

**ESTUDOS SOBRE A BIOLOGIA DE ALGAS
AGARÓFITAS. I — RECOLONIZAÇÃO, BROTAMENTO
E FENOLOGIA EM POPULAÇÕES NATURAIS
DE *PTEROCLADIA CAPILLACEA*
(RHODOPHYTA-GELIDIACEAE)**

E. C. DE OLIVEIRA FILHO

I. P. SAZIMA *

Departamento de Botânica, Inst. Biociências da USP.
Departamento de Zoologia, Univ. Estadual de Campinas.

SUMÁRIO

Experiências e observações realizadas com populações de *Pterocladia capillacea* do litoral norte do Estado de S. Paulo (Ubatuba) no período de 1968-71 permitiram concluir que: esta espécie ocorre durante o ano todo e que seus indivíduos podem ser considerados como perenes; a reprodução vegetativa através de brotamento das porções basais é bastante eficiente e a regeneração de ramos cortados faz-se rapidamente através da diferenciação de uma célula apical. A produção de gametas masculinos e femininos e de tetrásporos ocorre em todas as estações do ano, não havendo uma estação reprodutora definida; há um grande predomínio em abundância das plantas produtoras de tetrásporos sobre as plantas produtoras de gametas. Com relação à coleta de plantas para fins de industrialização os resultados obtidos indicam que a melhor maneira de se retirar as plantas é através do arrancamento manual; a remoção total das plantas através da raspagem do substrato por instrumentos metálicos deve ser evitada uma vez que a recolonização das áreas toma um grande tempo e é duvidosa; o intervalo entre duas coletas sucessivas não deve ser menor que 4 meses.

ON THE BIOLOGY OF AGAROPHYTE ALGAE. I — REGENERATION, GROWTH
AND PHENOLOGY IN NATURAL POPULATIONS OF *PTEROCLADIA
CAPILLACEA* (RHODOPHYTA-GELIDIACEAE)

SUMMARY

Experiments and observations performed with populations of *Pterocladia capillacea* on the North of São Paulo State (Brazil), during

* Bolsista da FAPESP durante a realização deste trabalho.

1968-71, have shown that: this species is perennial; the vegetative propagation is very efficient and that cut branches regenerate through the differentiation of a new apical cell. Male, female and tetrasporic plants can be found during all the year without a well marked reproductive season; tetrasporic plants occur in a number several times greater than the sexual ones. Concerning the gathering of plants for industrial exploitation evidences are presented showing that the best way to collect the plants is simply pulling them out with the hands; scraping of the substrate must not be allowed since the recolonization takes a very long time and is doubtful; the time interval between two successive gatherings must not be shorter than 4 month for better yields.

INTRODUÇÃO

Os participantes do III Congresso Internacional de Algas Marinhas (1961), aprovaram por unanimidade “ que la FAO attire l'attention des gouvernements et des institutions scientifiques et technologique sur la necessité d'assurer la protection des ressources phycologiques exploitées, et de favoriser les recherches biologiques de base, principalement sur les espèces d'intérêt commercial, ainsi que les recherches technologiques dans le domaine des méthodes de recolte. ” (Virville et Feldmann 1964, p. 463).

No Brasil os estudos ficológicos têm se restringido praticamente à Taxonomia, de modo que não existem até o momento dados experimentais sobre a Biologia das algas marinhas.

Embora as algas marinhas brasileiras venham sendo exploradas há muitos anos, esta exploração tem sido feita em pequena escala e de forma artesanal. Entretanto, com as perspectivas da instalação de duas grandes indústrias para a extração de ficocolóides, uma delas já em funcionamento e, também, devido às recentes exportações de algas marinhas, estas plantas certamente passarão a ser coletadas em grande quantidade, sendo que uma destas indústrias prevê a utilização de cerca de 50 toneladas de algas secas por mês, o que, dependendo da espécie, pode significar de 250 a 500 toneladas de algas frescas.

Em vista disto planejamos nosso trabalho de forma a obter dados sobre os possíveis efeitos dos esforços de coleta nas populações de algas agarófitas, procurando verificar (a) quais as épocas do ano mais favoráveis para a coleta de *Pterocladia capillacea* em função do rendimento (massa/área) e do seu período de reprodução e, (b) qual das possíveis maneiras de coleta causaria, dentro de um rendimento aceitável, o menor prejuízo às populações naturais.

MATERIAL

A parte experimental e as observações foram realizadas na praia de Domingas Dias, no Município de Ubatuba, S.P

Estes primeiros estudos foram feitos com *Pterocladia capillacea* (Gmel.) Bornet et Thuret. A espécie foi escolhida por razões de ordem prática, uma vez que aparentemente é a única espécie no litoral de São Paulo, que pelas suas características, forma de ocorrência e quantidade, apresentaria condições de ser explorada economicamente e, também porque esta espécie constitui um dos materiais mais promissores para a industrialização em virtude do grande rendimento e alta qualidade do agar-agar que produz.

MÉTODOS

Devido à sua forte fixação ao substrato, *P. capillacea* deverá ser coletada diretamente no ambiente em que vive, isto é, no costão rochoso, na zona das marés, ao contrário da maioria das outras agarófitas em exploração no Brasil, que também ocorrem jogadas à praia.

De um modo geral as plantas poderão ser coletadas através de raspagem do substrato com um instrumento metálico, de arrancamento manual e de corte por meio de tesouras, alfanges ou instrumentos semelhantes. Para avaliarmos o efeito destes métodos de coletas nas populações, escolhemos áreas uniformes, com uma densa cobertura de *P. capillacea*, as quais foram divididas em sub-áreas. Na sub-área *A* as plantas foram totalmente removidas do substrato por meio de uma espátula de pedreiro; na *B* as plantas foram seccionadas a cerca de 0,5-1,0 cm da porção basal, e na *C* as plantas foram arrancadas manualmente (Figs. 1 e 2). Entre as áreas tratadas foram deixadas áreas intactas para servirem de controle.

O tratamento descrito foi repetido em várias épocas do ano, durante quase 3 anos (1968-1971). Periodicamente as áreas eram visitadas para: (1) mapeamento das áreas raspadas; (2) medidas de comprimento das frondes cortadas e arrancadas; (3) coletas de amostras das subáreas para verificações fenológicas; (4) coletas para verificação do rendimento (massa/área) em diferentes épocas do ano. Visando um melhor conhecimento da biologia desta espécie foram feitos

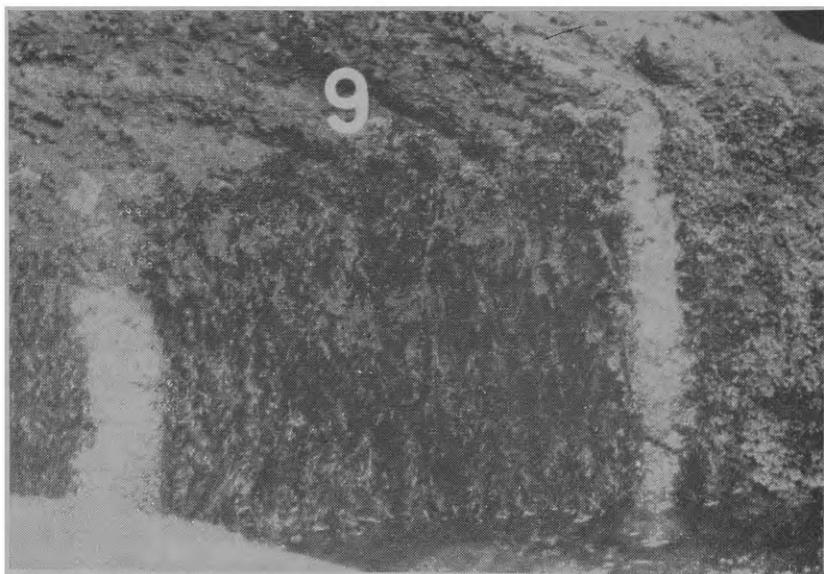


Fig. 1 — Aspecto da área 9 apenas delimitada, antes do tratamento.

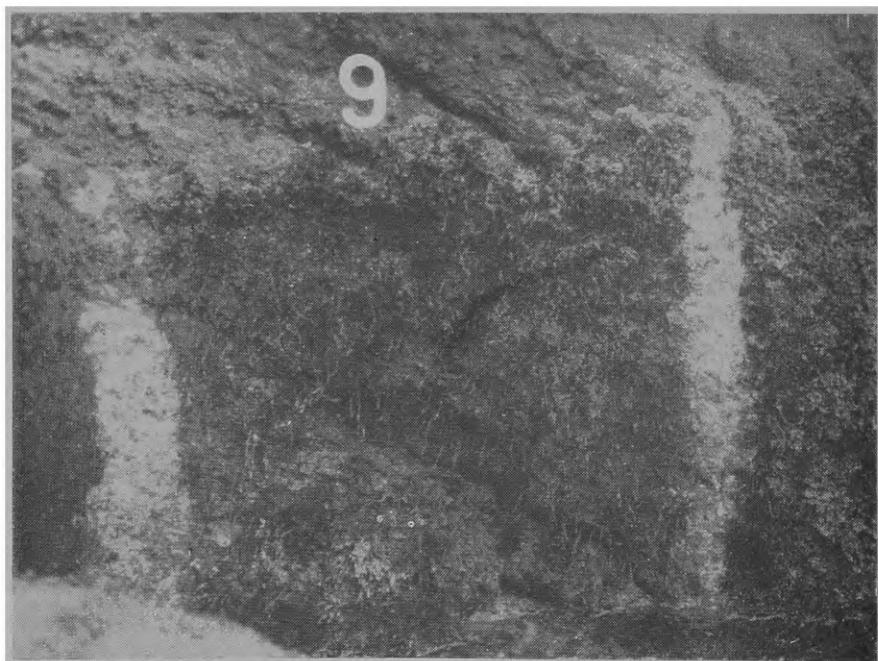


Fig. 2 — Área 9 após arrancamento manual das plantas.

ainda (1) estudos da fauna e da flora epifitas e associadas; (2) coletas periódicas de 100 frondes em dois tipos de costão para medidas de comprimento e observação do estado reprodutivo; (3) observações sobre a germinação de esporos, estudos anatômicos, variações morfológicas estacionais e ambientais *

RESULTADOS

A — *Influência dos métodos de coleta*

a) *no rendimento*

O maior rendimento em massa/área obtém-se através de raspagens do substrato e remoção completa das plantas; o rendimento das áreas cortadas não difere significativamente do rendimento das áreas arrancadas.

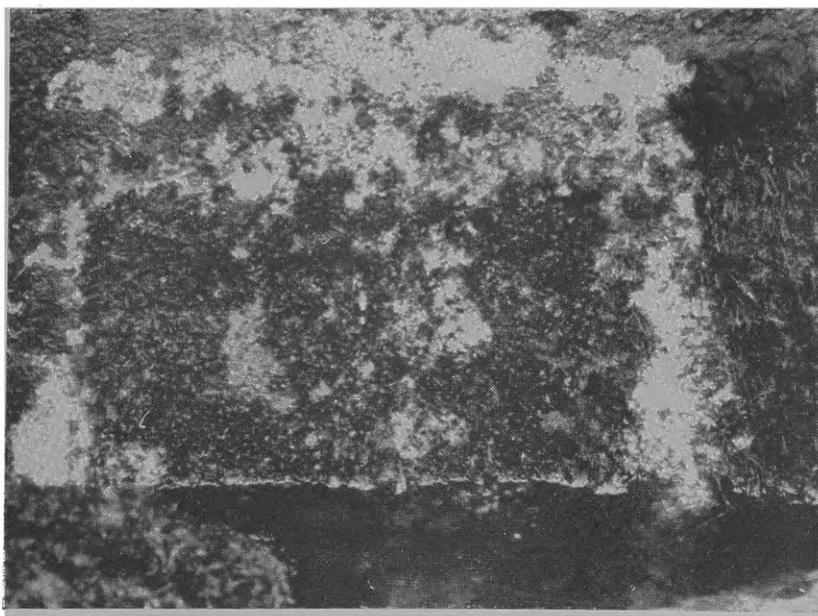


Fig. 3 — Colonização de uma área raspada por animais e várias espécies de algas, 6 meses após a raspagem.

* Os resultados dos itens (1) e (3) serão descritos em outra publicação.

b) *no brotamento e recolonização*

O brotamento nos lotes cortados e arrancados processa-se de maneira similar. O tamanho máximo das frondes é atingido com maior rapidez no lote arrancado, mas, o lote cortado, após a regeneração, apresenta maior densidade de cobertura.

As áreas raspadas são rapidamente colonizadas por uma série de outras espécies de algas marinhas e de animais que se sucedem apresentando diferentes conjuntos de espécies no decorrer do ano (Figs. 3 e 4). Estas áreas não se refizeram totalmente, mesmo decorridos 3 anos após a raspagem do substrato.

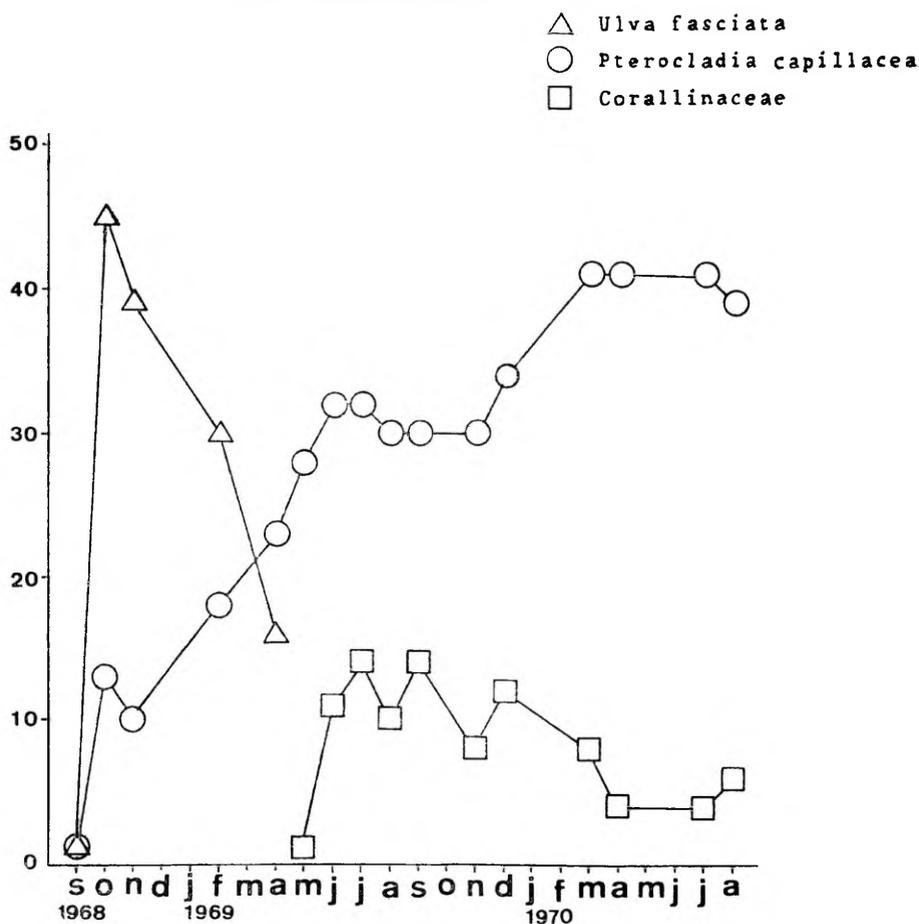


Fig. 4 — Colonização de uma área raspada, indicando apenas as espécies mais abundantes.

B — *Influência da época de coleta (método de arrancamento)*

a) *no rendimento*

Excetuando-se os meses de inverno o rendimento não varia significativamente, sendo que os maiores valores foram encontrados no fim do verão e início do outono, com rendimento variando de 2-2.5 kg/m² (peso fresco). Durante o inverno o rendimento cai para cerca da metade do valor encontrado nas outras estações (Figs. 5 e 6).

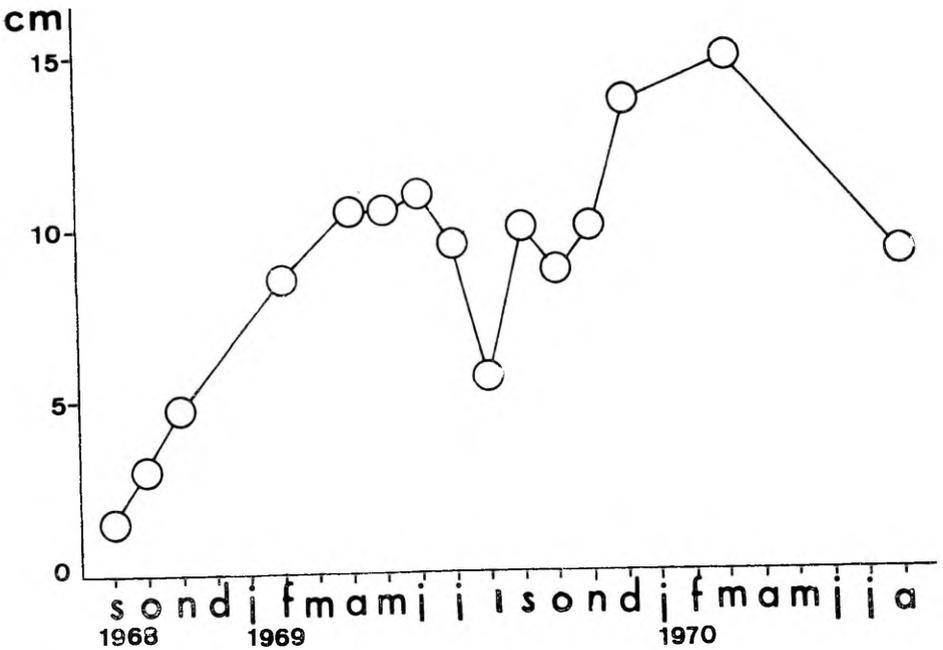


Fig. 5 — Variação no comprimento médio das frondes em um lote cortado.

b) *na recolonização*

A velocidade de recolonização processa-se de maneira semelhante durante todo o ano, excetuando-se os meses de inverno, quando ocorre em ritmo mais lento.

C — *Efeito de coletas sucessivas*

Os rendimentos, em massa/área, obtido através de arrancamentos sucessivos numa mesma área parecem indicar uma tendência no sen-

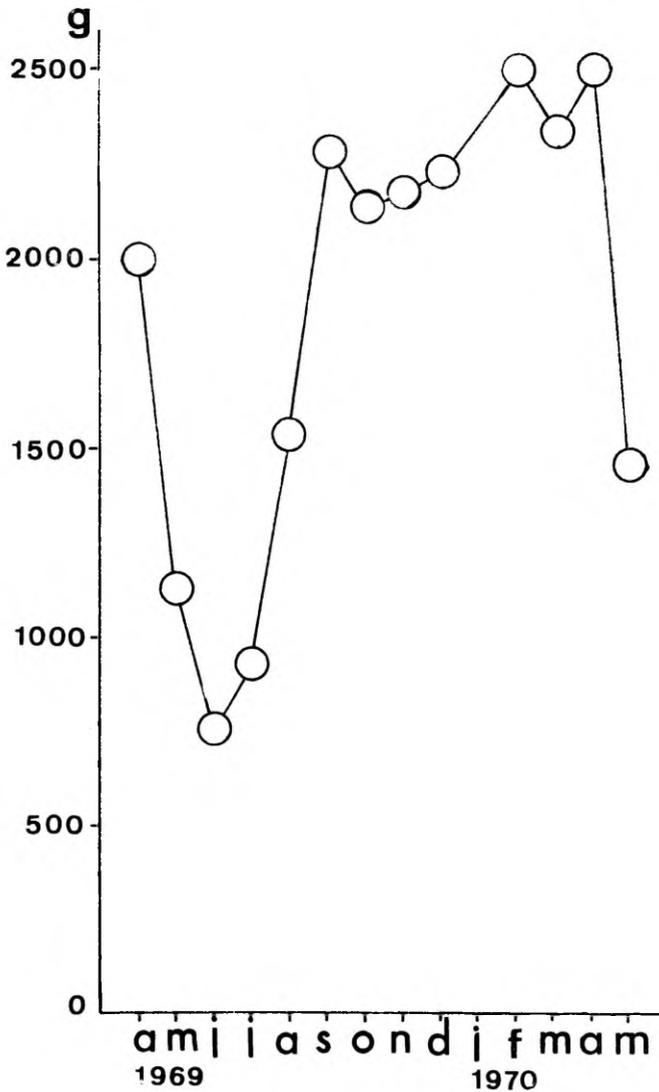


Fig. 6 — Rendimento (peso/área) de 13 lotes coletados através de arrancamento manual em meses sucessivos.

tido de se obter um maior rendimento por área após a primeira coleta, quando as coletas subsequentes são espaçadas com intervalos de 4 meses. Após intervalos maiores que 6 meses (Fig. 7), o rendimento

obtido com os arrancamentos sucessivos na mesma área volta ao valor inicial.

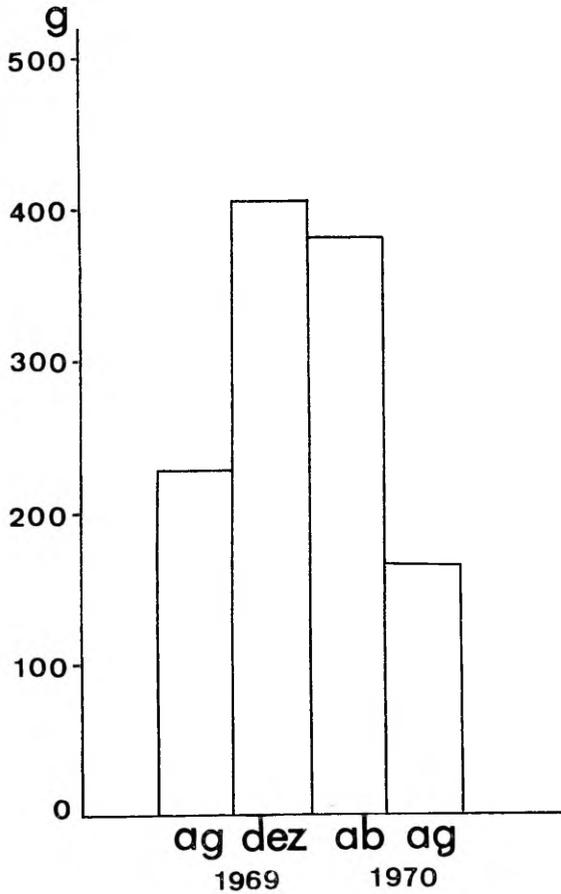


Fig. 7 — Rendimento em gramas (peso fresco) de um mesmo lote após arrancamentos sucessivos.

D — Fenologia

1 — Através de marcação individual de plantas e também de mapeamentos, foi nos possível verificar que *P. capillacea* é uma planta perene (Fig. 8);



Fig. 8 — Plantas femininas marcadas com etiquetas de plástico.

2 — plantas masculinas, femininas e tetraspóricas foram encontradas férteis o ano todo;

3 — há uma nítida predominância no número das plantas tetraspóricas sobre as sexuadas, e mesmo sobre as estéreis durante todos os meses do ano; a maior frequência de plantas tetraspóricas foi encontrada nos meses de outono (Fig. 9);

4 — há uma relação entre tamanho das plantas e reprodução; o tamanho mínimo encontrado para tetrasporofitos férteis foi de 4 cm;

5 — a colonização de novas áreas por propagação vegetativa faz-se através do crescimento dos ramos prostrados, que por sua vez originam ramos eretos;

6 — o seccionamento de ramos, por meios acidentais ou artificiais, provoca, em geral, uma regeneração das partes perdidas através da diferenciação de uma nova célula apical. Isto se verifica tanto nos ramos principais como nos laterais;

7 — a taxa de crescimento varia durante o ano, sendo da ordem de 1-2 cm por mês o alongamento do ramo ereto principal, exceto nos meses de inverno quando as taxas são menores (Fig. 5);

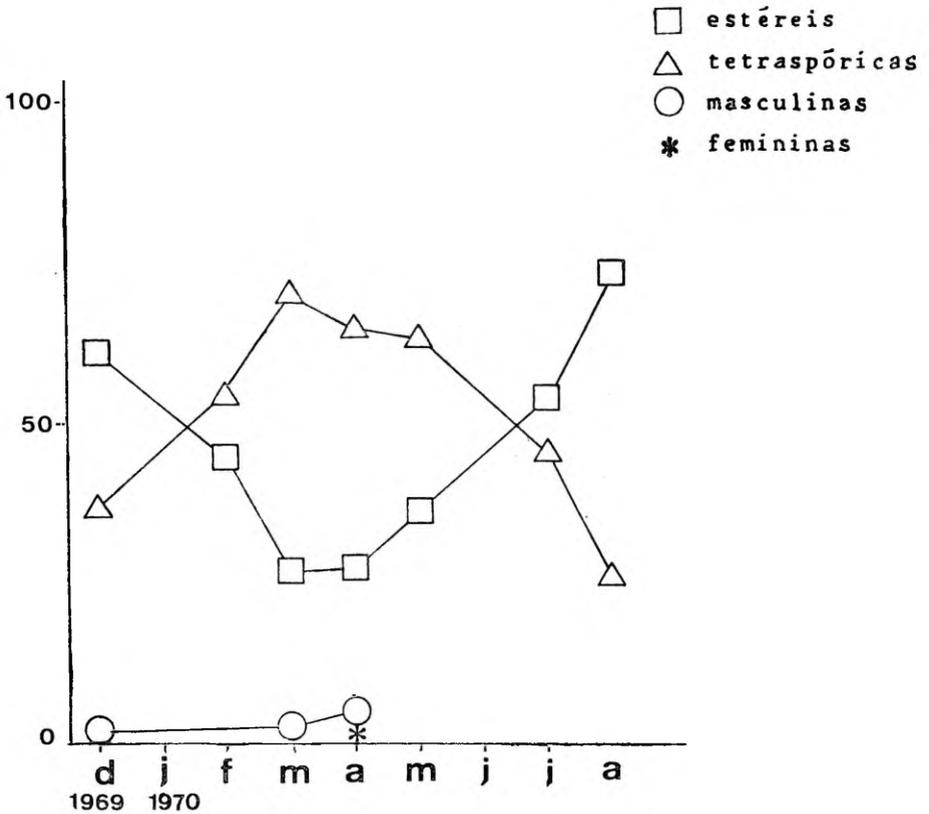


Fig. 9 — Comportamento fenológico das áreas tratadas.

8 — durante o inverno há uma diminuição no tamanho médio das plantas, em relação às outras estações do ano, causada por uma espécie de “abscisão” da parte superior da fronde (Figs. 5 e 6);

9 — no inverno é comum encontrar-se numerosas plantas mortas ou em processo de degeneração no limite superior da faixa de distribuição desta espécie; acreditamos que tal fato se deva as marés excepcionalmente baixas que as vezes ocorrem nesta estação.

DISCUSSÃO

A nossa verificação de que *P. capillacea* é uma espécie perene é corroborada por observações de outros autores que trabalharam com plantas da mesma família.

Stewart (1968), trabalhando na Califórnia, com *P. pyramidale* (= *P. capillacea*) constatou que esta espécie é perene, pelo menos nas populações que crescem no infralitoral. Embora não tendo conseguido marcar plantas por um longo espaço de tempo, Seoane-Camba (1966) concluiu que *Gelidium sesquipedale*, também uma Gelidiaceae, é uma espécie perene com base na taxa de crescimento anual (9 cm) e no tamanho máximo atingido pelas plantas (50 cm).

Segundo a classificação de formas biológicas proposta por Feldmann (1937), *P. capillacea* se encaixaria melhor no grupo das Phanerophyceae que no das Hemiphanerophyceae apesar de perder parte das frondes durante o inverno.

Não dispomos de dados para explicar a predominância muito acentuada no número das plantas tetraspóricas em relação ao das plantas sexuadas, tanto masculinas como femininas, que ocorrem com uma frequência semelhante. A ocorrência nestas plantas de um ciclo de vida "*Polysiphonia-like*", como seria de se esperar, permitiria supor um certo equilíbrio em relação ao número de esporofitos e gametofitos. Este predomínio das formas tetraspóricas poderia estar relacionado com algum problema na distribuição dos cromossomos durante a meiose, ou a uma capacidade diferencial na propagação vegetativa das plantas haplóides e diplóides.

A eficiência da reprodução vegetativa nesta espécie já foi constatada por outros autores. Dixon (1958) menciona que plantas férteis de *P. capillacea* não foram encontradas nas Ilhas Britânicas. Quanto às outras partes do mundo, Chapman (cf. Stewart, 1968) verificou que na Nova Zelândia são raras as plantas férteis, tanto as tetraspóricas como as sexuadas. No trabalho de Stewart (1968), pode se ver que na Califórnia as plantas tetraspóricas de *P. capillacea* são muito mais frequentes que as sexuadas, e também que se apresentam férteis a maior parte do ano, desde que se considere o resultado das análises das várias estações estudadas pela autora. No caso de nossas plantas, embora tenhamos observado exemplares com tetrásporos durante quase todos os meses do ano, é possível que eles só estejam maduros e em condições de germinar em determinadas épocas do ano. Johnstone and Feeney (1944), trabalhando com outra espécie de Gelidiaceae verificaram que plantas tetraspóricas, masculinas e femininas apresentam-se férteis durante todo o ano e que as tetraspóricas são muito mais abundantes.

Gelidium sesquipedale apresenta-se fértil o ano todo no sul e noroeste da Espanha (cf. Seoane-Camba, 1966). Este mesmo autor verificou que o crescimento médio de plantas completas de *G. sesquipedale* é da ordem de 9 cm por ano, muito semelhante ao das plantas cortadas, que é de 8,3 cm por ano, com taxas variáveis durante os diferentes meses, portanto com resultados semelhantes aos que obtivemos para *P. capillacea*.

Quanto aos métodos de coleta Seoane-Camba (1966), concluiu, como nós, que a remoção das plantas através de raspagem é altamente prejudicial às populações das mesmas e que no caso do *G. sesquipedale* das costas espanholas, o melhor método é o do corte das plantas. Com *P. capillacea*, no litoral norte de São Paulo, verificamos, ao contrário do referido autor, que o arranque manual oferece vantagens sobre o corte. Isto deve-se especialmente ao fato de *P. capillacea* apresentar uma maior fixação ao substrato que o *G. sesquipedale*, de modo que uma boa parte da porção basal fica presa ao substrato quando se arranca as plantas. Além disto existem razões práticas pois o arrancamento dispensa instrumentos metálicos, que pelo seu desgaste em contato com a água do mar encareceriam o processo de coleta, e permitiria ao coletor utilizar-se apenas de uma mão para apanhar as plantas, o que é algo a ser considerado em virtude do perigo que o local oferece.

Não encontramos dados na literatura a respeito do intervalo de tempo a ser observado entre as coletas sucessivas. Neste caso, evidentemente, os resultados obtidos são válidos apenas para a espécie estudada e também apenas para o local em que foram feitas as observações.

CONCLUSÕES

1 — *Pterocladia capillacea* comporta-se como uma planta perene no litoral de São Paulo;

2 — A propagação vegetativa através do crescimento e brotamento dos ramos prostrados faz-se de maneira muito eficiente. O brotamento nos ramos cortados, tanto principais como laterais verifica-se através da diferenciação de uma nova célula apical;

3 — Plantas masculinas, femininas e tetraspóricas são encontradas férteis o ano todo. Há uma predominância absoluta no número

das fases tetraspóricas em relação às sexuadas durante todas as épocas do ano;

4 — O método mais aconselhável para a coleta desta espécie é o do arrancamento manual. A remoção completa das plantas através da raspagem do substrato deve ser evitada uma vez que prejudica seriamente as populações;

5 — As coletas sucessivas em uma mesma área deveriam ser feitas, inicialmente com intervalos de 4 meses e posteriormente com intervalos de 6 ou mais meses.

A G R A D E C I M E N T O S

Agradecemos à FAPESP pela concessão de auxílios para viagens (processos 69/340 e 70/493) e bolsas de iniciação (processos 69/339 e 70/491) sem os quais não poderíamos ter desenvolvido o presente trabalho.

Nossos agradecimentos ao Dr. A. B. Joly por ter se responsabilizado pelo auxílio 70/493 e supervisionado o então bolsista, I. P. Sazima, durante o ano de 1970.

Agradecemos ao Instituto Oceanográfico da USP, na pessoa do Dr. Edmundo F. Nonato, as facilidades de alojamento em Ubatuba.

B I B L I O G R A F I A

- DIXON, P. S. (1958) — The structure and development of the thallus in the British species of *Gelidium* and *Pterocladia*. *Ann. Bot.* 22:353-68.
- FELDMANN, J. (1937) — Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. *Rev. Algol.* 10:1-339. Pls. 1-20.
- JOHNSTONE, G. R. & FEENEY, F. L. (1944) — Periodicity of *Gelidium cartilagineum*, a perennial alga. *Am. J. Bot.* 31:25-29.
- SEOANE-CAMBA, J. (1966) — Algunos datos de interes en la recoleccion de *Gelidium sesquipedale*. *Publ. Tec. Junta de Estudios de Pesca*, Madrid, 5: 437-455.
- STEWART, J. G. (1968) — Morphological variation in *Pterocladia pyramidale*. *J. Phycol.* 4:76-84.
- VIRVILLE, D. & FELDMANN, J. (1964) — Comptes rendus du IV.^e Congrès International des Algues Marines. Pergamon Press. N. Y., 467 p.