e SETO (1977). O primeiro autor demonstrou que a reprodução nesta espécie processa-se de 3 maneiras: por fragmentação do talo (raramente); por filamentos que crescem do talo na forma de estolões (pouco frequente); e por grupos de células (gemas) que se desprendem da superfície do talo (mais comum). NICHOLS (1965) e SETO (1977) confirmaram a existência destes três modos de reprodução na espécie. No material estudado foi observada apenas a reprodução por gemas.

SETO (1977) elucidou a morfogênese do processo de reprodução por gemas e STARMACH (1952) considerou as gemas de *H. rivularis* como estruturas homólogas aos tetrasporângios das espécies marinhas do gênero, com base na semelhança no modo de formação, de germinação das novas plantas e no fato de ambos se formarem sobre a planta-mãe. Sugere-se o estudo comparativo das espécies marinhas e de águas continentais de *Hildenbrandia* para se estabelecer as diferenças e semelhanças entre elas.

AGRADECIMENTOS

Expresso meus sinceros agradecimentos às Dras. Noemy Yamaguishi-Tomita e Marilza Cordeiro-Marino, do Instituto de Botânica, São Paulo, pela leitura crítica do original, e ao Dr. Édison José de Paula, do Instituto de Biociências, USP, pelo envio de material.

REFERÊNCIAS

- AGARDH, J.A. 1852. Species, genera et ordines algarum. vol. 2 (2):337-720. Lund.
- DENIZOT, M. 1968. Les algues Floridiées encroûtantes. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- ENTWISLE, T.J. & KRAFT, G.T. 1984. Survey of freshwater red algae (Rhodophyta) of southeastern Australia. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 35:213-259.
- FRITSCH, F.E. 1929. The encrusting algal communities of certain fast-flowing streams. New Phytol. 28:165-196.
- Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2 (supl.):147-52, dezembro 1987

- HINTON, G.C.F. & MAULOOD, B.K. 1980. Freshwater red algae a new addition to the Iraqi Flora. *Nova Hedwigia* 33:487-497.
- ISRAELSON, G. 1942. The freshwater Florideae of Sweden — studies on their taxonomy, ecology and distribution. *Symb. bot. upsal.* 6(1):1-135.
- KHAN, M. 1974. On a freshwater *Hildenbrandia* Nardo from India. *Hydrobiologia* 44(2/3):237-240.
- KOLKWITZ, R. 1933. Zur Ökologie der Pflanzenwelt Brasiliens. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 51(9):396-406.
- KUMANO, S. 1978. Notes on freshwater red algae from West Malaysia. *Bot. Mag. Tokyo* 91:97-107.
- NICHOLS, H.W. 1965. Culture and development of *Hildenbrandia rivularis* from Denmark and North America. *Am. J. Bot.* 52(1):9-15.
- SETO, R. 1977. On the vegetative propagation of a freshwater red alga *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. Bull. Jap. Soc. Phycol. 25(3):129-136.
- SKUJA, H. 1938. Die Süßwasserrhodophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol., suppl.* 15:603-637.
- STARMACH, K. 1952. The reproduction of the freshwater Rhodophyceae *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. *Acta Soc. Bot. Pol.* 21(3):447-474.
- STARMACH, K. 1969. Growth of thalli and reproduction of the red alga *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. Ag. *Acta Soc. Bot. Pol.* 38(3):523-533.

**TOLERÂNCIA DE GAMETÓFITOS DE *Laminaria abyssalis*
(PHAEOPHYTA) A DIFERENTES TEMPERATURAS,
IN VITRO.**

Eurico Cabral de OLIVEIRA FILHO
Mariana C. de OLIVEIRA

ABSTRACT

Temperature tolerance of *Laminaria abyssalis* (Phaeophyta) gametophytes, in vitro.

The genus *Laminaria* Lamour. is typical of cold and temperate waters of the northern hemisphere. The finding of two species in Brazil has been attributed to the putative existence of a cold water mass at the depth where these species thrive. However, temperature data available are too fragmentary and even contradictory. Here we assessed the survival of gametophytes of *L. abyssalis* at 16, 18, 22, 26 and 30°C, in PES medium and red light. At 30 and 26°C the specimens died in less than 1 and 2 weeks, respectively; at 22°C they were in bad conditions after the 2nd week and at 18°C after the 4th week. Specimens kept at 16°C grow well indefinitely. The results indicate that in nature this species should not be subjected to water over 18°C for very long periods, at least during the time of gametophyte development.

* Instituto de Biociências e CEBIMAR, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 11461, São Paulo, SP. Financiamento parcial da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar e da International Foundation for Science.

Key words: *Laminaria abyssalis*, temperature tolerance, Brazil.

RESUMO

O gênero *Laminaria* Lamour. é típico de águas frias e temperadas do hemisfério norte. A ocorrência de duas espécies deste gênero no litoral brasileiro em latitude tropical tem sido atribuída à existência de uma massa de águas frias abaixo da Corrente do Brasil. No entanto, os dados de temperatura existentes são fragmentários e discrepantes. Neste trabalho testamos a sobrevivência de gametófitos de *L. abyssalis* nas temperaturas de 16, 18, 22, 26 e 30°C em meio Provasoli e luz vermelha. As plantas mantidas a 30°C e a 26°C morreram em menos de uma e duas semanas, respectivamente; a 22°C apresentaram-se em mau estado após a 2ª semana; a 18°C após a 4ª semana e a 16°C vêm se mantendo bem indefinidamente. O experimento indica que esta espécie não deve estar sujeita a longos períodos de água com temperaturas superiores a 18°C, pelo menos durante a fase de desenvolvimento de gametófitos.

Palavras chave: *Laminaria abyssalis*, tolerância à temperatura, Brasil.

INTRODUÇÃO

O gênero *Laminaria* Lamouroux é característico das águas temperadas e frias do hemisfério norte. A ocorrência de duas espécies desse gênero no litoral brasileiro (JOLY & OLIVEIRA F^o, 1967), em latitudes tipicamente tropicais, banhadas pelas águas quentes da Corrente do Brasil, tem sido motivo de muitas especulações (OLIVEIRA F^o, 1977). Os dados da literatura mostram que tanto as espécies do hemisfério norte, como *L. pallida*, que ocorre na África do Sul, estão restritas a águas de baixas temperaturas (e. g. LÜNING, 1980).

No caso das plantas brasileiras, os dados de temperatura da água são ainda muito fragmentários e discrepantes, não permitindo qualquer conclusão quanto ao regime de temperatura a que estão submetidas estas plantas.

Neste trabalho fornecemos dados sobre a tolerância dos gametófitos de *L. abyssalis* Joly & Oliveira F^o, submetidos a diferentes temperaturas em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Esporófitos férteis foram coletados no litoral do Estado do Espírito Santo, em frente à costa de Muratáizes. Porções contendo soros de esporângios maduros foram seccionadas, lavadas em água do mar esterilizada e trazidas envoltas em papel absorvente para o laboratório, em câmaras refrigeradas. No laboratório as porções férteis foram colocadas em água do mar filtrada ($0,45 \mu\text{m}$), com dióxido de germânio ($0,1 \text{ mg.l}^{-1}$) e em luz difusa até a liberação dos zoósporos. Após a germinação dos zoósporos, o material foi transferido para o meio de Provasoli, diluído a 25% e mantido a 16°C em caixas de acrílico vermelho para evitar a fecundação e desenvolvimento de esporófitos (LÜNING & DRING, 1975). Deste estoque foram retirados gametófitos masculinos e femininos, os quais foram colocados em placas de Petri, com meio de cultura, envoltas em papel celofane vermelho, e submetidas a diferentes temperaturas em câmaras incubadoras FANEM, com luz fluorescente ($5 \mu\text{E.M}^{-2}.\text{S}^{-1}$) e fotoperíodo de 16:8.

Semanalmente as plantas eram observadas em lupa e microscópio e transferidas para novo meio de cultura, mantidas nas mesmas condições.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra os resultados obtidos. Verifica-se que a 30°C as plantas morrem em poucos dias; a 26°C entram em processo de degeneração após uma semana; a 22°C observa-se que as plantas já mostram sinais de perda de pigmentos após uma semana, embora o processo seja bem mais atenuado que a 26°C , apresentando algumas porções vivas mesmo após 4 semanas de exposição a 22°C ; a 18°C notam-se alguns sinais de descoloramento após 4 semanas embora a maior parte dos talos ainda sobreviva. As plantas vêm sendo mantidas em boas condições indefinidamente à 16°C , o que indica estar este valor próximo da temperatura máxima que os gametófitos podem tolerar por longos períodos de tempo, nas condições de luz e nutrientes utilizadas.

DISCUSSÃO

Os dados existentes (OLIVEIRA F.^o & QUÈGE, 1978) indicam que as Laminárias brasileiras crescem sobre fundo de algas calcárias incrustantes, desde o litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):153-58, dezembro 1987

Temperatura		16°C	18°C	22°C	26°C	30°C
Semanas						
1		+++	+++	+++	++-	---
2		+++	+++	++-	+-	-
3		+++	+++	+--	--	-
4		+++	++-	+--		

Tabela 1. Estado dos gametófitos de *L. abyssalis* em função do tempo de permanência em diferentes temperaturas. (+ + + plantas em bom estado; - - - plantas mortas).

Janeiro até as vizinhanças do Estado da Bahia, em uma faixa de profundidade entre 40 e 120 m. Referências de Laminárias crescendo em profundidades menores não puderam ser confirmadas, e nos casos em que foram encontradas, estavam soltas sobre substrato arenoso (Oliveira F^o & Quègè, não publicado).

Embora a área de distribuição dos bancos de Laminárias esteja dentro da zona de influência da Corrente do Brasil, caracterizada por águas quentes, não significa que elas completem seu ciclo de vida naquelas condições, pois vivendo a profundidades maiores estão sujeitas à massas d'água de temperatura mais baixa. Os poucos dados existentes (JOLY & OLIVEIRA F^o, 1967), (Oliveira F^o, Quègè & Yoneshigue, não publicado) são muito escassos e contraditórios, indicando ora a existência de águas frias, ora de águas com temperaturas mais altas, superiores a 20°C. OLIVEIRA F^o (1978) completou o ciclo de vida destas algas em temperatura não controlada, que variou de 5 a 24°C, o que pouco diz dos limites de tolerância destas algas.

YONESHIGUE & OLIVEIRA F^o (1987), mostraram que esporófitos sobrevivem bem no mar, em águas de ressurgência (15-21°C), enquanto morrem em pouco tempo se mantidos à temperaturas maiores (19-26°C), embora os resultados destes experimentos também possam ter um componente ligado quantidade e qualidade de energia radiante.

CONCLUSÕES

Os nossos experimentos mostram que as fases gametofíticas, nas condições de luz e nutrientes utilizadas, não sobrevivem

a períodos longos (> 3 semanas) em temperaturas superiores a 22°C , mantendo-se por outro lado, muito bem a 16°C .

Assim, embora faltem dados de temperatura "in situ" nos bancos de Laminárias, as indicações disponíveis mostram que estas plantas devem estar sujeitas a temperaturas que não ultrapassam por longos períodos os 20°C , o que está de acordo com a extensa literatura existente para as outras espécies conhecidas (LUNING, 1980). Esta suposição deverá ser testada com a colocação de termógrafos de profundidade na área do banco de Laminárias.

AGRADECIMENTOS

Trabalhos realizados no Laboratório de Ficologia (IBUSP) parcialmente equipado com recursos da Comissão Interministerial de Recursos do Mar e International Foundation for Science. Neyla Quége e Yocie Yoneshigue participaram da coleta de material e de várias discussões sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

- JOLY, A. B. & OLIVEIRA FILHO, E. C. 1967. Two Brazilian Laminarias. Publicação nº. 004 do Instituto de Pesquisas da Marinha 4: 1 - 13 + 3 pls.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese de Livre Docência, Inst. Biociências, USP.
- LÜNING, K. 1980. Critical levels of light and temperature regulating the gametogenesis of three *Laminaria* species (Phaeophyceae). *J. Phycol.* **16**: 1 - 15.
- LÜNING, K. & DRING, M. J. 1975. Reproduction, growth and Photosynthesis of gametophytes of *Laminaria saccharina* grown in blue and red light. *Mar. Biol.* **29**: 195-200.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. & QUEGE, N. 1978. O gênero *Laminaria* (Phaeophyta) no Brasil, ocorrência e potencialidade econômica. *Pesquisa e Desenvolvimento IPT* **1**: 1- 16.
- Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):153-58, dezembro 1987

OLIVEIRA FILHO, E. C. 1978. O ciclo de vida de *Laminaria brasiliensis* no laboratório. *Boim Botânica, Univ. S. Paulo*, 6: 1 -- 7 (1978).

YONESHIGUE, Y. & OLIVEIRA FILHO, E. C. 1987. Preliminary assays on the cultivation of the brown alga *Laminaria Lamouroux* in Brazil. *XIIth Int. Seaweed Symp. Brazil. Hydrobiologia* 151/152: 381 - 385.

CIANOFÍCEAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS, RS: TESTES DE CULTIVO EM LABORATÓRIO.

João S. YUNES
Sônia R. de MELO

ABSTRACT.

Nitrogen-fixing blue-green algae from the Lagoa dos Patos estuary, RS: laboratory experiments on culture.

Heterocystous blue-green algae grow regularly well in a nitrogen media, but not the non-heterocysts species. This work aimed to identify the ideal combination of culture media and illumination pattern with species collected in Patos Lagoon, RS. We tested the growth of heterocystous blue-greens and non-heterocystous species in a nitrogen-free (ASM-1 and VB-S) and a nitrogen media (VB). Under conditions of a shade illumination or alternated light and dark cycles, it showed a growth in the VB-S medium as it did in the VB medium, under any illumination pattern. Then, a proeminent growth of blue-greens, heterocystous or not, may be achieved using nitrogen-free medium, when incubated under illumination conditions which enable the non-heterocystous

* Departamento de Química, Fundação Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, 96 200 Rio Grande, Rio Grande do Sul. Este trabalho contou com auxílio a pesquisa do CNPq.

species to use their protection mechanisms against photosynthetic O_2 like the alternated cycles of 12 hs light and 12 hs dark.

Key Words: Cyanophyta, Nitrogen-fixation, Laboratory cultures.

RESUMO

Algas cianofíceas heterocísticas desenvolvem-se em meios minerais sem nitrogênio incorporado, porém as não heterocísticas não. Realizamos este trabalho no intuito de estabelecer as combinações ideais entre os meios de cultivo e condições de iluminação com espécies coletadas na Lagoa dos Patos, RS. Testamos o crescimento de cianofíceas heterocísticas ou não em meios minerais sem N incorporado (ASM-1) e com N incorporado (VB). Obtivemos que em condições de iluminação difusa ou de ciclos alternados, o crescimento ocorre no meio VB-S como ocorre da mesma forma no meio VB sob qualquer condição de iluminação. Deste modo concluímos que pode-se obter um bom crescimento de cianofíceas fixadoras de N_2 heterocísticas ou não, utilizando-se meios de cultivo sem compostos nitrogenados. Basta apenas que estes sejam incubados em condições de luz onde as cianofíceas, principalmente as não heterocísticas, possam utilizar os seus mecanismos naturais de proteção contra o O_2 fotossintético, como as do ciclos de 12 hs de luz, 12 hs de escuro.

Palavra chave: Cyanophyta, fixação de nitrogênio, cultura de laboratório.

INTRODUÇÃO

Em um experimento inicial, coletamos cianofíceas no estuário da Lagoa dos Patos. Estas algas foram cultivadas sob iluminação constante no meio mineral ASM-1, (modificado por TOZUM et al. 1977) um meio recomendado para algas planctônicas de crescimento rápido. Neste, observou-se o desenvolvimento de quatro culturas unialgais dos gêneros *Calothrix*, *Anabaena*, *Nostoc* e *Chlorogloopsis*. Todas elas heterocísticas e em cultura líquida apresentaram hábitos bentônicos, formando uma densa camada na superfície interna dos frascos e porosas dos borbulhadores.

A não sobrevivência de formas unialgais não heterocísticas

indicou-nos que a manutenção destas culturas sob luz constante neste meio mineral de pouco carbono e sem sais de Nitrogenio pode ser seletivo às formas fixadoras de N_2 semiaeróbicas como **Oscillatoria**, **Spirulina**, **Lyngbya** e outras filamentosas também não heterocísticas com restrições aos níveis de O_2 dissolvidos no meio (STEWART, 1980; GALLON, 1980). Visto que, estas cianofíceas filamentosas fixam N_2 na ausência de luz (STAL & KRUMBEIN, 1985; KHAMEES et al. 1987).

Assim, realizamos no presente trabalho coletas de algas cianofíceas no mesmo local e as testamos no meio mineral Van Baalen (modificado de KRATZ & MYERS, 1955), indicado para cianofíceas unicelulares por possuírem compostos nitrogenados. Igualmente foi experimentado uma adaptação deste meio (VB-S) sem sais de Nitrogênio, além do meio anteriormente utilizado, ASM-1. Testamos também as condições de iluminação, sob luz constante, como é classicamente recomendado (STEIN, 1973), luz alternada com escuro por 12 hs cada (MILLINEAUX, 1981) e de luz difusa, visando minimizar a intensa radiação luminosa constante (PENTECOST, 1985).

Nosso objetivo neste trabalho foi determinar as combinações ideais de meios de cultivo-condições de iluminação para promover o crescimento em laboratório de cianofíceas fixadoras de N_2 , heterocísticas ou não.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta: As algas foram coletadas numa área da Lagoa dos Patos conhecida como Estação do Saco do Justino em dezembro de 1985 e outubro de 1986. Foram utilizadas raspagem do sedimento do fundo, raspagem das raízes de macrofitas das margens e coleta direta de algas flutuantes no local.

Cultivo: Foram preparadas 27 placas de ágar bacteriológico "Difco" a 1% nos meios líquidos de cultivo ASM-1, VB e VB-S. Destas placas, 9 foram mantidas sob a luz constante de 4 lâmpadas fluorescentes OSRAM 20W, 9 sob luz constante cobertas com duas camadas de tecido fino (Luz difusa) e 9 sob condições de iluminação alternadas (12 hs de luz, 12 hs de escuro). Todas estas mantidas em câmara climáticas a 25°C.

Composição dos meios minerais: Os meios minerais ASM-1 (4); VB, Van Baalen, modificado (2) e VB-S (VB modificado por nosso grupo), apresentam a seguinte composição para 1 litro de água destilada deionizada.

	ASM-1	VB	VB-S
NaCl	0,116 g	—	0,72g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,0744g	0,25g	0,25g
MgCl ₂ .6H ₂ O	0,0622g	—	—
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,0309g	—	0,025g
K ₂ HPO ₄	0,0174g	1,0 g	1,0 g
Na ₂ HPO ₄	0,0142g	—	—
NaHCO ₃	0,053 g	0,0800g	até o pH desejado
Ca(NO ₃).4H ₂ O	—	0,025g	—
NaNO ₃	—	1,00 g	—
Na ₂ Edta	—	0,031g	0,031g
Fe(SO ₄) ₂ .6H ₂ O	—	0,004g	0,004g
Soluções de			
Microelementos	10 ml	0,6 ml	0,6 ml
CuCl ₂ (8.10 ⁻⁴ M)	10 ul	—	—
CoCl ₂ (8.10 ⁻⁴ M)	100 ul	—	—
MoO ₃ (1.10 ⁻³ M)	100 ul	—	—
pH final	7,6	7,6	7,6

Solução de microelementos para ASM-1 (g/L): H₃BO₃, 0,2474g; FeCl₃.6H₂O, 0,0908g; MnCl₂.4H₂O, 0,1201g; ZnCl₂, 0,0436g; Na₂ Edta, 0,7375g.

Solução de microelementos para VB e VB-S (g/L): ZnSO₄.7H₂O, 8,82g; MnCl₂.4H₂O, 1,44g; MoO₃, 0,71g; CuSO₄.5H₂O, 1,57g; CoCl₂.6H₂O, 0,50g.

Estes meios foram autoclavados por 20 minutos a 121°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três meios de cultura testados se caracterizam pela presença (meio VB) ou ausência de compostos nitrogenados (meios ASM-1 e VB-S).

O meio ASM-1 foi testado nestes experimentos para servir como referência pelo crescimento anteriormente obtido dos generos:

Nostoc, Anabaena, Chlorogloopsis e Calothrix, todos heterocísticos.

Os resultados foram expressos como número de testes positivos de crescimento nas placas utilizadas. O crescimento foi menor usando o meio ASM-1 do que os meios VB e VB-S (fig. 1). O número de gêneros de cianofíceas obtidas nestes testes também foi maior nos dois últimos meios, mostrando assim que a combinação dos seus elementos químicos pode selecionar muitos dos gêneros que oportunamente se desenvolveram nestes meios. Obtivemos 9 gêneros nos cultivos em VB, 7 gêneros nos cultivos em VB-S contra apenas *Nostoc* e *Oscillatoria* nos cultivos em ASM-1.

O resultado dos testes em relação apenas aos diferentes graus de iluminação não mostraram uma preferência evidente (fig. 2). Em todas as condições de luz experimentadas os números de testes positivos e de gêneros encontrados foram aproximados. O que parece é que essas três modalidades de iluminação testadas, quando avaliadas isoladamente não interferem no crescimento das cianofíceas fixadoras de N_2 , porém o seu efeito seria dependente da presença ou não de compostos nitrogenados entre os sais dos meios minerais (figs. 2 e 3).

Ao combinar-se os três meios de cultivo com as três modalidades de iluminação (fig. 3), encontramos que as melhores combinações estão tanto no meio VB ou VB-S nas condições de iluminação por luz difusa ou por luz alternada, 12 horas de luz, 12 horas de escuro. Assim, o efeito da iluminação sobre o crescimento de algas cianofíceas fixadoras de N_2 parece ser diretamente dependente da disponibilidade de compostos nitrogenados (no meio VB há um bom crescimento nas três condições de luz, porque neste existem sais de nitrogênio). Por outro lado, a fixação de N_2 , único processo capaz de colocar compostos nitrogenados nas células de cianofíceas que cresçam em meios sem Nitrogênio, é inibida pelo O_2 devido a inativação da nitrogenase (ROBSON & POSTGATE, 1980). Assim o produto da fotossíntese, quando intensa, pode estar selecionando o crescimento de cianofíceas com capacidade de fixação de N_2 restritas aos níveis de O_2 .

A evolução levou a compartimentação da fixação de N_2 em cianofíceas sob a forma de heterocistos (SCHOPF & WALTER, 1982). Para estas a luz constante não inibe a atividade da nitrogenase em meios sem compostos nitrogenados, já que o heterocisto não possui atividade do Fotossistema II e assim é incapaz de liberar O_2 (STEWART, 1980; GALLON, 1980).

Entretanto, decididamente seleciona o crescimento daquelas

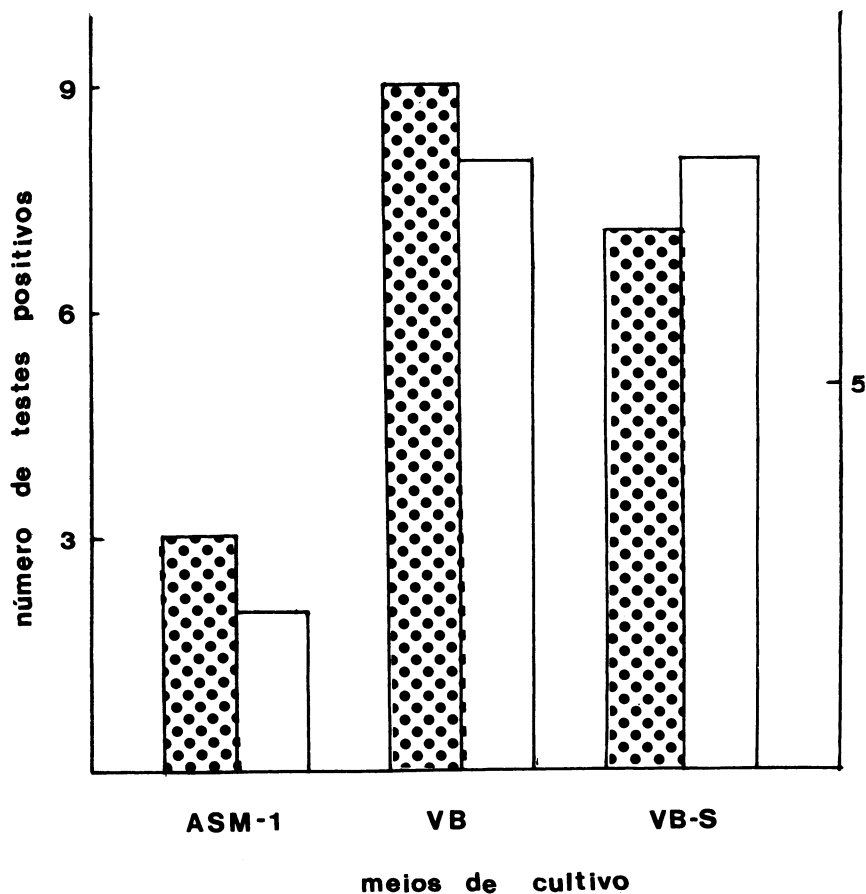




Figura 1 — Crescimento de cianofíceas nos 3 meios de cultura testados (ASM-1, VB e VB-S). Foram realizados 9 testes para cada meio de cultura, os resultados são expressos pelo número de testes positivos  e pelo número de gêneros encontrados . Cada nove testes foram cultivados nas condições de iluminação propostas.

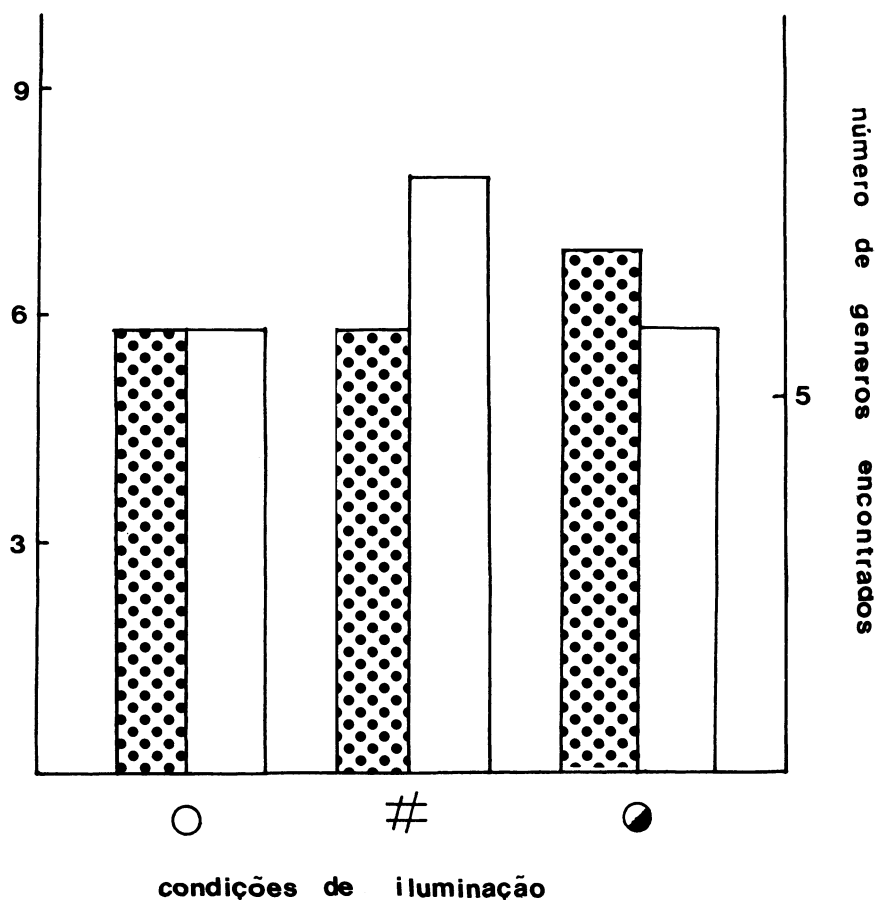


Figura 2 — Crescimento de cianofíceas sob diferentes condições de iluminação ○ (luz total por 24h), # (luz total coberta por tecido duplo) e ◐ (12h luz, 12h escuro). Foram realizados 9 testes para cada condição de iluminação e os resultados foram expressos pelo número de testes de crescimento positivos ▣ e pelo número de gêneros encontrados □. Cada nove testes foram cultivados nos meios propostos na figura 1.

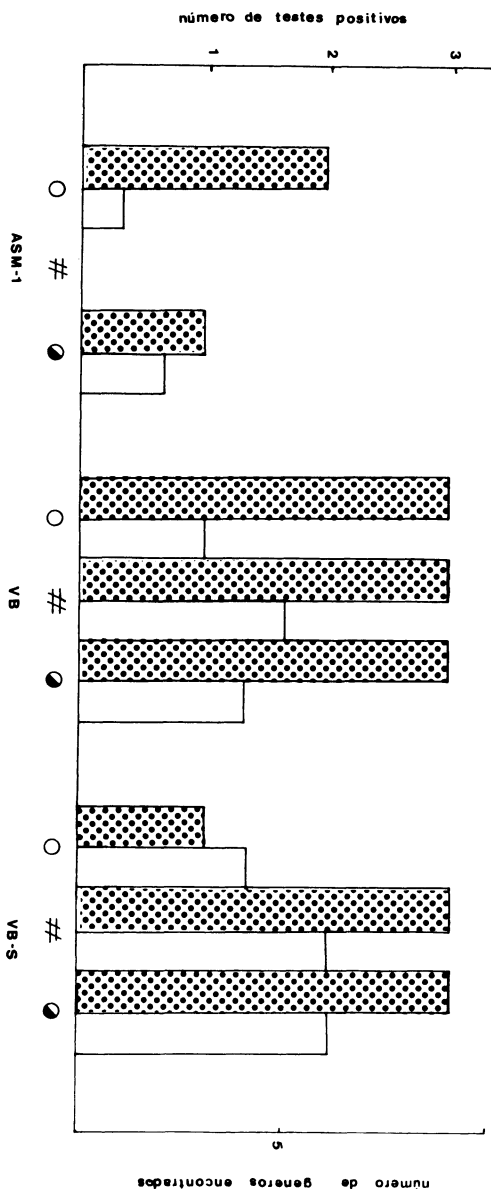


Figura 3 — Crescimento de cianofíceas em relação aos meios de cultivo AMS-1, VB e VB-S sob as condições de iluminação de ○, # e ◐. Foram realizados 3 testes para cada combinação dos parâmetros meio de cultivo-iluminação. Os resultados foram expressos pelo número de testes positivos de crescimento ◐ e pelo número de gêneros encontrados □.

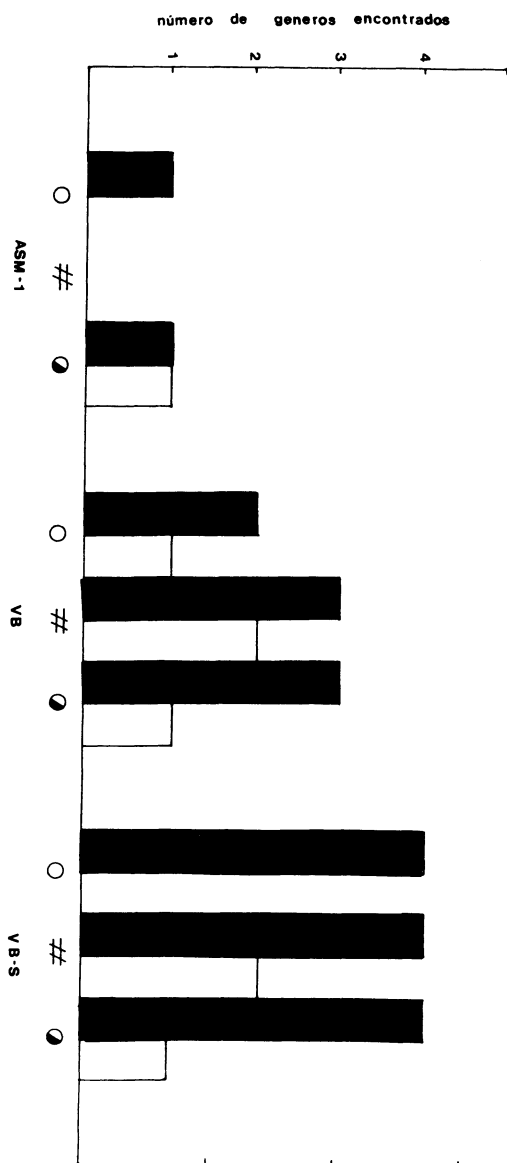


Figura 4 — Crescimento de cianofíceas em relação aos meios de cultivo ASM-1, VB, VB-S sob as condições de iluminação de ○, # e ◐. Foram realizados 3 testes para cada combinação de meio de cultura-iluminação. Os resultados foram expressos pelo número de gêneros heterocísticos (preto) e não-heterocísticos (branco).

não heterocísticas (fig. 4, meio VB-S). Por outro lado, este crescimento foi proeminente da mesma forma em números de testes positivos e de gêneros para o meio VB-S nas condições de iluminação difusa e de luz alternada com escuro (fig. 4). Assim conseguimos desenvolver o crescimento de cianofíceas não-heterocísticas de uma espécie de *Microcoleus* e duas espécies de *Oscillatoria* em culturas sólidas obedecendo a mesma seleção a atividade da nitrogenase como já demonstrado em culturas líquidas para *Oscillatoria* sp. (STAL & KRUMBEIN, 1985), *Oscillatoria* sp UCSBB, (KHAMEES et al. 1987) e *Microcoleus chthonoplastes* Thur. (PEARSON et al. 1981).

Os resultados apresentados para o cultivo de cianofíceas em luz difusa (fig. 4), também proporcionaram crescimento de espécies não-heterocísticas. Entretanto, a dificuldade de reproduzir as taxas ideais de irradiação luminosa com este artifício empregado, torna esta modalidade de iluminação não recomendável em culturas líquidas em grande volume de meios de cultivo, e favorece a utilização da iluminação alternada, 12 horas de luz e 12 horas de escuro em meios sem sais de nitrogênio, como o VB-S.

CONCLUSÃO

Os presentes experimentos indicaram que é possível obter-se crescimento de cianofíceas fixadoras de N_2 , heterocísticas ou não, quantitativamente e em variedade de gêneros, utilizando-se meios de cultivo sem compostos nitrogenados; como VB-S.

Estes cultivos devem apenas ser cuidadosamente incubados em condições de luz onde as cianofíceas, principalmente as não heterocísticas, possam utilizar seus mecanismos naturais de proteção contra o O_2 fotossintético. Neste caso sugere-se os ciclos de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, que são, antes de tudo, as suas condições naturais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido realizado sem o Auxílio à Pesquisa, destinado pelo CNPq.

REFERÊNCIAS

GALLON, J.R. 1980. Nitrogen Fixation By Photoautotrophos. In

"Nitrogen Fixation". Stewart, W.D.P. & Gallon, J.R. eds, 18, 197-238. Blackwell; Osford, Londres.

KHAMEES, H.S.; GALLON, J.R. & CHAPLIN, A.E. 1987. The Pattern Of Acetylene Reduction By Cyanobacteria Grown Under Alternating Light And Darkness. **Br. phycol. J** 22:55-60

KRATZ, W.A. & MYERS, J. 1955. Nutrition and growth of several Blue-Green Algae. **Ann. J. Bot.** 42:282-7.

MILLINEAUX, P.M.; GALLON, J.R. & CHAPLIN, A.E. 1981. Acetylene Reduction (nitrogen-fixation) By Cyanobacteria Grown Under Alternating Light-Dark Cycles. **FEMS Microbiol. Let.** 10:245-7.

PEARSON, H.W.; MALIN, G. & HOWSLEY, R. 1981. Physiological Studies On in vivo Nitrogenase Activity By Axenic Cultures Of The Blue-Green Algae *Microcoleus chthonoplastes*. **Br. phycol. J.** 16:139.

PENTECOST, A. 1985. Relationship Between Light, Temperature and Photosynthesis in a temperate *Microcoleus* (Cyanobacterium) mat. **Microbios** 43:141-8.

ROBSON, R.L. & POSTGATE, J.R. 1980. Oxygen and Hydrogen in Biological Nitrogen Fixation. **Ann. Rev. Microbiol.**, 34:183-207.

SCHOPF, J.W. & WALTER, M.R. 1982. Origin And Early Evolution Of Cyanobacteria: the geological evidence. In "The Biology Of Cyanobacteria". Carr, N.G. & Witton, B.A., eds. 582p. Blackwell, Oxford, Londres.

STAL, L.J. & KRUMBEIN, W.E. 1985. Nitrogenase Activity In The Non-heterocystous cyanobacterium *Oscillatoria* sp. grown under alternating light-dark cycles. **Arch. Microbiol.** 143:67-71

STEIN, J.R. 1973. HandBook Of Phycological Methods. 445p. Cambridge University Press, Inglaterra.

STEWART, W.D.P. 1980. Some Aspects Of Structure And Function, *Nerfita*, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):159-70, dezembro 1987

tion in N_2 -fixing Cyanobacteria. **Ann. Rev. Microbiol.** **34**:497-536.

TÖZUM, S.D.R.; UL-HAQUE, M.I.; CHAPLIN, A.E. & GALLON, J.R. 1977. The Effect of Fluoroacetate on Acetylene Reduction By *Gloeocapsa*. **Biochem. Soc. Trans.** **5**:1482-84.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CORALLINACEAE (RHODOPHYTA, CRYPTONEMIALES)

L.R. POSSOLO *
N. YAMAGUISHI-TOMITA **
M.P.R. PIQUE **
A.C. MARQUES *
B. LORENA *

ABSTRACT

Chemical composition of Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). 1. *Corallina officinalis* L.

The relative chemical composition of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn and Na were measured in *Corallina officinalis* L. from Barra do Riacho, Município de Aracruz, Espírito Santo State, Brazil. The data showed concentrations of Ca and Mg comparable to that of mineral calcareous rocks while the concentrations of micro and macronutrients were lower than that found in usual mineral fertilizers.

Key words: *Corallina officinalis*, chemical composition, marine algae, Espírito Santo State, Brazil.

* ICASA. Av. Alberto Sarmiento, 152, Campinas, SP.

** Instituto de Botânica, Seção de Ficologia, Cx. Postal 4005, SP.

RESUMO

A composição química relativa a N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B e Na foram mensuradas em *Corallina officinalis* L. procedente de Barra do Riacho, Município de Aracruz, Estado do Espírito Santo, Brasil. Os dados mostraram concentrações de Ca e Mg comparáveis ao calcáreo mineral enquanto as concentrações de micro e macronutrientes mostraram-se abaixo das concentrações encontradas nos fertilizantes minerais comuns.

Palavras chave: *Corallina officinalis*, composição química, algas marinhas, Estado do Espírito Santo, Brasil.

INTRODUÇÃO

A família Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales), compõe-se quase que totalmente de espécies com impregnação de Carbonato de Cálcio nas paredes celulares.

Dentro do grupo ocorrem: 1) gêneros totalmente calcificados, não articulados que forma crostas lisas ou com protuberâncias; 2) gêneros não totalmente calcificados, articulados que apresentam segmentos calcificados (intergênículos) alternados por porções não calcificadas (gênículo), e 3) poucos gêneros não calcificados, modificados, que vivem como parasitas de outras algas.

Segundo JOHANSEN (1976), dos trinta e seis gêneros conhecidos mundialmente quinze são articulados e os demais são incrustantes. De acordo com OLIVEIRA FILHO (1977), cinco articulados e seis incrustantes ocorrem no Brasil. Alguns destes gêneros associados à fauna se estendem por grandes áreas da plataforma continental brasileira COUTINHO (1974), sendo considerados por MILLIMAN & AMARAL (1975), como um recurso natural, passível de ser explorado e praticamente inesgotável por ser renovável.

Tendo em vista a importância crescente que as algas tem despertado a nível mundial e nacional como fonte de alimentação, ficocolóides e calcáreo, preocupa-nos o fato de que sua exploração esteja ocorrendo, principalmente no Brasil, sem um levantamento qualitativo e quantitativo e um conhecimento biológico e ecológico. Sendo assim, paralelamente ao estudo do levantamento qualitativo em andamento no litoral capixaba, foi iniciada uma série de análises da composição química dessas algas calcáreas face a escas-

sa literatura ora existente no país (MANDELLI, 1964; YOKOYAMA & GUIMARÃES, 1975, 1977).

MATERIAL E MÉTODOS

Corallina officinalis foi coletada em 19.VIII.86, na Barra do Riacho, Município de Aracruz.

Parte da amostra foi fixada em formalina neutralizada com bórax em água do mar, a 4% e parte foi deixada secar ao ar. No laboratório, as algas foram limpas em água corrente, procurando-se retirar, o máximo possível os organismos a elas aderidos. A seguir, foram lavadas em água desmineralizada e secas em estufa a 60°C por 24 horas. Após secagem, as algas foram trituradas e reduzidas a pó usando-se um gral.

As amostras foram analisadas como adubo e como calcáreo. Como ADUBO:

1. Através da digestão com "Água Régia" (três partes de HNO_3 mais uma parte de HCl) e os seguintes procedimentos:

1.1. Determinação de Ca, Mg, K, Mn, Zn, Cu e Na: leituras em Espectrofotômetro de Absorção Atômica.

Para Ca e Mg efetuou-se diluição em água deionizada (1.000 vezes) e a partir desta, nova diluição a 50.000 vezes com Cloreto de Estrôncio a 1%.

Para os demais elementos, foram feitas diluições a 250, 2.000 e 20.000 vezes em água deionizada, tomando-se o melhor resultado de leitura (dentro da curva de calibração do aparelho).

1.2. Determinação de B, S e P: leituras em Colorímetro, diluição em água deionizada.

Para B, efetuou-se diluição a 5.000 vezes, tomando-se desta, uma alíquota de 1 ml e adicionando-se 2 ml de tampão (Acetato de Amônia mais Ácido Acético) e 2 ml de Azometina H.

Para S, fez-se diluição a 250 vezes, retirando-se desta uma alíquota de 10 ml e adicionando-se 1 g de Cloreto de Bário- $6\text{H}_2\text{O}$, 1 ml de ácido Clorídrico 6N e 2 ppm de enxôfre.

Para P, foi feita diluição a 2.000 vezes, retirando-se desta, uma alíquota de 5 ml e adicionando-se 2 ml de solução de Vanadato/Molibdato de Amônia.

2. Através da digestão sulfo-salicílica com catalizadores e o seguinte procedimento:

Tomou-se 0,3g da amostra para 10ml de H_2SO_4 mais ácido Nefrítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):171-78, dezembro 1987

salicílico a 2% e como catalizadores foram usados zinco em pó óxido de Mercúrio e Tiosulfato de Sódio. Através deste processo, as formas nitrogenadas transformaram-se em sulfato de Amônia, o qual após destilação, foi recolhido em ácido Bórico e titulado em H_2SO_4 para determinação do NH_3 em excesso.

Como CALCÁREO:

1. Através da digestão clorídrica (1g da amostra para 10 ml de ácido Clorídrico). Para determinação dos teores de Ca e Mg: leituras em Espectrofotômetro de Absorção Atômica. Para tal, efetuou-se diluição a 1.000 vezes em água deionizada e a partir desta, uma diluição até 50.000 vezes com Cloreto de Estrôncio 1%.

2. Através da digestão clorídrica (1g da amostra para 50ml de ácido Clorídrico 0,5N). Para determinação do Poder de Neutralização (P.N.) efetuou-se titulação direta do digerido usando-se como titulante NaOH (0,25N) e Fenolftaleína como indicador.

3. Para determinação de Sílica e insolúveis, usou-se digestão idêntica ao item 1 e posterior filtragem e pesagem.

RESULTADOS

Para um melhor entendimento dos resultados analíticos (análise na forma de calcáreo), cabe salientar que os teores de CaO, MgO, $CaCO_3$ e $MgCO_3$ são valores potenciais destes compostos, visto que, os mesmos são obtidos através de cálculos, tomando-se o valor analítico encontrado para os elementos Ca e Mg e extrapolando-os para as moléculas dos compostos citados.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Tomando-se os resultados obtidos nas análises químicas efetuadas, notamos que praticamente não houveram diferenças significativas entre os valores das amostras fixadas em formalina e as não fixadas (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

Se compararmos os resultados obtidos com os vários tipos de fertilizantes minerais (A.N.D.A. 1975), verificaremos que os teores, tanto de macro quanto de micronutrientes estão bastante aquém dos encontrados nestes fertilizantes, com excessão dos teores de Ca e Mg. Portanto, o material em questão, não teria valor para correção de deficiência nutricional do solo. Todavia, visto os bons teores de Ca e Mg, comparáveis aos encontrados no calcáreo mineral altamente cálcico ou calcídico, A.N.D.A. (1975), muito

próprio para correção de acidez no solo e também para sua nutrição, nada impediria que os demais elementos viessem a funcionar como complementos nutricionais, quando de uma calagem.

Tabela 1 — *Corallina officinalis*. Material fixado. Análise como adubo.

Determinação	Análise	Resultado
Nitrogênio	N %	0,32
Proteína +		— —
Fósforo (P_2O_5)	P ac. cítrico %	— —
	Citrato + água %	— —
	água %	— —
	total %	0,10
Potássio	K_2O %	0,09
Cálcio	Ca %	40,50
Magnésio	Mg %	4,55
Enxofre	S %	0,29
Ferro	Fe ppm	250,00
Manganês	Mn ppm	25,00
Cobre	Cu ppm	7,50
Zinco	Zn ppm	17,50
Boro	B ppm	72,50
Sódio	Na %	0,70

Tabela 2 — *Corallina officinalis*. Material não fixado. Análise como adubo.

Determinação	Análise	Resultado
Nitrogênio	N %	0,19
Proteína		— —
Fósforo (P_2O_5)	P ac. cítrico %	— —
	Citrato + água %	— —
	água %	— —
	total %	0,05
Potássio	K_2O %	0,05
Cálcio	Ca %	41,50
Magnésio	Mg %	5,00
Enxofre	S %	0,37
Ferro	Fe ppm	200,00
Manganês	Mn ppm	— —
Cobre	Cu ppm	7,50
Zinco	Zn ppm	5,00
Boro	B ppm	70,00
Sódio	Na %	0,84

Tabela 3 — *Corallina officinalis*. Material fixado. Análise como calcáreo.

Determinação	Análise	Resultado (%)
Óxido de cálcio	CaO	55,32
Óxido de magnésio	MgO	7,14
Soma de óxidos		62,46
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	99,03
Carbonato de magnésio	MgCO ₃	15,00
PRNT		x x
PN		29,09
Sílica e insolúveis		0,00
Solubilidade em EDTA — Cálcio		0,00
Solubilidade em EDTA — Magnésio		0,00

Tabela 4 — *Corallina officinalis*. Material não fixado. Análise como calcáreo.

Determinação	Análise	Resultado (%)
Óxido de cálcio	CaO	55,32
Óxido de magnésio	MgO	7,39
Soma de óxidos		62,71
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	99,03
Carbonato de magnésio	MgCO ₃	15,52
PRNT		x x
PN		95,00
Sílica e insolúveis		0,00
Solubilidade em EDTA — Cálcio		0,00
Solubilidade em EDTA — Magnésio		0,00

REFERÊNCIAS

- A.N.D.A. (Associação Nacional para Difusão de Adubos). 1975. Manual de Adubação, 2ª edição, São Paulo, SP. p. 100-218.
- COUTINHO, P.N. 1978. Problemas de exploration de las algas calcareas en la Plataforma del Brasil. UNESCO (Seminário sobre Ecologia bentônica y Sedimentacion de la Plataforma Continental del Atlântico sur. Montevideo, p. 415-421.

- JOHANSEN, H.W. 1976. Family Corallinaceae. In I.A. Abbott & G.J. Holleberg, *Marine Algae of California*. Stanford California: Stanford University Press, p. 379-415.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. 1977. *Algas marinhas do Brasil*. Depto. de Botânica da Universidade de São Paulo, S. Paulo, 407p. (Tese de Livre Docência em Ficologia).
- MANDELLI, M.Q. 1964. Sobre a composição química de algumas espécies de algas marinhas brasileiras. *Cien. Cult.*, São Paulo, 16(3):281-284.
- MILLIMAN, J.D. & AMARAL, C.A.B. 1975. Economic potential of Brazilian Continental margin sediments. *Contribution 3462*, Woods Hole Oceanogr. Inst. Mass.
- YOKOYAMA, M.Y. & GUIMARÃES, O. 1975. Determinação dos teores de Na, K, P e proteínas em algumas algas marinhas. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 4(1/2):19-24.
- YOKOYAMA, M.Y. & GUIMARÃES, O. 1977. Variação na composição química de algumas algas marinhas da Ilha do Saí, Paraná, Brasil. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 6 (1,2,3,4):67-73.

**GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF THE DITERPENES
FROM THE MARINE BROWN ALGA *Dictyota* LAMOUROUX
(DICTYOTALES, PHAEOPHYTA)**

Valéria Laneuville TEIXEIRA *
Alphonse KELECOM **

ABSTRACT

The presence, abundance and diversity of *Dictyota* diterpene skeletons are correlated with the collection area of studied algae. It is shown that the geographic distribution of the diterpenes parallels the biogeography of the taxon, and that the highest variety of skeletons is found in the Indo-Pacific region, claimed to be the dispersion center of the genus. Our results corroborate O. R. Gottlieb's Theory of Micromolecular Evolution that states that invasion of new areas results in modification in the relative importance between the characteristic metabolic pathways of a given taxon.

Key words: Diterpenes, *Dictyota*, geographic distribution

* Núcleo de Pesquisas de Produtos Naturais, CCS, Bloco H, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 21941 Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Present address: Instituto de Química, Universidade de São Paulo, C. P. 20 780, 01000 São Paulo, SP, Brasil.

** Laboratório de Produtos Naturais do Mar, Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal Fluminense, C. P. 100183, 24000 Niterói, RJ, Brasil.
Financed by CAPES, CNPq and FINEP.

Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):179-200, dezembro 1987

RESUMO

Distribuição geográfica dos diterpenos da alga parda *Dictyota* Lamouroux (*Dictyotales*, *Phaeophyta*).

A presença, abundância e diversidade dos vários grupos de esqueletos terpênicos em *Dictyota* são correlacionados com a região de coleta da alga. Observamos que a distribuição geográfica destes produtos coincidiu com a biogeografia do taxon, apresentando a maior variedade de esqueletos na região Indo-Pacífica, proposta como o centro de dispersão do gênero. Os resultados obtidos corroboram a Teoria da Evolução Micromolecular de O. R. Gottlieb, segundo a qual a invasão de novas áreas resulta numa modificação na importância relativa entre as vias metabólicas características do taxon.

Palavras chave: diterpenos, *Dictyota*, distribuição geográfica

INTRODUCTION

In 1809, Lamouroux described the genus *Dictyota* and included 23 species into it, PAPENFUSS (1977). Since then, several were transferred to other genera or were considered questionable species, and many other were added to the genus. Presently, problems to establish the separation limits between species and varieties still exist for a number of *Dictyota* representants, DAWSON (1950), OLIVEIRA FILHO (1977). It has been shown that the use of secondary metabolites may serve to determine some of these limits, TEIXEIRA (1985). Accordingly, in recent years, studies focused principally on diterpenes have contributed to a better knowledge of the taxonomic position of several *Dictyota* species, TEIXEIRA (1985), TEIXEIRA & KELECOM (1987).

Phytochemical studies have been undertaken on algae of the genus *Dictyota* resulting in the isolation of more than 80 diterpenes from at least 16 species collected all over the world. The lack of available information on representants from the South Atlantic Ocean was filled in by our recent work on *Dictyota cervicornis* Kützinger, TEIXEIRA et al. (1986a, b). Such an amount of chemical data allowed us to try to establish correlations between geographic distribution of *Dictyota* species and structural variation of their associated diterpenes. It seems that these major secondary

metabolites are directly related to herbivory control in Dictyotaceae, KELECOM & TEIXEIRA (1986). Indeed, parallel investigations on several algae and herbivorous mollusks have allowed to determine herbivores diets and to establish particular food chains, indicating specific predator-prey pairs. Thus, variations in the relative amounts of diterpene skeletal groups from algae collected in various oceans might be related to geographic variations in predation impact, KELECOM & TEIXEIRA (1986), TEIXEIRA (1985).

The genus **Dictyota** is found essentially in tropical and subtropical waters. It contains about 30 species and is considered to be originated from the Indo-Pacific region, CHAPMAN & CHAPMAN (1981), HENRIQUEZ (1982), from where it spread being now largely distributed in the Pacific, where it spread being now largely distributed in the Pacific, Indian and Atlantic Oceans and in the Mediterranean Sea, HENRIQUEZ (1982).

In this work, we wish to report on the geographic distribution and on the structural variations of the diterpenes found in **Dictyota** species. Phylogenetic speculations are made. Finally, it is proposed that the effectiveness to control herbivory of the major diterpene skeletons, and hence of the metabolic pathways leading to them, may be dependant of the region of the world.

METHODS

The diterpenes, isolated from **Dictyota** species and reported until June 1986, have been separated in three chemical groups (I, II and III) depending on their skeleton and following our previous biogenetic considerations on the first cyclization of the common geranyl-geraniol precursor, TEIXEIRA (1985), TEIXEIRA et al. (1985). Group I includes principally prenylated derivatives of known sesquiterpene skeletons that derives from a first cyclization of the precursor between positions 1 and 10 or 1,10 and 1,11. Group II contains the diterpene skeletons resulting from cyclization of geranyl-geraniol between C-1 and C-11. Group III contains skeletons exclusively found in marine organisms. They derive from ring closure between C-2 and C-10 of geranyl-geraniol, TEIXEIRA (1985), TEIXEIRA et al. (1985), TEIXEIRA & KELECOM (1987).

Dictyota species were separated following the collection area: Indo-Pacific, Atlantic and Mediterranean regions. In order to detect and to analyse possible correlations existing between the

occurrences of diterpene skeletal classes and the algae collection areas, we calculated:

- 1^o. the percentage of compounds from chemical groups I, II or III in each geographic region, relatively to the total of diterpenes known for that region, i.e. the occurrence (in %) of these three groups in the Indo-Pacific, Atlantic and Mediterranean regions;
- 2^o. the percentage of compounds from chemical groups I, II or III in each geographic region, relatively to the total of diterpenes known for each chemical group, i.e. the diversity in compounds of each group as a function of the region; and
- 3^o. the major skeleton in each area.

It must be emphasized that the phytochemical data published on *Dictyota prolificans*, KAZLAUSKAS et al. (1978), RAVI & WELLS (1982), have not been considered here, since our chemosystematic results, TEIXEIRA (1985), TEIXEIRA & KELECOM (1987) and independant botanic studies, ALLENDER & KRAFT (1983), transfered this species from the genus *Dictyota* to *Dilophus intermedius*. Similarly, the diterpenes isolated from an unidentified *Dictyota* species from the Sicilian coast, TRINGALI et al. (1984a, b, c, 1985), have not been included in agreement with our previous chemosystematic work, TEIXEIRA & KELECOM (1987) and also since a new taxonomical classification of studied algal material showed that this alga was in fact *Dilophus fasciola*, TRINGALI et al. (1986).

RESULTS

The list of chemically studied *Dictyota* species appears in Table 1. Diterpenes have been isolated from nine species collected in the Atlantic Ocean, one in the Mediterranean Sea and nine in the Indo-Pacific region, for a total of 16 different correctly identified species of the genus *Dictyota*.

On the whole, *Dictyota* species furnished 82 diterpenes of which 37% (30 structures) possess skeletons of group I, 39% (32 structures) of grupo II and 24% (20 structures) of group III (see Figure 1). Considering the three geographic regions, the following numbers were obtained. Algae from the Indo-Pacific region yielded 51 products (100%), of which 45% with skeletons of group I, 18% of group II and 37% of group III. Algae from the Atlantic Ocean, including the Caribbean Sea, furnished 28 diter-

penes (100%), 36% of which from group I, 61% from group II and only 3% (a single xeniane) from group III. Species from the Mediterranean Sea yielded 13 metabolites (100%), 38% belong to group I and 62% to group II (Figure 1).

Analysis of Figure 1 showed a clear decrease in the frequency of diterpenes from group III, going from the Indo-Pacific region to the Mediterranean Sea, and concomitant increase in the frequency of diterpenes from group II. On the contrary, the frequency of diterpenes from group I did not suffer significant variation, or at most a slight diminution, on going from the Indo-Pacific region (45%) to the Atlantic Ocean (36%) and Mediterranean Sea (38%).

In order to quantify such tendencies, the percentages of occurrence and diversity of diterpenes from each chemical group, in each geographic region, are presented in Figures 2, 3 and 4. In these figures, the 100% is the total of diterpenes of groups I, II and III respectively that have been isolated from *Dictyota* species. Hence, among the 30 diterpenes of group I (100%), 77% were obtained from algae collected in the Indo-Pacific, 33% from species of the Atlantic and 17% from the Mediterranean Sea (Figure 2). An evident decrease in the diversity of these diterpenes is thus observed going from the Pacific to the Atlantic and finally to the Mediterranean region. The 32 diterpenes of group II (100%) are distributed as such: Indo-Pacific 28%, Atlantic 53% and Mediterranean 25% (Figure 3). The diterpenes of this group are thus more characteristic of the Atlantic Ocean. It should be noted that all the diterpenes of group II that have been isolated from algae of the Mediterranean Sea belong to the dolabellane skeleton. Figure 4 represents the percentage of diterpenes from group III in the various considered areas. They clearly dominate in the Indo-Pacific region with 95% of the products of that group known for the genus.

Considering the most characteristic skeletons for each region (Figure 5), the following results were obtained: 55% of diterpenes isolated from algae of the Indo-Pacific region are prenylated guaianes (group I) and xenianes (group III); 61% of diterpenes from algae of the Atlantic Ocean are dolastanes and secodolastanes (group II); and 62% of secondary metabolites from the Mediterranean Sea are dolabellanes (group II).

The nine investigated species of *Dictyota* from the Indo-Pacific region (Table 1) furnished 51 of the 82 diterpenes (62%) and 14 (82%) of the 16 skeletons known for the genus. From the

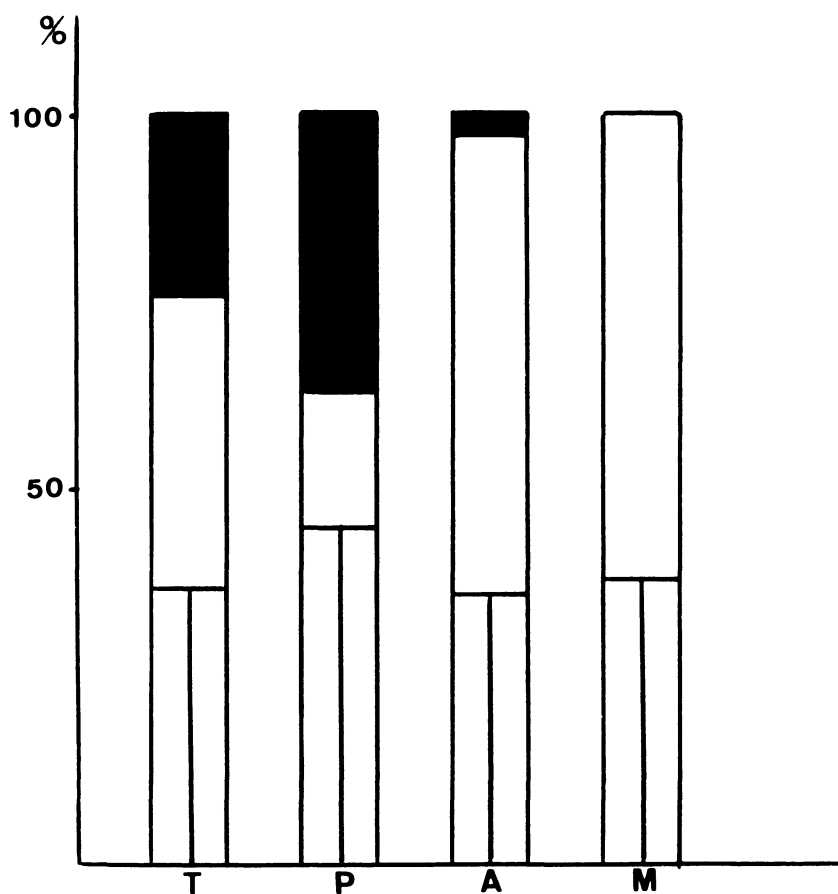


Figure 1 — Distribution of the chemical groups of diterpenes in considered regions (T = total for the genus *Dictyota*; P = Indo-Pacific region; A = Atlantic Ocean; M = Mediterranean Sea; = group I; = group II and = group III).

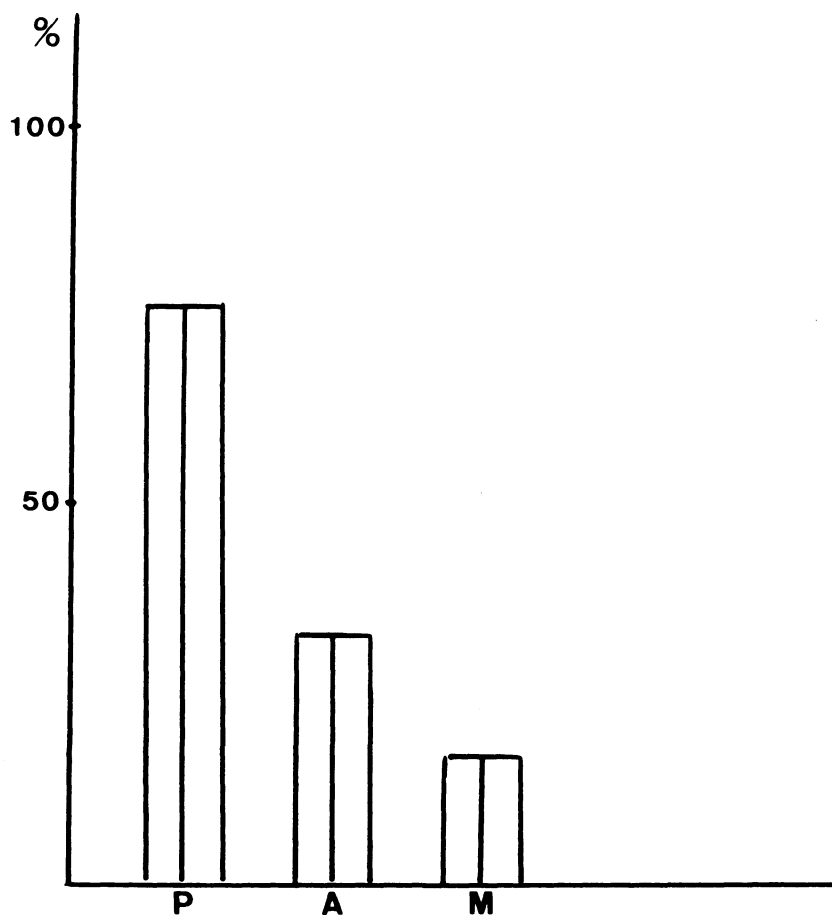


Figure 2 — Total (in%) of the products of group I isolated from algae of considered regions (P = Indo-Pacific region; A = Atlantic Ocean and M = Mediterranean Sea). 100% = total of compounds of group I isolated from all *Dictyota* species.

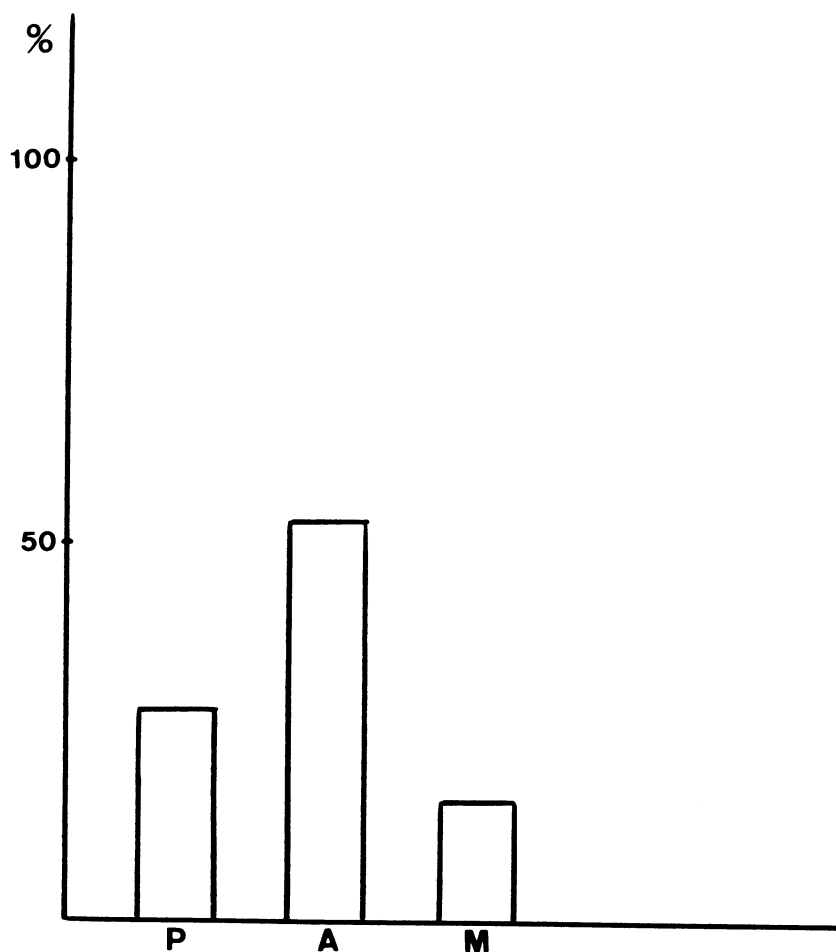


Figure 3 — Total (in%) of the products of group II isolated from algae of considered regions (P = Indo-Pacific region; A = Atlantic Ocean and M = Mediterranean Sea). 100% = total of compounds of group II isolated from all *Dictyota* species.

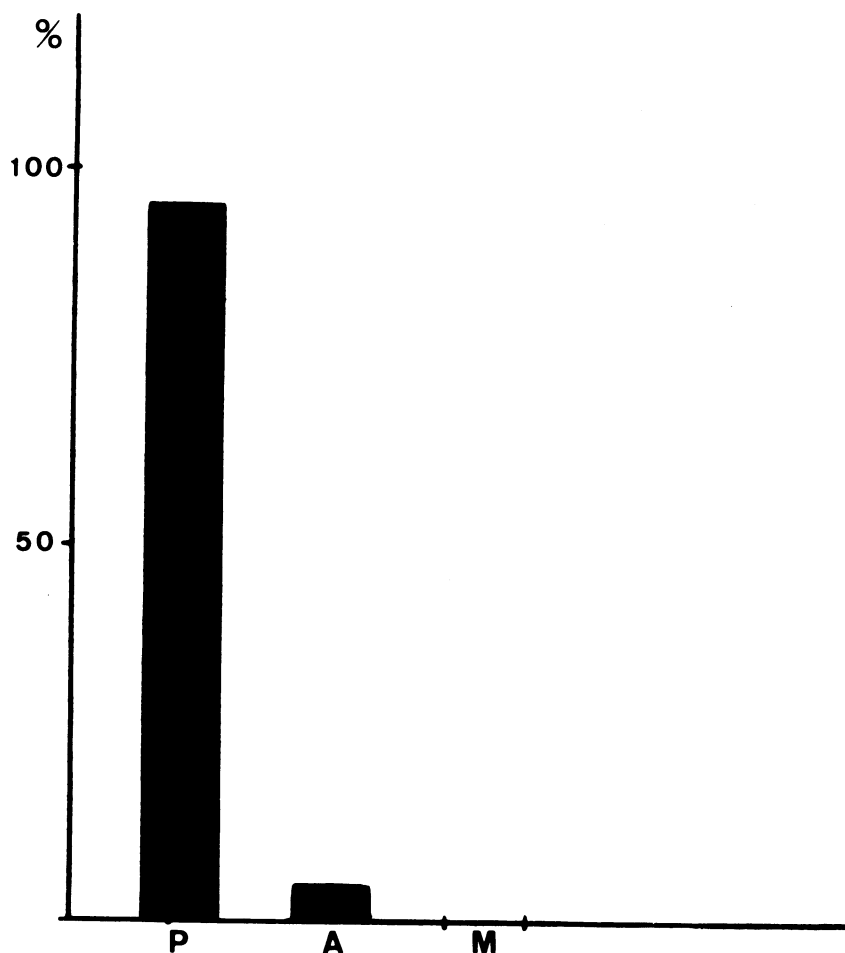


Figure 4 — Total (in%) of the products of group III isolated from algae of considered regions (P = Indo-Pacific region; A = Atlantic Ocean and M = Mediterranean Sea). 100% = total of compounds of group III isolated from all *Dictyota* species.

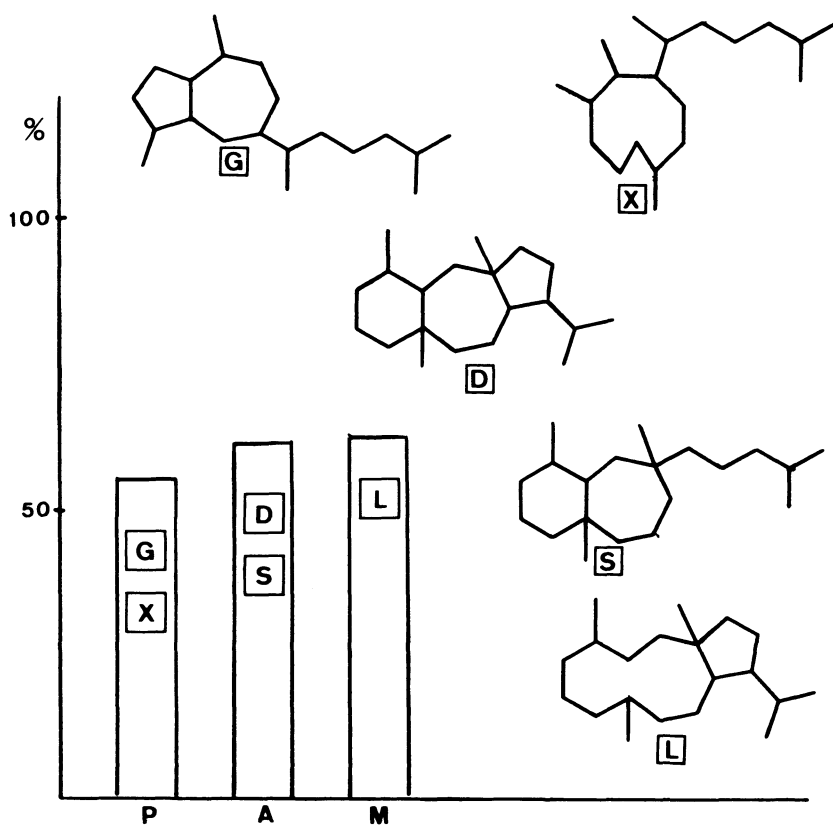


Figure 5 — Percentages of the most characteristic diterpene skeletons for each region (P = Indo-Pacific region; A = Atlantic Ocean; M = Mediterranean Sea; = xenianes; = prenylated guaianes; = dolastanes and secodolastanes and = dolabellanes).

nine species studied for the Atlantic (Table 1), 28 diterpenes (34%) were obtained belonging to 6 (35%) skeletal classes. Two varieties of a single species were studied from the Mediterranean Sea. This yielded 13 diterpenes (16%) of two (12%) different skeletons. The Indo-Pacific region is thus the one presenting the greatest structural variety.

Table 1 — List of studied species of *Dictyota* organized following geographic regions with mention of the collection area.

Geographic Region	Studied Species	Collection Areas (References)
Geographic Region	Studied Species	Collection Areas (References)
Geographic Region	Studied Species	Collection Areas (References)
North Atlantic Ocean	<i>Dictyota dentata</i>	Boomers Beach, Barbados ALVARADO & GERWIK (1985)
	<i>Dictyota dichotoma</i>	Overton, S. Wales, U.K. FAULKNER et al. (1977).
	<i>Dictyota divaricata</i>	Roatan Island, Hog Island and Guanaja, Honduras CREWS et al. (1982)
	<i>Dictyota divaricata</i>	Tague Bay and St Croix, Virgin Islands SUN et al. (1981)
	<i>Dictyota linearis</i>	Roatan Island, Hog Island and Guanaja, Honduras CREWS et al. (1982)
	<i>Dictyota</i> sp	Tenerife Island, Canary Islands GONZÁLEZ et al. (1982)
	<i>Dictyota</i> sp	La Graciosa, Canary Islands GONZÁLEZ et al. (1983)
	<i>Dictyota</i> sp	Güimar, Tenerife Island, Canary Islands GONZÁLEZ et al. (1984)
	<i>Dictyota</i> sp	Ile de Callot, Brittany, France DEMATTÉ et al. (1985)
South Atlantic Ocean	<i>Dictyota cervicornis</i>	Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil TEIXEIRA et al. (1986 a,b)

Nerfítica, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):179-200, dezembro 1987

Mediterranean Sea	Dictyota dichotoma	Acicastello, near Catania, Sicily, Italy AMICO et al. (1980, 1981)
	D. dichotoma var implexa	Sicily, Italy FATTORUSSO et al. (1976)
	Dictyota dichotoma	Sicily, Italy DANISE et al. (1977)
Indian Ocean	Dictyota dichotoma	Krusadai Island, Gulf of Mannar, India PULLAIAH et al. (1985)
	Dictyota acutiloba	Kahala ana Ala Moana Reefs, Oahu, Hawaii SUN et al. (1977)
North Pacific Ocean	Dictyota binghamiae	Dixon Island and Execution Rock, Barkley Sound, British Columbia, Canada PATHIRANA & ANDERSEN (1984)
	Dictyota crenulata	Kualoa Beach Park, Oahu, Hawaii KIRKUP & MOORE (1983 a,b)
	Dictyota crenulata	Cabo San Lucas, Mexico FINER et al. (1979), SUN et al. (1983)
	Dictyota dichotoma	Oshoro Bay, Hokkaido, Japan ENOKI et al. (1982 a,b, 1983 a,b,c, 1984, 1985).
	Dictyota flabellata	Sandy Beach, Puerto Peñasco, Sonora, Mexico FINER et al. (1979), ROBERTSON & FENICAL (1977)
	Dictyota indica	Yellow Sea, People's Republic of China NIANG & HUNG (1984)
	Dictyota linearis	Bay of Tosa, Japan OCHI et al. (1980 a,b, 1981, 1986)
	Dictyota masonii	Isla Guadalupe, Mexico SUN & FENICAL (1979b)
	Dictyota spinulosa	Kin, Okinawa, Japan TANAKA & HIGA (1984)
	Dictyota dichotoma	Sydney area, Australia BLOUNT et al. (1982)

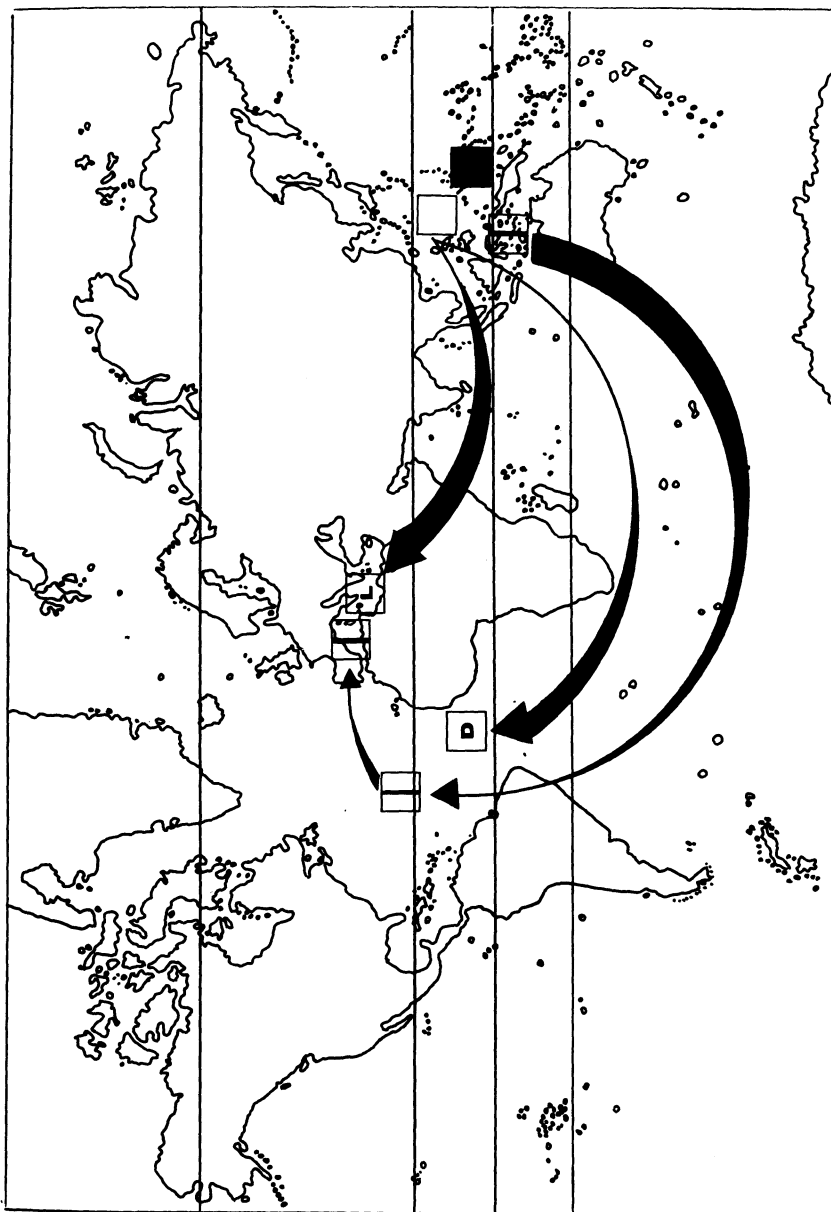
DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

This study on **Dictyota** diterpenes originates puzzling questions. Some of our proposals are illustrated in Map 1.

As already mentioned, the genus **Dictyota** was originated in the Indo-Pacific region, CHAPMAN & CHAPMAN (1981), where **Dictyota** species furnished 95% of the diterpenes of group III (Figure 4) and the six skeletons known for this metabolic way. On the contrary, the species from the Atlantic Ocean yielded only one xeniane of questionable structure, GONZÁLEZ et al. (1982), and diterpenes from group III did not occur at all in the Mediterranean Sea. It results to be a very reasonable hypothesis to propose that the metabolic pathway leading to diterpenes of group III should be originated in the Indo-Pacific region and should also be the most archaic. Consequently, the algae species that produce diterpenes via that way might well be the most primitives.

On the other hand, the inversion of the relative dominance of group III diterpenes in favour of diterpenes from group II on going from the Indo-Pacific region to the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea is a remarkable feature. Is this phenomenon part of an evolutive strategy the impact of herbivory in the latter regions? And if so, should the diterpenes of group III be inefficient to control herbivores in the Atlantic and Mediterranean regions?

Another intriguing question is: why do dolabellane producing **Dictyota** species not also produce dolastanes that seem biogenetically related, CREWS et al. (1982), TEIXEIRA (1985), TEIXEIRA et al. (1985), TEIXEIRA & KELECOM (1987) and *vice-versa*? Interestingly, this observation may be generalized to other genera of Dictyotales that are known to produce dolabellane diterpenes: in the Pacific Ocean, **Glossophora galapagensis**, SUN & FENICAL (1979a) and **Pachydictyon coriaceum** ISHITSUKA et al. (1982); and in the Adriatic DE ROSA et al. (1984) and Mediterranean Seas, TRINGALI et al. (1984a, b, c, 1985, 1986), **Dilophus fasciola**. None of these genera produce dolastane or secodolastane diterpenes. In this respect, it should be remembered that the Mediterranean Sea is presently totally dependant from the Atlantic Ocean, but it is not impossible that the Mediterranean Sea still harbours plants and animals proceeding directly from the Pacific Ocean through the antique Tethys Sea, MARGALEF (1974). Are dolabellanes then the result of a metabolic pathway



Mapa 1 — Dispersion center of the genus *Dictyota* and the probable distributions of the chemical groups I, II and III.

originated in the Pacific Ocean? Such an hypothesis may explain the presence of dolabellanes in the Indo-Pacific, the absence in the Atlantic and their dominating character in the Mediterranean.

But how to explain that the Atlantic and Pacific dolastane producing species do not furnish any dolabellane, their likely biogenetic precursors? Should these skeletons be in fact originated from separate metabolic pathways? Published data on the ring junctions stereochemistry of the dolabellane and dolastane skeletons are still conflictant, TEIXEIRA (1985), TEIXEIRA et al. (1985), and do not allow to solve presently this question.

Finally, the metabolic way leading to diterpenes of group I shows universal distribution, although higher structural diversity can be observed in the Pacific Ocean. This observation allows us to suggest that this pathway is also originated in the Indo-Pacific region.

From all this, it results that the geographic distribution of Dictyota diterpenes parallels the biogeography of the taxon, since the highest skeletal variety was observed for the Indo-Pacific region that has been proposed, by marine botanists, CHAPMAN & CHAPMAN (1981), as the dispersion center of the genus. In addition, our data corroborate the Theory of Micromolecular Evolution of GOTTLIEB (1982), that states that colonization of new areas results in modifications of the relative importance between the various characteristic metabolic pathways of a given taxon.

ACKNOWLEDGEMENTS

V.L.T. thanks the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for a fellowship.

REFERENCES

- ALLENDER, B.M. and KRAFT, G.T. 1983. The marine algae of Lord Howe Island (New South Wales): The Dictyotales and Cutleriales (Phaeophyta). *Bruonia*, 6:73-130.
- ALVARADO, A.B. and GERWICK, W.H. 1985. Dictyol H, a new tricyclic diterpenoid from the brown seaweed *Dictyota dentata*. *J. Nat. Prod.*, 48(1):132-134.
- AMICO, V.; ORIENTE, G.; PIATTELLI, M.; TRINGALI, C.; Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):179-200, dezembro 1987

- FATTORUSSO, E.; MAGNO, S. and MAYOL, L. 1980. Diterpenes based on the dolabellane skeleton from *Dictyota dichotoma*. *Tetrahedron*, **36**(10):1409-1414.
- AMICO, V.; CURRENTI, R.; ORIENTE, G.; PIATTELLI, M. and TRINGALI, C. 1981. 18-Hydroxy-3,7-dolabelladiene from the brown alga *Dictyota dichotoma*. *Phytochemistry*, **20**(4): 848-849.
- BLOUNT, J.F.; DUNLOP, R.W.; ERICKSON, K.L. and WELLS, R.J. 1982. Two diterpenes with new carbocyclic ringsystems from an Australian collection of the brown alga *Dictyota dichotoma*. *Aust. J. Chem.*, **35**(1):145-163.
- CHAPMAN, V.J. and CHAPMAN, D.J. 1981. *The Algae*. London, Mc Millian Press.
- CREWS, P.; KLEIN, T.E.; HOGUE, E.R. and MYERS, B.L. 1982. Tricyclic diterpenes from the brown marine alga *Dictyota divaricata* and *Dictyota linearis*. *J. Org. Chem.*, **47**(5):811-815.
- DANISE, B.; MINALE, L.; RICCIO, R.; AMICO, V.; ORIENTE, G.; PIATTELLI, M.; TRINGALI, C.; FATTORUSSO, E.; MAGNO, S. and MAYOL, L. 1977. Further perhydroazulene diterpenes from marine organisms. *Experientia*, **33**(4):413-415.
- DAWSON, E.Y. 1950. Notes on some Pacific Mexican Dictyotaceae. *Bull. Torrey Bot. Club*, **77**(2):83-93.
- DEMATTE, B.; GUERREIRO, A. and PIETRA, F.J. 1985. Dictyotetraene, a new diterpenoid from a *Dictyota* sp. (Chromophycota, Dictyotaceae) of the North Brittany Sea. *J. Chem. Soc., Chem. Comm.*, (7):391-393.
- DE ROSA, S.; DE STEFANO, S.; MACURA, S.; TREVELLONE, E. and ZAVODNIK, N. 1984. Chemical studies of North Adriatic sea-weeds - I. New dolabellane diterpenes from the brown alga *Dilophus fasciola*. *Tetrahedron*, **40**(23):4991-4995.
- ENOKI, N.; ISHIDA, R. and MATSUMOTO, T. 1982a. Structure and conformation of new nine membered ring diterpenoids

- from the marine alga *Dictyota dichotoma*. **Chemistry Lett.**, (11):1749-1752.
- ENOKI, N.; ISHIDA, R.; OCHI, M.; TOKOROYAMA, T. and MATSUMOTO, T. 1982b. New hydroazulenoid diterpene from the marine alga *Dictyota dichotoma*. **Chemistry Lett.**, (11):1837-1840.
- ENOKI, N.; SHIRAHAMA, H.; OSAWA, E.; URANO, S.; ISHIDA, R. and MATSUMOTO, T. 1983a. Structure and conformation of furanocyclononene diterpenoids from the seaweed *Dictyota dichotoma*. **Chemistry Lett.**, (9):1399-1402.
- ENOKI, N.; FURUSAKI, A.; SUEHIRO, K.; ISHIDA, R. and MATSUMOTO, T. 1983b. Epoxydictymene, a new diterpene from the brown alga *Dictyota dichotoma*. **Tetrahedron Lett.**, 24(40):4341-4342.
- ENOKI, N.; TSUZUKI, K.; OMURA, S.; ISHIDA, R. and MATSUMOTO, T. 1983c. New antimicrobial diterpenes, dictyol F and epidictyol F from the brown alga *Dictyota dichotoma*. **Chemistry Lett.**, (10):1627-1630.
- ENOKI, N.; SHIRAHAMA, H.; FURUSAKI, A.; SUEHIRO, K.; OSAWA, E.; ISHIDA, R. and MATSUMOTO, T. 1984. Absolute configuration and conformational mobility of dilophol and 3-acetoxyacetyldilophol. **Chemistry Lett.**, (3):459-462.
- ENOKI, N.; ISHIDA, R.; URANO, S. and MATSUMOTO, T. 1985. New trycarbocyclic cyclopropanoid diterpenes from the brown alga *Dictyota dichotoma*. **Tetrahedron Lett.**, 26(14):1731-1734.
- FATTORUSSO, E.; MAGNO, S.; MAYOL, L.; SANTACROCE, C.; SICA, D.; AMICO, V.; ORIENTE, G.; PIATTELLI, M. and TRINGALI, C. 1976. Dictyol A and B, two novel diterpenes alcohols from the brown alga *Dictyota dichotoma*. **J. Chem. Soc., Chem. Commun.**, (14):575-576.
- FAULKNER, D.J.; RAVI, B.N.; FINER, J. and CLARDY, J. 1977. Diterpenes from *Dictyota dichotoma*. **Phytochemistry**, 16(7):991-993.

- FINER, J.; CLARDY, J.; FENICAL, W.; MINALE, L.; RICCIO, R.; BATTAILE, J.; KIRKUP, M. and MOORE, R.E. 1979. Structures of dictyodial and dictolactone, unusual marine diterpenoids. *J. Org. Chem.*, 44(12):2044-2047.
- GONZÁLEZ, A.G.; MARTÍN, J.D.; PÉREZ, C. y RUVIROSA, J. 1982. Componentes diterpenicos del alga *Dictyota* sp. *Bol. Soc. Chil. Quím.*, 27(2):280-282.
- GONZÁLEZ, A.G.; MARTÍN, J.D.; NORTE, M.; RIVERA, P.; PERALES, A. and FAYOS, J. 1983. Structure and absolute configuration of *Dictyota* sp. diterpenes. *Tetrahedron*, 39 (20):3355-3357.
- GONZÁLEZ, A.G.; MARTÍN, J.D.; GONZÁLEZ, B.; RAVELO, J.L.; PÉREZ, C.; RAFIL, S. and CLARDY, J. 1984. A new diterpene with a novel carbon skeleton from a marine alga. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* (10):669-670.
- GOTTLIEB, O.R. 1982. *Micromolecular Evolution, Systematic and Ecology, an essay into a novel botanical discipline*. Berlin, Springer-Verlag.
- HENRIQUEZ, C.S. 1982. Sobre la presencia de *Dictyota ciliolata* Sonder ex Kütz. (Dictyotaceae, Phaeophyta) en las Islas Canarias. *Botanica Micronesica*, 10:79-84.
- ISHITSUKA, M.; KUSUMI, T.; TANAKA, J. and KAKISAWA, H. 1982. New diterpenoids from *Pachydictyon coriaceum*. *Chemistry Lett.*, (10):1517-1518.
- KAZLAUSKAS, R.; MURPHY, P.T.; WELLS, R.J. and BLOUNT, J.F. 1978. A series of novel bicyclic diterpenes from *Dilophus prolificans* (Brown alga, Dictyotaceae). *Tetrahedron Lett.* 43:4155-4158.
- KELECOM, A. and TEIXEIRA, V.L. 1986. Diterpenes of marine brown algae of the family Dictyotaceae: their possible role as defence compounds and their use in chemotaxonomy. *Sci. Tot. Environ.*, 58(1/2):109-115.

- KIRKUP, M.P. and MOORE, R.E. 1983a. Identify of sanadaol with B-crenulat, a diterpene from the brown alga *Dictyota crenulata*. *Phytochemistry*, 22(11):2527-2529.
- KIRKUP, M.P. and MOORE, R.E. 1983b. Two minor diterpenes related to dictyodial A from the brown alga *Dictyota crenulata*. *Phytochemistry*, 22(11):2539-2541.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Barcelona, Ed. Omega.
- NIANG, L.L. and HUNG, X. 1984. Studies on the biologically active compounds of the algae from the Yellow Sea. *Hydrobiologia*, 116/117:168-170.
- OCHI, M.; WATANABE, M.; MIURA, I.; TANIGUCHI, M. and TOKOROYAMA, T. 1980a. Amijiol, isoamijiol, and 14-deoxyamijiol, three new diterpenes from the brown seaweed *Dictyota linearis*. *Chemistry Lett.*, (10):1229-1232.
- OCHI, M.; WATANABE, M.; KIDO, M.; ICHIKAWA, Y.; MIURA, I. and TOKOROYAMA, T. 1980b. Amijidictyol, a new diterpenoid from the brown seaweed *Dictyota linearis*: X ray crystal and molecular structure. *Chemistry Lett.*, (10):1233-1234.
- OCHI, M.; MIURA, I. and TOKOROYAMA, T. 1981. Structure of linearol, a novel diterpenoid from the brown seaweed *Dictyota linearis*. *J. Chem. Soc., Chem. Commun*, (3):100.
- OCHI, M.; ASAO, K.; KOTSUKI, H.; MIURA, I. and SHIBATA, K. 1986. Amijitrienol and 14-deoxyisoamijiol, two new diterpenoids from the brown seaweed *Dictyota linearis*. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 59(2):661-662.
- OLIVEIRA FILHO, E.C. de. 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Universidade de São Paulo. Tese de Livre-Docência.
- PAPENFUSS, G.F. 1977. Review of the genera of Dictyotales (Phaeophycophyta). *Bull. Jap. Soc. Pycol.*, 25, Suppl., 271-287.
- PATHIRANA, C. and ANDERSEN, R.J. 1984. Diterpenoids Nerfíca, Pontal do Sul, PR, 2(supl.):179-200, dezembro 1987

from the brown alga *Dictyota binghamiae*. *Can. J. Chem.*, **62** (9):1666-1671.

PULLAIAH, K.C.; SURANAPENI, R.K.; BHEEMASANKARA RAO, C.; ALBIZATI' K.F.; SULLIVAN, B.W.; FAULKNER, D.J.; CUN-HUNG, H. and CLARDY, J. 1985. Dictyoxetane, a novel diterpene from the brown alga *Dictyota dichotoma* from the Indian Ocean. *J. Org. Chem.*, **50**(19):3665-3666.

RAVI, B.N. and WELLS, R.J. 1982. New nine-membered ring diterpenes from the brown seaweed *Dictyota prolificans*. *Aust. J. Chem.*, **35**(1):121-128.

ROBERTSON, K.J. and FENICAL, W. 1977. Pachydictyol-A epoxide, a diterpene from the brown seaweed *Dictyota flabellata*. *Phytochemistry*, **16**(7):1071-1073.

SUN, H.H.; WARASZKIEWICZ, S.M.; ERICKSON, K.L.; FINER, J. and CLARDY, J. 1977. Dictyoxepin and dictyolene, two new diterpenes from the alga *Dictyota acutiloba* (Phaeophyta). *J. Am. Chem. Soc.*, **99**(10):3516-3517.

SUN, H.H. and FENICAL, W. 1979a. Diterpenoids of the brown seaweed *Glossophora galapagensis*. *Phytochemistry*, **18**:340-341.

SUN, H.H. and FENICAL, W. 1979b. Hydroxydilophol, a new monocyclic diterpenoid from the brown alga *Dictyota masonii*. *J. Org. Chem.*, **44**(8):1354-1356.

SUN, H.H.; McCONNEL, O.J.; FENICAL, W.; HIROTSU, K. and CLARDY, J. 1981. Tricyclic diterpenoids of the dolastane ring system from the marine alga *Dictyota divaricata*. *Tetrahedron*, **37**(6):1237-1242.

SUN, H.H.; McENROE, F.J. and FENICAL, W. 1983. Acetoxycrenulide, a new bicyclic cyclopropane-containing diterpenoid from the brown seaweed *Dictyota crenulata*. *J. Org. Chem.*, **48** (11):1903-1906.

TANAKA, J. and HIGA, T. 1984. Hydroxydictyodial, a new

antifeedant diterpene from the brown alga *Dictyota spinulosa*. *Chemistry Lett.*, (2):231-232.

TEIXEIRA, V.L. 1985. Os diterpenos da alga marinha *Dictyota cervicornis* Kützting (Phaeophyta, Dictyotales) e sua avaliação como marcadores taxonômicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado.

TEIXEIRA, V.L.; TOMASSINI, T. and KELECOM, A. 1985. Produtos Naturais de Organismos Marinhos: uma revisão sobre os diterpenos da alga parda *Dictyota* spp. *Química Nova*, 8(4): 302-313.

TEIXEIRA, V.L.; TOMASSINI, T.; FLEURY, B.G. and KELECOM, A. 1986a. Dolastane and secodolastane diterpenes from the marine brown alga *Dictyota cervicornis* Kützting (Phaeophyta, Dictyotaceae). *J. Nat. Prod.*, 49(4):570-575.

TEIXEIRA, V.L.; TOMASSINI, T. and KELECOM, A. 1986b. Cervicol, a new secodolastane diterpene from the marine brown alga *Dictyota cervicornis* Kützting (Phaeophyceae, Dictyotaceae). *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 95(4):263-268.

TEIXEIRA, V.L. and KELECOM, A. 1987. On the usefulness, as chemotaxonomic markers, of diterpenes from marine brown algae of the genus *Dictyota* Lamouroux (Phaeophyta, Dictyotaceae). *Revta. brasil. Bot.*, in press.

TRINGALI, C.; PIATTELLI, M. and NICOLOSI, G. 1984a. Structure and conformation of new diterpenes based on the dolabellane skeleton from a *Dictyota* species. *Tetrahedron*, 40(4): 799-803.

TRINGALI, C.; NICOLOSI, G.; PIATTELLI, M. and ROCCO, C. 1984b. Three further dolabellane diterpenoids from *Dictyota* sp. *Phytochemistry*, 23(8):1681-1684.

TRINGALI, C.; ORIENTE, G.; PIATTELLI, M. and NICOLOSI, G. 1984c. Structure and conformation of two new dolabellane-based diterpenes from *Dictyota* sp. *J. Nat. Prod.*, 47(4): 615-619.

TRINGALI, C.; ORIENTE, G.; PIATTELLI, M. and NICOLosi, G. 1985. Two minor dolabellane diterpenoid constituents from a *Dictyota* species. *J. Nat. Prod.*, **48**(3):484-485.

TRINGALI, C.; PIATTELLI, M. and NICOLosi, G. 1986. Fasciola-7, 18-dien-17-al, a diterpenoid with a new tetracyclic ring system from the brown alga *Dilophus fasciola*. *J. Nat. Prod.*, **49**(2):236-243.

**ESTUDOS POPULACIONAIS DE *Ulva fasciata* DELILE,
INDICADORA DE POLUIÇÃO NA BAIJA DE GUANABARA**

Maria Eulária R. CARNEIRO
Agnaldo N. MARQUES
Renato C. PEREIRA
Marise M. O. CABRAL
Valéria L. TEIXEIRA

ABSTRACT

**Populational studies of *Ulva fasciata* Delile, as an indicator
of pollution in Guanabara Bay (RJ—BRAZIL).**

Populational studies on *Ulva fasciata* were performed under different environmental conditions with the purpose of determine the significance of this species as a pollution indicator in the Bay of Guanabara (RJ). From March to December 1986, samples were taken in three areas in different stages of degradation of the algal community. Taxonomic and quantitative data were obtained in the meso — and infralittoral levels, along transects perpendicular

* Faculdade de Biologia e Psicologia Maria Thereza
Laboratório de Botânica Marinha
Rua Visconde do Rio Branco, 869
Niterói (RJ).

to the coastline in the selected areas. The easiness of sampling and identification, as well as the great development of *U. fasciata* in degraded areas, show that this species might be considered a good pollution indicator.

Key words: *Ulva fasciata*, pollution, Guanabara Bay (RJ-Brasil)

RESUMO

São apresentados resultados de estudos de populações de *Ulva fasciata* Delile em diferentes condições ambientais, com o objetivo de verificar se essas populações são boas indicadoras de poluição na Baía de Guanabara (RJ). Entre março e dezembro de 1986, foram feitas coletas em três áreas com diferentes estágios de degradação da flora algal, variando entre totalmente degradada a não degradada. A quantificação da cobertura vegetal média de *Ulva fasciata* e a observação das principais espécies no meso e infralitoral foram feitas em transectos perpendiculares à linha da costa nas três áreas seleccionadas. Os resultados obtidos demonstram que em razão da facilidade de coleta e devido ao maior desenvolvimento de *Ulva fasciata* em locais degradados, esta espécie pode ser considerada boa indicadora de poluição para a região.

Palavras chave: *Ulva fasciata*, poluição, Baía de Guanabara (RJ-Brasil)

INTRODUÇÃO

O efeito da poluição em sistemas aquáticos pode ser medido quimicamente, pois em geral envolve a adição de substâncias tóxicas, ou de dejetos orgânicos que, por decomposição, podem esgotar o oxigênio do meio ROUND (1933). No entanto, a avaliação do grau de degradação de um ambiente aquático requer além dos parâmetros físico-químicos, o uso de dados biológicos para melhor enfoque do problema FEEMA (1977).

Os efeitos deletérios dos poluentes são mais sensivelmente avaliados em seres vivos do que através de valores numéricos de

resultados físico-químicos (FEEMA, 1977).

As algas tem sido utilizadas, com frequência, como indicadores importantes de poluição, pois são sensíveis ao grau de atividade redutora ou oxidante das águas BOROWITZKA (1972), GRENA-GER (1957), LITTLER & MURRAY (1975), OLIVEIRA & BERCHEZ (1978), TEWARI (1972).

Estudos sobre alterações de comunidades de algas bentônicas do infralitoral, em áreas submetidas à poluição orgânica, tem sido realizados na Baía de Guanabara TEIXEIRA et al. (1987). Os resultados obtidos revelaram que a poluição é um fator capaz de alterar estas comunidades favorecendo, principalmente, delicadas clorofíceas como *Cladophora vagabunda* (L.) Van den Hoek, *Ulva fasciata* Delile e outras espécies oportunistas.

Recentes trabalhos desenvolvidos em comunidades de poças de maré não mostraram, entretanto, nenhum efeito aparente sobre a flora destes sistemas, uma vez que nestas áreas predominam espécies adaptadas ao estresse ambiental (TEIXEIRA et al. 1984a).

A comparação entre duas populações da clorofícea *Codium decorticans* (Woodward) Howe em condições ambientais distintas, na Baía de Guanabara, demonstraram que a contaminação da água do mar, principalmente por esgotos domésticos, parece ser um estímulo para o seu desenvolvimento, devido a redução da competição com outros organismos TEIXEIRA et al. (1984b). No entanto, tal espécie encontra-se representada apenas em áreas moderadamente ou não degradadas TEIXEIRA et al. (1987), sendo ausente em locais de alto grau de contaminação, restringindo desta forma, seu uso como monitor.

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar populações de *Ulva fasciata* sob condições ambientais diferentes, para avaliar sua potencial capacidade de monitor ou indicador de poluição na Baía de Guanabara.

A escolha da espécie foi baseada no preenchimento de certas condições para o estabelecimento de monitores biológicos de poluição (PHILLIPS 1977): a espécie pode ser exposta a níveis de poluentes orgânicos; a espécie constituir-se num exemplo de alga bentônica; ser um representante abundante na área de estudo; possuir um ciclo de vida suficientemente longo, para satisfazer os objetivos do estudo; apresentar biomassa suficiente para detecção de modificações na área de estudo; poder demonstrar uma relação entre o grau de degradação da área e sua abundância relativa. O conhecimento prévio destas condições por TEIXEIRA et al. (1987) efetivou a escolha pela espécie em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

A Baía de Guanabara tem por coordenadas geográficas 22°56'36" de latitude sul e 43°07' longitude oeste de Greenwich. Foram selecionadas três estações, duas localizadas no interior da Baía de Guanabara (Boa Viagem e Ilha dos Carecas), classificadas como moderadamente e totalmente degradadas, respectivamente, e uma distante cerca de 10km da saída da Baía para o Oceano Atlântico (Itaipu), considerada não degradada. Tal classificação foi baseada em critérios estabelecidos pela FEEMA (1977), a partir das concentrações de oxigênio dissolvido (O. D.), demanda bioquímica de oxigênio (D.B.O.), fósforo e nitrogênio totais (Fig. 1).

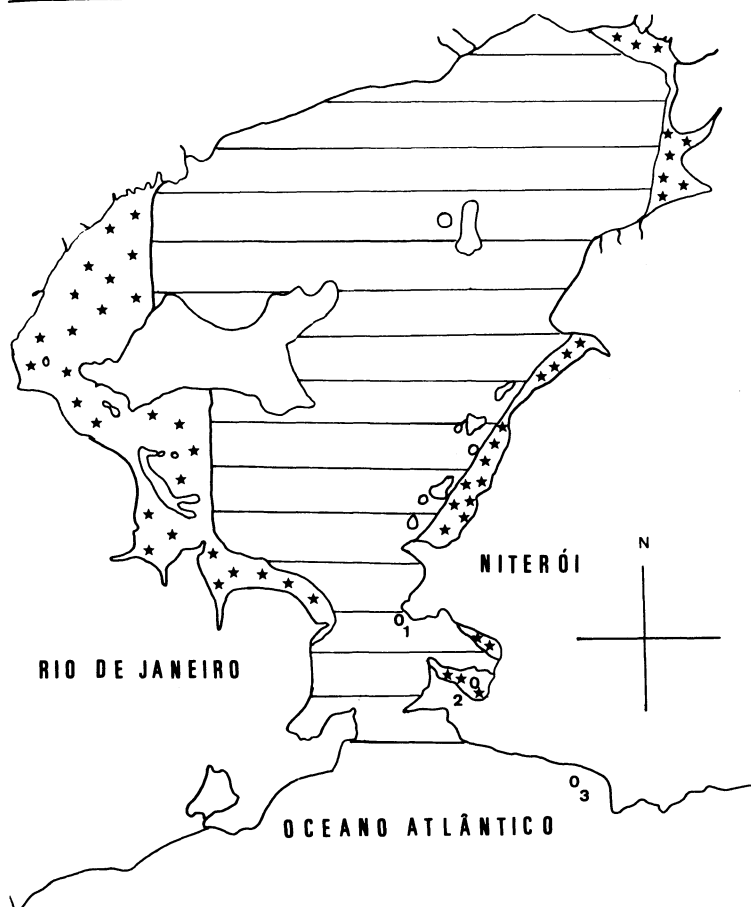
As coletas e observações das populações de *Ulva fasciata* foram realizadas no período de março a novembro de 1986. As populações foram estudadas utilizando-se transecções permanentes de 1m de largura e perpendiculares à costa, lançadas a partir do limite superior da população, cobrindo regularmente as faixas de meso e infralitoral, cuja extensão (10 a 27m), foi estabelecida de acordo com a população em estudo, para cada área. Cada transecção foi sub-dividida em quadrados (0,5x0,5m), onde foram estimadas visualmente a cobertura vegetal de *Ulva fasciata* e observado as principais espécies de macroalgas.

Os dados de cobertura foram submetidas a tratamento estatístico, obtendo-se assim, a cobertura média em cada região (meso e infralitoral) e estação de estudo, ao longo do ano; seguido do cálculo do desvio padrão de todas as medidas realizadas. Para análise da flora algal mais representativa, em cada estação, foram atribuídas quatro categorias para estabelecimento das frequências das espécies, de acordo com sua ocorrência na área de transecção: presentes (em menos de 5% do total de quadrados amostrados no meso e infra-litoral); frequentes (de 6 a 20%); comum (de 21 a 50%) e muito comum (mais de 50%).

O material coletado, incluindo as principais espécies de algas de cada área, foi triado, classificado e conservado em formol a 4% em água do mar.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a lista das espécies observadas nas estações de estudo ao longo do ano (março a novembro). A estação de Itaipu (não degradada) apresentou 13 espécies, sendo 4 clorofíceas,



	O.D. mg/l	D.B.O. mg/l	tot. N μg/l	tot. P μg/l
▨ ÁREAS TOTALMENTE DEGRADADAS	< 4.0	> 6.0	> 1.000	> 300
▩ ÁREAS MODERADAMENTE DEGRADADAS	4.0-5.0	6.0-2.0	700-400	200-70
□ ÁREAS NÃO DEGRADADAS	> 5.0	< 2.0	< 400	< 70

Figura 1 — Estações de coleta (1. Boa Viagem, 2. Ilha dos Carecas e 3. Itaipu) e classificação das áreas da Baía de Guanabara e arredores segundo parâmetros físico-químicos (Feema, 1977). O. D. = Oxigênio dissolvido, D. B. O. = demanda biológica de oxigênio, tot. N = nitrogênio total, tot. P = fósforo total.

3 feofíceas e 6 rodofíceas. A estação de Boa Viagem (moderadamente degradada) apresentou 16 espécies, 5 verdes, apenas 1 dentre as pardas, 9 vermelhas e uma espécie de cianofíceas. A estação da Ilha dos Carecas (totalmente degradada) foi a que apresentou a menor riqueza específica, sendo observadas 4 verdes, nenhuma parda, 6 vermelhas e 1 cianofíceas.

As algas bentônicas mais frequentes ao longo do ano podem ser identificadas na tabela 1. Dentre as verdes destacaram-se *Cladophora* spp e *Enteromorpha compressa* (L.) Greville (nas estações de Boa Viagem e Ilha dos Carecas), ocorrendo tanto no meso como no infra-litoral. Dentre as vermelhas destacaram-se *Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Montagne e *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius (em Itaipu e Boa Viagem) e *Gigartina teedii* (Roth) Lamouroux (em Boa Viagem).

Na estação totalmente degradada (Ilha dos Carecas) a comunidade fitobentônica esteve expressamente representada por certas clorofíceas tais como *Ulva fasciata*, *Cladophora* spp e *Enteromorpha compressa*.

Os resultados obtidos demonstram que os maiores valores de cobertura de *Ulva fasciata* foram observados durante a primavera (novembro/86), nas três estações (34%, 23% e 10% respectivamente) nas áreas moderadamente, totalmente e não degradada (Fig.2). As estações não degradada (Itaipu) e moderadamente degradada (Boa Viagem) apresentaram uma redução nos valores de cobertura de *Ulva fasciata* ($1,3 \pm 2,2$ e $10,2 \pm 8,6$, respectivamente) no inverno. No entanto, a estação totalmente degradada (Ilha dos Carecas) caracterizou-se por um significativo aumento na importância de *Ulva fasciata* ($7,6 \pm 10,1$, $17,1 \pm 13,1$ e $22,6 \pm 25,2$) ao longo do ano (Fig. 2).

A estação não degradada (Itaipu) apresentou os mais baixos valores de cobertura na primeira coleta ($5,9 \pm 5,7$), segunda coleta ($1,3 \pm 2,2$) e terceira coleta (10 ± 10), tanto no meso como no infralitoral, quando comparados com as demais estações (Fig. 3).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O aumento da importância de determinadas clorofíceas e a ausência de algas pardas em área degradadas concordam com estudos anteriores realizados na Baía de Guanabara, onde ficou evidenciado as modificações na importância relativa destes grupos

	BOA VIAGEM						ILHA DOS CARECAS						ITAIPU					
	Março		Julho		Novembro		Março		Julho		Novembro		Março		Julho		Novembro	
	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
CHLOROPHYTA																		
Chaetomorpha antenina	O	++	++	++	++	++	+++	+++	+	++	+++	+++	+	++	++	O	+	
Cladophora spp.	+++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	++	+	O		
Codium decorticatum	+	+	+	+	O	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	O		
Enteromorpha compressa	+	+	++	+	+++	O	+++	++	++	++	++	O	+	+		++	+	O
PHAEOPHYTA																		
Colpomenia sinuosa													+	+	O	+	O	++
Giffordia mitghelliae													++				++	++
Padina gymnospora	O		O										+		+		++	++
RHODOPHYTA																		
Amphiroa beauvoisii	++	O	++	+	++	+++	O	+++			O	++	+++	+	++	+	++	++
Centroceras clavulatum											O	++			+	+		O
Coeloseira parva		O		++									+					
Dasya brasiliense																		
Gelidium pusillum																O	++	
Gigarina acicularis																		
Gigartina teedii	++	++	+++	++	++	++		+	+	O	++	+++	+	++	O	+	+	+
Grateloupia filicina	O	++	++	+	+	++												
Gymnogongrus griffithsiae	+++	++	+++	++	+++	++					O	++	+++	+	++	+	++	++
Herposiphonia tenella																		
Hypnea spinella	O	O																
Jania sp.	O			O							O	O						
Polysiphonia sp.	O			O														
CYANOPHYTA																		
Lyngbya sp.	+						+											

Tabela 1 – Lista das espécies mais frequentes nas estações de estudo, ao longo do ano (O - presente; + frequentes; ++ comuns; +++ muito comuns).

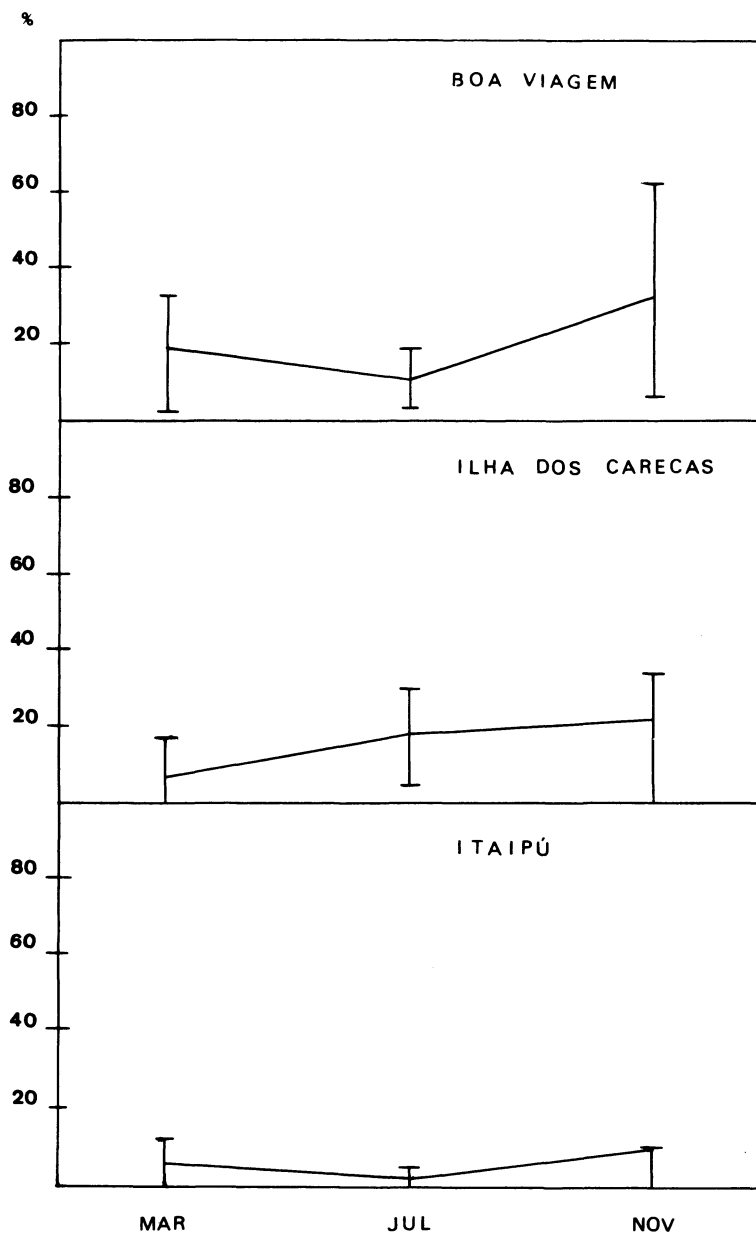


Figura 2 – Variação da cobertura vegetal média total e desvio padrão de *Ulva fasciata*, nas três estações, ao longo do estudo.

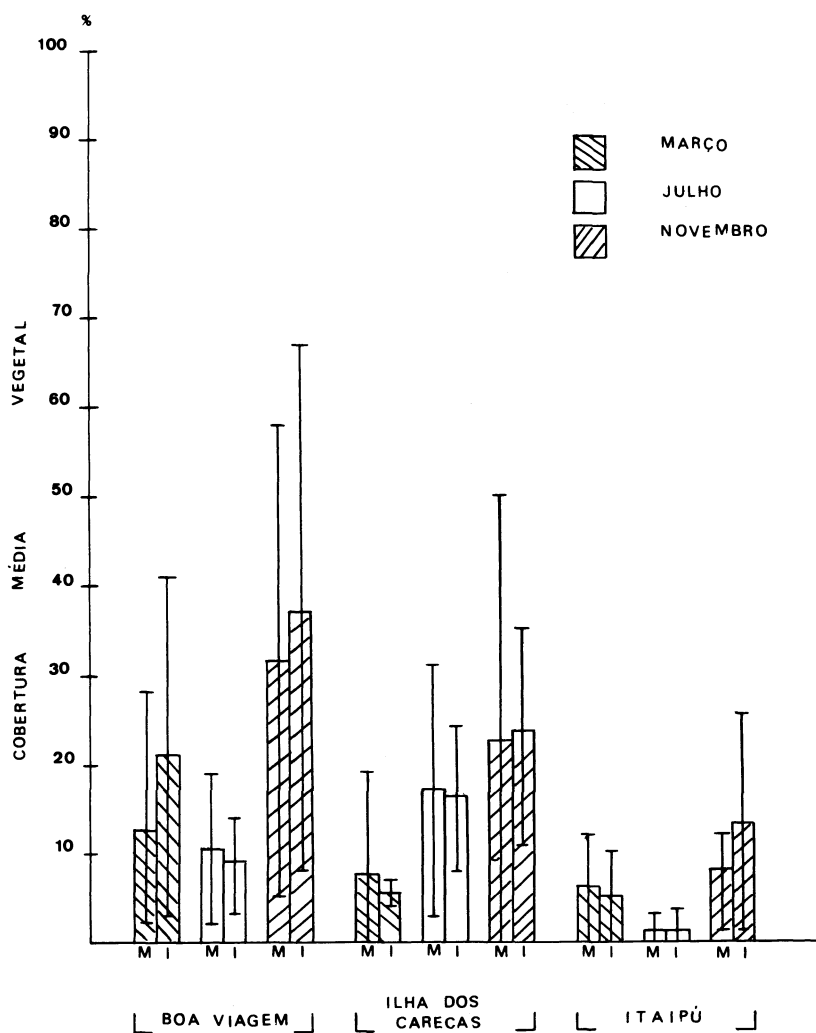


Figura 3 — Cobertura vegetal média (\pm desvio padrão) de *Ulva fasciata* ao longo do ano, no meso e infralitoral, por estação de estudo.

com o aumento da poluição da área TEIXEIRA et al. (1987). A ausência de feofíceas pode ser interpretada pela sua extrema sensibilidade a poluição orgânica e as substâncias tóxicas dos esgotos domésticos e industriais BOROWITZKA (1972), que influenciam o seu ciclo biológico, podendo inibir sua comunicação gamética JAENICKE (1977) e de fatores inerentes às estratégias evolutivas de algas marinhas bentônicas, sendo as espécies oportunistas melhor adaptadas à poluição KLAVESTAD (1978).

O maior número de espécies na estação moderadamente degradada (Boa Viagem) em relação à estação não degradada (Itaipu) deve ser explicado com cautela, uma vez que a riqueza de espécies não reflete a distribuição destas algas no ambiente, isto é, não revela a condição de dominância ou não dentro da comunidade TEIXEIRA et al. (1987).

O aumento crescente de população de *Ulva fasciata* durante as coletas, na estação totalmente degradada (Ilha dos Carecas) pode ser explicado pela sua habilidade em se estabelecer em locais sujeitos a poluição orgânica (e.g. BOROWITZKA (1972), e a baixa riqueza de espécies nesta estação.

As reduções observadas na cobertura média de *Ulva fasciata*, no inverno, tanto na estação de Boa Viagem (moderadamente degradada) como Itaipu devem estar relacionadas com modificações da importância das demais espécies de algas.

Os resultados obtidos demonstram que a facilidade de coleta e identificação e a ocorrência prolífica durante todas as estações do ano, fazem de *Ulva fasciata* uma boa indicadora de poluição para a região.

O fato de *V. fasciata* não ocorrer durante todo o ano, em quantidades mensuráveis, na estação de Itaipu, limitam a utilização desta espécie como organismo monitor.

REFERÊNCIAS

- BOROWITZKA, M. A. 1972. Intertidal algal species diversity and the effect of pollution. Aust. J. Fresh. Res., 23: 73-84.
- FEEMA, 1977. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, vários estudos. I Série Técnica, 2/77. Rio de Janeiro.
- GRENAGER, B. 1957. Algological observations from the polluted part of the Oslofjord. Nytl. maq. Bot., 5: 41-60.

- JAENICKE, L. 1977. Sex hormones of brown algae. *Naturwissenschaften*, 64: 69-75.
- KLAVESTAD, N. 1978. The marine algae of the polluted inner part of Oslofjord: a survey carried out 1962 — 1966. *Bot. Mar.*, 21: 71-97.
- LITTLER, M. M. & MURRAY, S. N. 1975. Impact of sewage on the distribution, abundance and community structure of rocky intertidal macro-organisms. *Mar. Biol.*, 30:277-291.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. de & BERCHEZ, F. A. S. 1978. Algas marinhas bentônicas da Baía de Santos — alterações da flora no período de 1957 — 1978. *Bol. Bot., Univ. S. Paulo*, 6: 49-59.
- PHILLIPS, D. J. H. 1977. The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution marine and estuarine environments a review. *Enviro. Pollut.*, 13:281-317.
- ROUND, F. E. 1983. *Biologia das algas*. 2ª edição. Ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro.
- TEIXEIRA, V. L.; ALMEIDA, S. A. S.; FLEURY, B. G.; LINS, P. C. M. & BEMFICA, R. C. 1984a. Comunidades de algas bentônicas e fauna acompanhante de poças de maré de Niterói (RJ). *Anais IV Congr. SBSP*, 93-97.
- TEIXEIRA, V. L.; PEREIRA, R. C.; ALMEIDA, S. A. S. & MARQUES JR, A. N. 1984. Estudo comparativo de populações de *Codium decorticatum* (Woodward) Howe em Niterói (RJ), em diferentes condições ambientais. *Anais IV Congr. SBSP*, 87-91.
- TEIXEIRA, V. L.; PEREIRA, R. C.; MARQUES JR., A. N.; LEITÃO FILHO, C. M. & SILVA, C. A. R. 1987. Seasonal variations in infralittoral seaweed communities under a pollution gradient in Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Brazil). *Ciênc. Cult. (in press)*.
- TEWARI, A. 1972. The effect of sewage pollution on *Enteromorpha prolifera* var. *tubulosa* growing under natural habitat. *Bot. Mar.*, 15:167.

Lista de Participantes

1. Aguinaldo N. Marques Jr.
2. Alba Chiesse da Silva
3. Alexandre de Gusmão Pedrini
4. Alphonse Kelecon
5. Ana Alice Jarreta de Castro
6. Ana Lucia Olivo Rosas
7. Ana Lucia Tostes de Aquino Leite
8. Ana Teresa Lombardi
9. André Carlos de Prattes Cimbleris
10. Angela Mafra de Moraes
11. Antonio Luis Sartori
12. Armando A. H. Vieira
13. Aurea Valadares Fougueiras
14. Beatriz Grosso Fleury
15. Camilo Dias Junior
16. Carlos Eduardo de Mattos Bicudo
17. Carlos Alfredo Joly
18. Carlos Noronha Santos
19. Caterina Rizzo
20. Célia Leite Sant'Anna
21. Célia Regina Menezes Mello
22. Claudia de Britto Mourão
23. Claudia Patara Saraceni
24. Cristina Aparecida G. Nassar
25. Cristina Falcão
26. Cristina T. Bassani Teixeira
27. Dayse Vasquez Martins
28. Denise de Campos Bicudo
29. Denise Rivera Tenenbaum
30. Edison José de Paula
31. Eduardo Cyrino de Oliveira Filho
32. Eliane Gonzalez Rodriguez
33. Eliane Vieira Rezende
34. Emmanuel Gama de Almeida
35. Estela Maria Plastino
36. Eurico Cabral de Oliveira F^o.
37. Fabio F. da Costa Fabiano
38. Fernanda Paula Cerantola
39. Fernando Jales Teubner Jr.

40. Flavio A. S. Berchez
41. Gil Felicio Fernandes
42. Gilberto José Pereira Mitchell
43. Gilberto Menezes Amado Filho
44. Giovanni Carlo Bloise
45. Haydée Torres de Oliveira
46. Irani Fernandes Pereira Campos
47. Ina de Souza Nogueira
48. Jandira Liria B. Talomi
49. Jane da Silveira
50. Janete Teixeira Costa
51. Jean Remy Davée Guimarães
52. Jean Louis Valentin
53. João Sarkis Yunes
54. João Wenceslau de Medeiros Filho
55. João Parisio Alves
56. José Antonio Muniz
57. José Eduardo Arruda Gonçalves
58. José Luiz Tadeu Muller de Paula
59. José Marcos de Castro Nunes
60. Juliana Maria Cimardi
61. Katia Regina Sgrott Sauer
62. Laine Sormus de Castro Pinto
63. Leo Nascimento
64. Liana Franco Pitombo
65. Livia Fernanda Aguzarro
66. Lucia Helena Sampaio da Silva
67. Luciana P. L. S. Andrade
68. Luciano Felicio Fernandes
69. Luiz Drude de Lacerda
70. Luiz Henrique Becker
71. Luis Fernando Ferreira da Silva
72. Madalena Tomi Shirata
73. Marcelo Emanuel Ivens de Araujo
74. Marcelo Machado
75. Marcia A. O. Figueiredo Guerra
76. Marcia Luiza Jaber de Oliveira
77. Marcio Luiz Chagas Macedo
78. Marcio Jardim Motta
79. Margarida Maria M. P. Bartolomeu
80. Mariangela Menezes
81. Marise Malek de Oliveira Cabral

82. Marize Zucollo
83. Mary Barbosa Cardoso
84. Mathilde Grabber Joly
85. Maria do Carmo Carvalho
86. Maria Celia Villac
87. Maria Claudia Fonseca
88. Maria Cristina da Silva Maurat
89. Maria da Gloria Carvalho Barreiros
90. Maria Helena Campos Baeta Neves
91. Maria Helena Roquete Humaytá
92. Maria Pilar R. Piqué
93. Maria do Rosário de A. Braga
94. Maria Satika Suzuki
95. Maria Teresa Menezes de Széchy
96. Maria Teresa Paiva de Azevedo
97. Mariam Borges Xavier
98. Miguel Vassiliou
99. Monica Wallner
100. Nadja Maria Lins da Silva
101. Naoko Kadekaru
102. Neyla Quège
103. Odécio Cáceres
104. Orlando Necchi Junior
105. Otavio Venturolli
106. Paulo Fernando Ulian
107. Paulo Henrique Jorge
108. Pedro Américo Cabral Senna
109. Regina Lucia C. Póvoa
110. Renata Perpétuo Reis
111. Renato Crespo Pereira
112. Roberto Becht Flatschart
113. Roberto Campos Villaça
114. Rocilda P. Furtado Schenkman
115. Rodrigo de Filippo
116. Rosa Sanae Shintani
117. Rosangela Braga Knaka
118. Roselane Laudares Silva
119. Roseli Maria de Souza Mosimann
120. Salvador Abdala Jacob
121. Sandra Maria Feliciano de O. Azevedo
122. Sergio Antonio da Silva Almeida
123. Sergio de Almeida Bruni

- 124. Silvia Maria P. B. Guimarães
- 125. Silvana Elizabeth de Méo
- 126. Simone Maria França Silva
- 127. Sonia Maria Ganesella Galvão
- 128. Thérèse Le Campion Alsumard
- 129. Valéria de Oliveira Fernandes
- 130. Valéria Freitas de Magalhães
- 131. Valéria Laneuville Teixeira
- 132. Ula de Andrade Vidal
- 133. Vera Cristina Fouto Martins
- 134. Vera Lucia de Moraes Huszar
- 135. Verena Rapp de Eston
- 136. Yocie Yoneshigue
- 137. Yumiko Ugadim
- 138. Zenilda Lenita Bouzon

INSTRUÇÕES PARA OS AUTORES

Os manuscritos enviados à Comissão Editorial (original e duas cópias, incluindo-se tabelas e figuras) deverão ser datilografados em tamanho A4, espaço duplo, observando uma margem de 3cm no lado esquerdo de cada página. Serão aceitos textos em português, espanhol, francês e inglês, organizados da seguinte maneira:

Folha de Apresentação — com o título completo do trabalho, nome do(s) autor(es), endereço da instituição, título abreviado (máximo de cinco palavras) e instituições financiadoras.

Abstract (com o título do trabalho em inglês) e **Resumo** — com informações resumidas sobre os objetivos do trabalho, resultados e conclusões. Ambos deverão ser obrigatoriamente apresentados independente do idioma do texto.

Key Words (no máximo 5) — imediatamente após o "Abstract".

Palavras-Chave (no máximo 5) — imediatamente após o Resumo.

Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão e Agradecimentos (se necessário).

Referências Bibliográficas — nas citações do texto deve constar o sobrenome do autor, ou no máximo de dois autores, em letras maiúsculas, seguido do ano de publicação entre parênteses. Se o número de autores for superior a dois, deverá ser citado apenas o sobrenome do autor principal seguido do termo latino *et alii* e da data de publicação entre parênteses. No item Referências Bibliográficas deverá ser obedecida a ordem alfabética dos autores e secundariamente a ordem cronológica dos trabalhos de um mesmo autor, na seguinte seqüência de identificação do trabalho:

a) **Periódicos** — sobrenome do autor, iniciais, ano de publicação, título completo do trabalho, nome do periódico (abrev.), volume, número e páginas;

b) **Livros** — sobrenome do autor ou editor, iniciais, ano de publicação, título do livro, editora, local de publicação e número total de páginas.

Casos distintos deverão se ajustar às normas internacionais.

Legenda das Figuras — As figuras deverão ser identificadas com legendas precisas, e de preferência resumidas, datilografadas em página separada.

Figuras — Os gráficos, mapas e fotografias, obrigatoriamente em branco e preto, deverão ser identificados de acordo com o texto, com numeração feita a lápis no canto superior direito. Letras, números, símbolos e traçado deverão ser feitos em nanquim ou qualquer recurso gráfico convencional que possibilite o máximo de qualidade e nitidez após as reduções, se necessárias, para a reprodução. As dimensões das figuras e tabelas devem ser proporcionais ao espelho da revista (16 x 12cm). Sugere-se a altura mínima de 2,5mm para letras e números, e a espessura de 0,2mm para o traçado.

Tabelas — Deverão ser numeradas com algarismos romanos e identificadas no cabeçalho com legendas precisas e, de preferência, resumidas. Utilizar um traçado horizontal duplo logo abaixo da legenda e linhas simples abaixo dos títulos e após o final das colunas. Observações complementares sobre os resultados poderão ser feitas seguidas de asterisco no rodapé da tabela. Evite as linhas verticais separando as colunas.

Todas as figuras e tabelas (originais e cópias) deverão conter no verso o nome do(s) autor(es) e o título resumido do trabalho, escritos a lápis.

Se, de acordo com o parecer dos consultores, o trabalho for aceito para publicação, os autores receberão uma prova, juntamente com o manuscrito original, para que possam ser corrigidos pequenos erros ortográficos, que não alterem de forma excessiva o conteúdo original do texto. As provas revistas deverão ser enviadas à Comissão Editorial no prazo de cinco dias após o recebimento.

Os manuscritos deverão ser enviados obrigatoriamente por via registrada ou equivalente para o seguinte endereço:

REVISTA NERÍTICA — COMISSÃO EDITORIAL
CENTRO DE BIOLOGIA MARINHA — UFRP
Av. Beira Mar, s/n. — Pontal do Sul
83200 — Paranaguá — Paraná
BRASIL

Macedo - Saidah, F. E., Nascimento, M. R. R. do & Campos, I. F. P. — O plancton das águas do Rio Meia Ponte no Município de Goiânia, Goiás, Brasil	Pág. 105
Yoneshigue, Y. & Figueiredo, M. A. O. — Flora Marinha da região de Cabo Frio (Estado do Rio de Janeiro, Brasil) 1. Chlorophyceae raras para o litoral brasileiro	Pág. 119
Széchy, M. T. M. de, Maurat, M. C. S., Nassar, C. A. G. & Falcão, C. — Adições à Flora Marinha Bentônica do Arquipélago de Fernando de Noronha	Pág. 135
Necchi, O. Jr. — Estudos sobre as Rhodophyta de Águas Continentais do Brasil — 6: Ocorrência de <i>Hildenbrandia rivularis</i> (Liebmann) J. Agardh nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo	Pág. 147
Oliveira F ^o ., E. C. de & Oliveira, M. C. de — Tolerância de gametófitos de <i>Laminaria Abyssalis</i> (Phaeophyta) a diferentes temperaturas, <i>in vitro</i>	Pág. 153
Yunes, J.S. & Melo, S.R. de — Cianofíceas fixadoras de nitrogênio do estuário da Lagoa dos Patos, RS.: testes de cultivo em laboratório .	Pág. 159
Possolo, L. R., Yamaguishi — Tomita, N., Piqué, M. P. R., Marques, A. C. & Lorana, B. — Composição química de Corallinaceae (Rhodophyta, Cryptonemiales). 1. <i>Corallina officinalis</i> L.	Pág. 171
Teixeira, V. L. & Kelcom, A. — Geographic distribution of the diterpenes from the marine brown alga <i>Dictyota</i> Lamouroux (Dictyotales, Phaeophyta)	Pág. 179
Carneiro, M. E. R., Marques, A. N. Jr., Pereira, R. C., Cabral M. M. O. & Teixeira, V. L. — Estudos populacionais de <i>Ulva fasciata</i> Delile, indicadora de poluição na Baía de Guanabara, RJ.	Pág. 201
Lista de participantes	Pág. 213