

ASPECTOS FENOLÓGICOS DE DUAS POPULAÇÕES DE *SARGASSUM CYMOSUM*
(PHAEOPHYTA – FUCALES) DO LITORAL DE SÃO PAULO, BRASIL⁽¹⁾

PHENOLOGY OF TWO POPULATIONS OF *SARGASSUM CYMOSUM*
(PHAEOPHYTA – FUCALES) OF SÃO PAULO STATE COAST, BRAZIL

Edison José de Paula⁽²⁾ e Eurico C. de Oliveira F^o (2)

SUMMARY - *Sargassum cymosum* C. Ag. forms dense belts near the infralittoral fringe on the rocky coasts of SE Brazil. Sheltered areas are inhabited by var. *cymosum* of that species, represented by individuals reaching about 50cm in length; exposed areas are inhabited by var. *nanum* attaining about 5cm in length. Two typical populations of both varieties living very close to each other were studied monthly, for 18 months, and less regularly for 5 years, for: standing stock, density, size and reproduction. Observations on the associated flora and on the relation of both populations with the black sea urchin (*Echinometra lucunter*) were also included. The populations of both varieties are stable, formed by perennial plants, and are responsible for over 70% of the total biomass characterizing a mature community. In exposed sites high densities of sea urchins, (maximum 172/m²) are associated with a high density of *S. cymosum* var. *nanum* (maximum 460/m²), both densities being positively correlated ($r = 0.795$). Only young individuals of this sea urchin are found among the *Sargassum* plants; large individuals are found nearby in pools or in rocky caves from which conspicuous seaweeds are absent, with the exception of crustous corallines. On the other hand, sea urchins are not found within the zone of *S. cymosum* var. *cymosum*, on the sheltered side. All the biological variables analysed showed a seasonal variation, with higher values of biomass and size of the plants in the spring; low values were observed in February for var. *nanum* and in March-April for var. *cymosum*. The controlling factors of the cyclic variation detected are not clear but the decline of the populations coincides with temperature increase, which is also associated with the period of clearer and calmer waters. *S. cymosum* var. *nanum* is monoecious and var. *cymosum* is dioecious, however both are highly fertile throughout the year and the distribution of size classes shows that recruitment is not restricted to a particular season. The liberation of oocysts seems to follow an endogenous rhythm occurring fortnightly during spring tides in the field as well as in the laboratory. In comparing the phenology of the studied varieties with plants of other areas we concluded that in the tropics the importance of the seasonal variation of factors such as light and temperature, that are of primary importance to explain the

(1) Trabalho parcialmente custeado pela FAPESP, proc. 04 - Biológicas 76/0164.

(2) Depto. de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo - CP 11461, 05421 São Paulo, Brasil.

phenology of seaweeds in higher latitudes, can be locally modified by the interaction of a complex of other factors that cannot be determined "a priori".

RESUMO - *Sargassum cymosum* var. *cymosum* e *S. cymosum* var. *nanum* formam densos bancos próximo à franja do infralitoral, respectivamente nos costões protegidos e batidos na costa sudestes do Brasil. Duas populações destas variedades foram estudadas na Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP, para avaliar a variação mensal da biomassa e densidade das populações, tamanho, peso e reprodução dos indivíduos durante 18 meses. Foram incluídas neste estudo observações sobre as algas epífitas, ou encontradas entre as plantas de *Sargassum* bem como sobre a população de ouriços que vive sob a cobertura de *S. cymosum* var. *nanum*. As duas populações de *Sargassum* são perenes, entretanto, somente o apressório e eixos principais persistem durante todo o ano. Ramos laterais primários em desenvolvimento, férteis e senescentes são encontrados em todas estações do ano, sendo continuamente renovados. Em todas as épocas amostradas a biomassa das duas populações correspondeu a mais que 70% da biomassa total da área, caracterizando uma comunidade madura do tipo climax. A variação sazonal da densidade dos ouriços correlaciona-se positivamente com a variação da biomassa de *S. cymosum* var. *nanum*. As interrelações entre as populações destes dois organismos são discutidas destacando-se o papel chave que representam nesta comunidade. Os valores de biomassa de *Sargassum* mostraram uma marcada variação sazonal, sendo máximos na primavera e mínimos no verão e início do outono. Esta variação está relacionada à variação do peso e comprimento médios das plantas, embora a variação da densidade também seja importante no costão batido. Receptáculos maduros são encontrados em ambas as populações durante o ano inteiro; entretanto, a liberação de oocistos parece obedecer a um ritmo endógeno no quinzenal que acompanha os períodos de marés baixas. A fenologia das variedades estudadas foi comparada com os dados conhecidos para outras espécies de *Sargassum* nos trópicos e subtropicais do hemisfério norte. Concluímos que nos trópicos e subtropicais o papel da luz e temperatura na fenologia das algas marinhas pode ser localmente modificado pela interação de um complexo de outros fatores.

INTRODUÇÃO

A fenologia das algas marinhas bentônicas tropicais é pouco conhecida (Russell 1973, Doty 1971), tendo sido referidas por alguns autores e negada por outros (De Wreede 1976). Informações esparsas sobre a fenologia das espécies de algas marinhas bentônicas do litoral brasileiro são conhecidas de numerosos trabalhos florísticos (Joly 1965, por exemplo) e outros de cunho ecológico (Oliveira F9 & Mayal 1976). Entretanto, são poucos os trabalhos que tratam de maneira sistemática da fenologia de uma determinada espécie (Oliveira F9 & Sazima 1973 p. exemplo).

O gênero *Sargassum* é considerado como um componente conspicuo da flora de águas tropicais e subtropicais. Até o presente, estudos fenológicos detalhados de espécies do gênero foram realizados nos trópicos do hemisfério norte (De Wreede 1976). Ao sumariar os dados da literatura sobre a fenologia de algumas espé-

cies, De Wreede demonstra a escassez e precariedade destes dados que não permitem uma análise objetiva do problema.

Dentre as contribuições mais recentes para o conhecimento da ecologia das espécies de *Sargassum* e entendimento dos fatores que regulam a variação cíclica temporal das algas marinhas dos trópicos e subtropicais, destacamos os trabalhos de Prince e O'Neal (1979) e Prince (1980), ambos realizados no hemisfério norte.

Nosso trabalho é parte de um estudo mais amplo sobre a biologia de algas brasileiras de importância econômica (Oliveira Fº 1981) e de *Sargassum* em particular (Paula 1978). Abordamos aqui as variações sazonais de duas variedades de *Sargassum cymosum* que ocorrem em costões protegido e batido no litoral norte do Estado de São Paulo. As duas populações foram estudadas quanto à biomassa, comprimento, densidade e reprodução, por um período de 18 meses, incluindo observações sobre os organismos associados.

MATERIAL E MÉTODOS

As duas populações estudadas, embora situadas em áreas adjacentes, crescem em ambientes com acentuadas diferenças no grau de exposição às ondas e foram consideradas como pertencentes a variedades diferentes: *Sargassum cymosum* C. Ag. var. *cymosum*, no costão protegido e *S. cymosum* var. *nanum* Paula e Oliveira Fº, no costão batido, com base em estudos experimentais (Paula & Oliveira Fº, no prelo).

O local de estudos, Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP (23°32'S e 45°10'W) foi selecionado considerando o tamanho e homogeneidade relativa das populações, alta densidade de plantas e ainda o pequeno distúrbio causado pelo homem na região. Descrições detalhadas do local e região podem ser encontradas em Paula (1978) e Paula e Oliveira Fº (no prelo). Informações gerais sobre o regime de marés, temperatura, salinidade e pluviosidade estão sumarizadas em Oliveira Fº e Mayal (1976).

Amostragens de ambas populações foram feitas a intervalos aproximados de um mês, durante 18 meses, com auxílio de um quadrado de 0,25 m². O tamanho das amostras foi escolhido: i. por ser a área máxima que permite certa rapidez e facilidade de coleta e posterior análise; ii. porque áreas menores mostraram desvio padrão pelo menos duas vezes superior e iii. por ter sido utilizado por vários autores que trabalharam com espécies deste gênero (Tsuda 1972, Wanders 1976), Umezaki 1974, Jephson & Jones 1977). O número de amostras limitou-se a um no costão batido e variou de 1 a 5 no costão protegido, conforme permitiram as condições do mar e para não prejudicar as populações em estudo. Com a finalidade de reduzir a variação entre as amostras, estas foram tomadas em uma área mais ou menos limitada e homogênea quanto ao grau de exposição às ondas, a uma profundidade fixa e sobre costão com superfície regular e cobertura algal densa e uniforme. No costão protegido as amostras foram tomadas entre 9,3 e 0,5m abaixo do limite superior atingido pela zona de *Sargassum*. No costão batido foram tomadas na região mediana da zona habitada pela variedade *nanum*.

Durante as amostragens, toda a cobertura algal não incrus-

tante foi removida dos quadrados por raspagem do substrato com uma espátula, lavada e triada. Após remoção do excesso de água com auxílio de papel mataborrão, as amostras de *Sargassum* foram pesadas (peso fresco), cada planta medida do apressório até o ápice do maior ramo e anotada a presença ou não de receptáculos e flutuadores. Em seguida foram secas em estufa a 60°C até atingirem peso constante, resfriadas em dessecador e pesadas (peso seco). As outras algas associadas às amostras eram contadas e, ou pesadas segundo o mesmo método (3). Duas amostragens da flora acompanhante foram feitas através de transectos de 0,5 m de largura. Incluímos ainda, na determinação das épocas de reprodução de *Sargassum*, observações sobre a liberação de oocistos em condições de campo, durante o transporte para o laboratório ou em cultura.

As coletas no costão batido foram feitas com cuidado para incluir também os exemplares de "pindã", ouriços pretos (*Echinometra lucunter* L.) abundantes na população de *S. cymosum* var. *nanum*, os quais foram contados e medido o diâmetro da carapaça com exclusão dos espinhos.

RESULTADOS

A comunidade de Sargassum cymosum

S. cymosum var. *cymosum* - Nas amostragens desta variedade, somente *Dictyopteris delicatula* (4), *Laurencia scoparia*, *Geodiopsis gracilis*, *Gracilaria ferox* e *Dictyota cervicornis*, dentre as espécies epilíticas, foram representadas em todas épocas do ano (Tabela 1). *L. scoparia* pode fixar-se próxima ao apressório das plantas de *Sargassum*, observando-se às vezes um íntimo entrelaçamento entre seus ramos. *G. gracilis*, da mesma maneira, pode ser encontrado sob as plantas de *Sargassum*, enquanto *G. ferox* requer maior espaçamento para desenvolver-se. *D. delicatula* e *D. cervicornis* foram encontradas como epilíticas e também como epifíticas do apressório ou ramos desta variedade de *Sargassum*.

As epifitas mais comuns, excetuando *D. delicatula* e *D. cervicornis*, já mencionadas, foram *Fosliella lejolisii* e *Hypnea musciformis*. Esta cresce entrelaçada às porções terminais das plantas de *Sargassum*, próximo ao limite superior de distribuição de sua zona, enquanto aquela forma pequenas crostas, que chegam a forrar em grande extensão as folhas e ramos cilíndricos do *Sargassum*. A presença de epifitas foi mais comum no verão e no início do outono (Tabela 1). Nessa época do ano (dezembro a abril), mesmo espécies usualmente epilíticas como *Padina vickersiae*, *Jania adhaerens*, *Ulva fasciata* e *Enteromorpha* sp. foram encontradas como epifitas. Nos níveis mais inferiores (não amostrados quantitativamente), de 1 a 2m abaixo do limite superior da zona de *Sargassum*, *Dictyopteris plagiogramma* foi comumente

(3) As diatomáceas epifíticas foram estudadas por Moreira F^o & Oliveira F^o (1976) e não foram incluídas neste estudo; outras algas microscópicas pouco conspícuas não foram estudadas.

(4) Os autores das espécies aqui referidas podem ser vistos em Oliveira F^o (1977).

encontrada como epífita.

De uma maneira geral as espécies associadas a esta variedade de *Sargassum* ocorreram com valores de biomassa muito variáveis, mas sempre muito baixos. Esses baixos valores de biomassa e a grande variação de amostra para amostra não nos estimularam a realizar pesagens em todas as épocas do ano.

A tabela 2 mostra alguns valores de biomassa total, de *S. cymosum* var. *cymosum* e das espécies associadas. Como pode ser verificado, a biomassa das espécies associadas não excedeu 21% da biomassa total nas amostras de 0,25m². Esse quadro não ficou muito alterado quando a coleta foi feita em transectos e em diferentes épocas do ano. *D. delicatula*, *D. cervicornis*, *G. gracilis* e *H. musciformis*, entre outras, embora importantes pela frequência ou densidade de cobertura, dão valores desprezíveis de biomassa, enquanto que as espécies que formam tufo grandes como *L. scoparia* e *G. ferox*, mesmo que ocorram em pequeno número, são responsáveis pelos maiores valores da biomassa das algas associadas. Os maiores valores de biomassa para as espécies associadas a *S. cymosum* var. *cymosum*, devidos especialmente a *L. scoparia* e *G. ferox* ocorreram no verão e no início do outono (dezembro a abril).

S. cymosum var. *nanum* - A zona desta variedade de *Sargassum* coincide com a ocorrência de *Neogoniolithon solubile*. Esta espécie incrustante recobre grande extensão da rocha a partir da zona infralitoral nos costões batidos. Crostas disciformes ralfsióides, da mesma maneira que *N. solubile*, ocorreram durante todo o ano, mas de forma mais esparsa e irregular.

No verão e outono de 1976 (fevereiro e maio), além das crostas ralfsióides e de *N. solubile*, ocorreram nas amostras desta variedade *Chnoospora minima*, *Laurencia* sp, *Hypnea musciformis*, *Dictyopteris delicatula*, *Ectocarpus breviarticulatus*, *Colpomenia sinuosa* e, em alguns pontos, diatomáceas coloniais bentônicas. Nesse período do ano, a contribuição dessas espécies para os valores de biomassa total das amostras de 0,25m² foi praticamente insignificante. A partir de junho de 1976 o valor da biomassa das espécies associadas, devido quase que exclusivamente a *D. delicatula*, aumentou até outubro do mesmo ano, após o que voltou a decrescer (Tabela 3). Em fevereiro de 1977 somente *C. sinuosa* e *E. breviarticulatus* ocorreram nas amostras e em abril, somente *C. minima* e *D. delicatula*, mas com valores desprezíveis de biomassa.

Considerando as áreas com menor densidade de *Sargassum*, não amostradas através de quadrados, verifica-se nos meses de verão uma acentuada pobreza em algas com a presença quase exclusiva de *N. solubile* e crostas ralfsióides e ainda exemplares esparsos e pouco desenvolvidos de algumas outras espécies. *N. solubile*, neste período mostra-se esbranquiçado em grandes áreas. A partir do outono a diversidade aumenta, sendo máxima na primavera. No inverno e primavera verificam-se nas áreas de menor densidade de *Sargassum* além das espécies citadas, exemplares bem desenvolvidos de: *Amphiroa beauvoisii*, *A. brasiliiana*, *Arthrocardia stephensonii*, *Centroceras clavulatum*, *Chaetomorpha antennina*, *Champia minusecula*, *Cladophora fascicularis*, *Dictyota ciliolata*, *Santia cappilacea*, *Padina gymnospora*, *Sphacelaria tribuloides* e *Ulva fasciata*.

No costão batido, ao contrário do que ocorreu no costão protegido, as epífitas são muito raras. Dentre estas figuram espécies de *Achrochaetium*, *Ceramium* e *Dasya* e, eventualmente *H. musciformis*. Exemplares de *Echinometra lucunter* não localizados em tocas, mas entre as plantas de *S. cymosum* var. *nanum* foram elementos característicos desta comunidade, estando totalmente ausentes no costão protegido. Somente indivíduos de pequenas dimensões estiveram representados durante o período de observação (Figura 1). O número máximo de indivíduos ocorreu na primavera (172/m², em outubro de 1975, e 160/m², em novembro de 1976), enquanto o número mínimo ocorreu no verão e início do outono (28/m², em abril de 1976, e quase desaparecendo em fevereiro de 1977). A comparação entre a variação da densidade de ouriços e da biomassa de *S. cymosum* var. *nanum* ao longo do ano (Figura 2) mostra uma correlação positiva ($r = 0,795$).

Fenologia - A variação da biomassa, comprimento e peso médios das plantas e densidade das populações de *S. cymosum* var. *nanum* e *S. cymosum* var. *cymosum* encontram-se nas figuras 2 e 3, respectivamente. Os valores da biomassa foram apresentados em peso seco, equivalente a 18,9% \pm 1,9 (s) do peso fresco, indistintamente para as duas variedades. Os valores mais altos atingidos pela biomassa no final da primavera, 800,8g/m² em dezembro e 439,6g/m² em novembro de 1976, respectivamente para as populações de costão protegido e batido, caíram para cerca da metade no início do outono e verão - 400,0g/m² em abril e 209,6g/m² em fevereiro de 1977.

A variação sazonal da biomassa mostrou uma boa correspondência com os valores de peso e comprimento médios das plantas, atingindo valores máximos na primavera e mínimos no verão e outono. A densidade das plantas, por outro lado, mostrou variação acentuada somente no costão batido, sendo máxima na primavera, diminuindo a partir do verão.

A presença de diversas classes de comprimento das plantas de ambas populações (Figuras 4 e 5), durante todo o ano indica que as variações do comprimento médio não são devidas a alterações acentuadas em sua composição etária. De fato, plantas jovens de *S. cymosum* foram observadas durante o ano, embora fossem mais numerosas no costão batido no final do inverno e primavera (agosto-dezembro de 1976). Da mesma maneira, a porcentagem de plantas maduras, com receptáculos, não variou sazonalmente, sendo elevada em todas as épocas do ano (Tabela 4). A pequena porcentagem de plantas de *S. cymosum* var. *nanum* com receptáculos, verificada para o mês de fevereiro de 1977 (15%), reflete simplesmente um declínio acentuado no vigor das plantas, como revelado pelos baixos valores de peso e comprimento médios encontrados para este mês (Figura 2).

No período de declínio dos valores de biomassa de *S. cymosum* (verão e outono), a diminuição do vigor das plantas é perfeitamente reconhecida em condições de campo pela coloração amarelada exibida pelas mesmas, e pelo grande número de ramos férteis em estado de senescência, em contraste com uma coloração marrom escura especialmente durante a primavera. A análise de uma planta madura e fértil, em qualquer desses períodos, entretanto, revela a ocorrência de eixos principais e de laterais primários em todos os graus de desenvolvimento, desde aqueles

que estão se diferenciando até aqueles que se encontram férteis ou já em estado de senescência.

A liberação dos elementos de reprodução é periódica e coincidente com as marés de sizígia e dá-se durante todo o ano, como pode ser verificado nas tabelas 5 e 6 para oocistos de *S. cymosum* var. *cymosum*. A liberação de oocistos de *S. cymosum* var. *nanum* foi observada com menor frequência (fevereiro, março, abril, junho e agosto de 1976 e junho de 1977). Acreditamos, entretanto, que isto seja, em parte, devido à forte movimentação da água no costão batido, que carregaria os oocistos logo após sua liberação.

DISCUSSÃO

A ocorrência de populações de *Sargassum* spp formando densos bancos a partir do infralitoral, especialmente na costa sudeste do Brasil é bem conhecida (Oliveira F♀ & Mayal 1976, Oliveira F♀ & Paula 1979). Pelas suas características estruturais e estabilidade, acreditamos que estes bancos constituem comunidades maduras, do tipo climax.

As populações de *Sargassum cymosum* dos costões protegido e batido foram comparadas em detalhe por Paula e Oliveira F♀ (no prelo). Consideramos nesta discussão, possíveis implicações das características destas populações na estrutura das comunidades.

O espaço e a luz são considerados recursos potencialmente limitantes nos costões rochosos da região entremarés (Connell 1972). *S. cymosum* é a espécie dominante nos costões protegido e batido quanto à biomassa, comprimento e densidade. Espécies incrustantes, particularmente *Neogoniolithon solubile* cobrem consideráveis áreas do espaço primário nos costões batidos, entretanto constituem espaço secundário para outras espécies, incluindo *S. cymosum*. Por essa razão, e de acordo com Dayton (1975) a luz seria, neste caso, um recurso potencialmente mais importante que o espaço primário.

O fato de *S. cymosum* ser uma espécie perene, associado às suas características de dominância, poderia, por exclusão competitiva, explicar a diversidade relativamente baixa de algas associadas especialmente no costão protegido. De fato, no costão protegido os maiores valores de biomassa de algumas espécies associadas coincidiram com períodos de menor biomassa de *Sargassum*. A riqueza em espécies de algas próximo ao nível mais baixo atingido pelas marés nos costões expostos é consideravelmente mais alta quando comparada com o costão protegido (July 1957) e particularmente logo acima da zona de *Sargassum* (Oliveira F♀ & Mayal 1976; Oliveira F♀ & Paula no prelo), o que corrobora esta hipótese. Observações de campo indicam uma maior riqueza de algas no costão batido devida especialmente a espécies efêmeras sazonais, mesmo dentro da zona de *Sargassum*, o que entretanto não fica evidente neste estudo, uma vez que as amostras foram tomadas somente nas áreas de maior densidade. Nessas amostras, durante os meses de inverno e primavera o espaço secundário não ocupado por *Sargassum* foi praticamente dominado por *Chnoospora minima* e, especialmente *Dictyopteris delicatula*.

A abundância em algas associadas aos bancos de *S. cymosum* var. *nanum* durante os meses da primavera poderia estar relacio-

nada: i. ao menor tamanho atingido pelas plantas desta variedade e consequentemente menor efeito do sombreamento; ii. à predação, por ouriços; iii. a distúrbios físicos característicos deste ambiente e iv. a interações desses fatores.

A literatura é rica em referências sobre o papel de várias espécies de ouriços como controladores de populações de algas (Lawrence 1975, Paine & Vadas 1969, Hughes 1980). Entretanto não encontramos referências sobre a coexistência de populações densas de algas e ouriços, o que se verifica nos bancos de *S. cymosum* var. *nanum* com *Echinometra lucunter*. De acordo com Lubchenco e Menge (1978) a densidade do predador em si, não fornece uma medida adequada da intensidade de predação. Ao que tudo indica, os ouriços não são predadores eficientes junto a esses bancos e possivelmente dependem da cobertura efetuada por *Sargassum* para permanecerem no local; primeiro por que foi encontrada uma correlação positiva entre a biomassa de *S. cymosum* var. *nanum* e a densidade dos ouriços, segundo, por que somente indivíduos de pequenas dimensões foram encontrados e, em terceiro lugar, por que os ouriços não ocorrem em superfícies lisas, onde esta variedade está ausente, ou onde as plantas estão esparsas. Por outro lado, nas poças de marés, em fendas ou em tocas escavadas na rocha os ouriços seriam responsáveis pela baixa diversidade de algas. Nestes locais são encontrados em grande número, os quais atingem o tamanho máximo da espécie na região, sendo as algas representadas quase que exclusivamente por *N. solubile*. Mesmo esta espécie pode ser parcialmente removida pelos ouriços. Observações semelhantes foram feitas por Price e John (1980) na Ilha de Ascensão, onde a mesma espécie de ouriço é encontrada.

Experimentos de remoção de ouriços em poças de maré situadas no nível do *Sargassum*, onde *N. solubile* era a única espécie de alga presente foram realizados em fevereiro de 1977. Dois meses após a remoção dos ouriços, *Ectocarpus breviarticulatus*, *Colpomenia sinuosa*, *Dictyopteris delicatula* e algumas plântulas de *Sargassum* desenvolveram-se sobre o fundo de *N. solubile*. Em julho de 1977, portanto 5 meses após o início do experimento, *D. delicatula* e *S. cymosum* var. *nanum* dominaram a área, em contraste com áreas controle que permaneceram inalteradas. Análises do conteúdo estomacal de exemplares de ouriços mostraram a ocorrência de numerosas algas, incluindo Diatomáceas, *Achrochaetium*, *Centroceras*, *Jania*, *Melobesia*, *Cladophora*, *Dictyopteris* e *Sargassum*, além de apêndices de crustáceos, o que indica não se tratar de um predador seletivo.

A supressão de flutuações extremas das condições físico-químicas pode ser vista como um atributo favorável dos costões expostos (Lewis 1968), entretanto, isto não parece ser verdadeiro para todas as épocas do ano. Em períodos de mar muito calmo, associados a marés não necessariamente muito baixas, o que é comum nos meses de verão, as comunidades do costão batido parecem mais sujeitas ao dessecação e posterior remoção por ondas de maior impacto. De fato, o declínio da população de *S. cymosum* var. *nanum*, ocorrida a partir do verão, deveu-se não só a uma diminuição do tamanho e peso das plantas, o que também ocorre na população de *S. cymosum* var. *cymosum*, como também à densidade da população. Nesta época do ano foram observadas no costão batido grandes áreas livres não só pela remoção de *Sar-*

gassum como também de ouriços e algas efêmeras, dando início a uma sucessão secundária. Isto nos leva a crer que os costões batidos são fisicamente mais instáveis que os protegidos. Uma situação similar de distúrbio causado pelo impacto das ondas foi analisada por Lubchenco e Menge (1978) e interpretada não como supressora, mas indutora de variabilidade. No caso das epífitas, o impacto das ondas agiria em sentido contrário, reduzindo a variabilidade no costão batido pela remoção mais rápida dos ramos mais velhos de *Sargassum*, visto serem estes os mais comumente epífitados. O aumento da diversidade de epífitas observado no verão e outono no costão protegido está relacionado ao maior número de ramos maduros e senescentes de *Sargassum* nesse período. Fenômenos similares de epifitismo associado ao declínio da vitalidade das populações são mencionados por Conover (1958), De Wreede (1976) e Fagerberg e Dawes (1976).

A exposição ao ar por períodos prolongados e o consequente dessecação poderia explicar o declínio nos valores de biomassa, densidade, comprimento e peso médios das plantas de *S. cymosum* var. *nanum* ocorrido nos meses de verão.

As variações sazonais encontradas em algumas espécies de *Sargassum* têm sido tentativamente relacionadas, em associação com outras variáveis ambientais, ao comportamento sazonal das marés (Tsuda 1972; Umezaki 1974; Lawson 1957). No costão batido, onde comumente durante as marés mais baixas a zona do *Sargassum* é molhada pelas ondas que se sucedem a curtos intervalos de tempo, o estado de agitação do mar parece ser relativamente, mais importante, no dessecação das populações que o nível da maré.

No costão protegido, por outro lado, somente o limite superior da zona de *Sargassum* está sujeito ao dessecação e portanto não explicaria a variação sazonal em nível permanentemente submerso onde foram tomadas as amostras neste local. Não temos, especialmente neste caso, informações suficientes para explicar o declínio das populações a partir do verão. De qualquer forma, esse período coincide com temperaturas máximas (28-30°C), águas calmas e com máxima transparência. É interessante lembrar que tanto o tipo de curva quanto os valores absolutos de biomassa encontrados para a população do costão protegido foram confirmados mais recentemente por Shenkman (1980) para populações de *S. cymosum* da Praia Grande, Ubatuba, SP, no período compreendido entre setembro de 1978 a julho de 1980.

De Wreede (1976), Prince e O'Neal (1979) e Prince (1980) procuraram explicar a variação sazonal de espécies de *Sargassum* no Hemisfério Norte com base na análise do crescimento das plantas. De Wreede (1976, 1978) verificou que a temperatura de 32°C reduz o crescimento de embriões de espécies de *Sargassum* no Hawaii, cultivados em laboratório. Experimentos com espécimes de *S. filipendula*, espécie comum em nosso litoral, coletados no seu limite norte de distribuição, mostraram que o crescimento em cultura foi ótimo a 25°C sendo inibido a 30°C (Prince 1974). A hipótese de que temperaturas mais altas atingidas no verão inibem o crescimento das variações de *S. cymosum* não pode ser descartada. Cabe lembrar, entretanto, que a falta de uma periodicidade definida na produção de elementos de reprodução e recrutamento das duas populações de *S. cymosum* contrasta marcadamente com as referências da literatura para as espécies de *Sargassum* no hemisfério norte. O crescimento das

plantas de *S. cymosum*, da mesma maneira, ocorre durante todo o ano, embora não tenhamos dados diretos para apreciar possíveis variações sazonais da taxa de crescimento. Isto nos leva à conclusão de que o tamanho e peso das plantas maduras, em qualquer época do ano, dependem não só do crescimento, mas do processo: crescimento, reprodução, senescência e abscisão dos laterais primários. Pode-se esperar, portanto, que qualquer fator que altere a velocidade deste processo refletirá nos valores de biomassa. Uma simples redução da razão de crescimento e/ou aceleração da senescência, causadas pelas temperaturas atingidas no verão poderia ser responsável pelo declínio observado neste período. Outros fatores, poderiam ter um papel mais importante em diferentes épocas do ano, como a luz, através do fotoperíodo e intensidade, disponibilidade de nutrientes, nível médio mensal do mar, movimentação e transparência da água. A biomassa de *S. cymosum* var. *nanum* depende ainda da variação da densidade da população.

Concluindo, a variação sazonal da biomassa das duas populações de *S. cymosum*, embora com máximos e mínimos praticamente coincidentes, deve-se a diferentes interações de fatores físicos. A análise destas considerações e das diferentes interpretações encontradas na literatura nos leva a crer que, ao contrário do que ocorre nas latitudes polares e temperadas, onde aspectos fenológicos estão fortemente associados as mudanças sazonais da luz e temperatura (Conover 1958), nos trópicos e subtropicais o papel da variação cíclica destes fatores pode ser localmente modificado pela interação com outros fatores, os quais não podem ser determinados *a priori*.

REFERÊNCIAS

- CONNELL, J.H. 1972. Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 3: 169-192.
- CONOVER, J.T. 1958. Seasonal growth of benthic marine plants as related to environmental factors in an estuary. *Inst. mar. Sci.* 5: 97-147.
- DAYTON, P.K. 1975. Experimental evaluation of ecological dominance in a rocky intertidal algal community. *Ecol. Monogr.* 45: 137-159.
- DE WREEDE, R.E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. *Phycologia* 15: 175-183.
- DE WREEDE, R.E. 1978. Growth in varying culture conditions of embryos of three Hawaiian species of *Sargassum* (Phaeophyta, Sargassaceae). *Phycologia* 17: 23-31.
- DOTY, M.S. 1971. Antecedent event influence on benthic marine algal standing crops in Hawaii. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 6: 161-166.
- FAGERBERG, W.R. & DAWES, C.J. 1976. Studies on *Sargassum*. I. A light microscopic examination of the wound regeneration process in mature stipes of *S. filipendula*. *Am. J. Bot.* 63: 110-119.
- HUGHES, N.R. 1980. Predation and community structure. In *The shore environment. vol. 2: Ecosystems* (J.H. Price, D.E.G. Irvine & W.F. Farham, eds). Systematics Association Special. Volume nº 17(b). Academic Press, London. p. 699-728.

- JEPHSON, N.A. & JONES, E.B.G. 1977. The ecology of *Sargassum muticum* in relationship to indigenous algal communities. *J. Phycol.* 13(supl.): 33.
- JOLY, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. *Bolm. Fac. Filos. Cienc. Letrs Univ. S. Paulo*, 217, *Botânica* 14: 1-199 + 19 prs.
- JOLY, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bolm. Fac. Filos. Cienc. Letrs. Univ. S. Paulo*, 294, *Botânica* 21: 1-393.
- LAWRENCE, J.M. 1975. On the relationship between marine plants and sea urchins. *Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev.* 13: 213-286.
- LAWSON, G.W. 1957. Seasonal variation of intertidal zonation on the coast of Ghana in relation to tidal factors. *J. Ecol.* 45: 831-860.
- LEWIS, J.R. 1968. Water movements and their role in rock shore ecology. *Sarsia* 34: 13-36.
- LUBCHENCO, J. & MENGE, B.A. 1978. Community development and persistence in a low rocky intertidal zone. *Ecol. Monogr.* 48: 67-94.
- MOREIRA F♀, H. & OLIVEIRA F♀, E.C. de. 1976. Diatomáceas epífitas em duas populações de *Sargassum cymosum* C. Ag. *Acta Biol. Paran.* 5: 53-75.
- OLIVEIRA F♀, E.C. de. 1977. *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. Tese Mimeogr. Inst. Bioc., Univ. S. Paulo, 407 p. S. Paulo.
- OLIVEIRA F♀, E.C. de. 1981. *Algas marinhas: Da exploração aleatória ao cultivo racional*. *Anais do II Congr. Bras. de Eng. de Pesca. Recife (PE)*, Julho de 1981: 11-30.
- OLIVEIRA F♀, E.C. de & MAYAL, E. 1976. Seasonal distribution of intertidal organisms at Ubatuba, São Paulo (Brasil). *Rev. Bras. Biol.* 36: 305-316.
- OLIVEIRA F♀, E.C. de & PAULA, E.J. de. 1979. Potentiality for algin production in S. Paulo (Brazil) littoral. Proc. IX INTERNATIONAL SEAWEED SYMPOSIUM, S. Barbara. Science Press p. 479-486.
- OLIVEIRA F♀, E.C. de & PAULA, E.J. de. (no prelo). Aspectos da zonação e variação sazonal de comunidades da região entre-mares em costões rochosos do litoral norte do Estado de São Paulo. *Anais do 1º encontro de macrófitas marinhas*. Arraial do Cabo.
- OLIVEIRA F♀, E.C. de & SAZIMA, I.P. 1973. Estudos sobre a biologia de algas agarófitas. I. Recolonização, brotamento e fenologia em populações naturais de *Pterocladia capillacea* (Rhodophyta-Gelidiaceae). *Bolm. zool. Bio. Mar.*, N.S. 30: 677-690.
- PAINE, R.T. & VADAS, R.L. 1969. The effects of grazing by sea urchins, *Strongylocentrotus* spp., on benthic algal populations. *Limnol. Oceanogr.* 14: 710-719.
- PAULA, E.J. de. 1978. *Taxonomia, aspectos biológicos e ecológicos do gênero Sargassum C. Ag. (Phaeophyta-Fucales) no litoral do Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado Mimeogr. Inst. Bioc., Univ. S. Paulo, 190 p. S. Paulo.
- PAULA, E.J. de & OLIVEIRA F♀, E.C. de (no prelo). Wave exposure and ecotypical differentiation in *Sargassum cymosum* (Phaeophyta-Fucales). *Phycologia* 21.
- PRICE, J.H. & JOHN, D.M. 1980. Ascension island, south atlantic: A survey of inshore benthic macroorganisms, communities and interactions. *Aquat. Botany*, 9: 251-278.

- PRINCE, J.S. 1974. The ecology of *Sargassum filipendula*. I. Effect of temperature and photoperiod on growth and reproduction. *J. Phycol.*, 10 (supl.): 10.
- PRINCE, J.S. 1980. The ecology of *Sargassum pteropleuron* Grunow (Phaeophyta, Fucales) in the waters off South Florida. II. Seasonal photosynthesis and respiration of *S. pteropleuron* and respiration of *S. pteropleuron* and comparison of its phenology with that of *S. polyceratium* Montagne. *Phycologia* 19: 190-193.
- PRINCE, J.S. & O'NEAL, S.W. 1979. The ecology of *Sargassum pteropleuron* Grunow (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. I. Growth, reproduction and population structure. *Phycologia* 18: 109-114.
- RUSSELL, G. 1973. The Phaeophyta: A synopsis of some recent developments. *Oceanogr. Mar. Biol., Ann. Rev.* 11: 45-88.
- SCHENKMAN, R.P.F. 1980. *Biomassa, crescimento, reprodução e fitococcolóide de Hypnea musciformis (Rhodophyta) no litoral do Estado de São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Mimeogr. Inst. Bioc., Univ. S. Paulo, 73 p. S. Paulo.
- TSUDA, R.T. 1972. Morphological, zonal and seasonal studies on two species of *Sargassum* on the reefs of Guam. Proc. VII INTERNATIONAL SEAWEED SYMPOSIUM, Sapporo, 1972. University of Tokyo Press. p. 40-44.
- UMEZAKI, I. 1974. Ecological studies of *Sargassum thumbergi* (Mertens) O. Kuntze in Maizuru Bay, Japan Sea. *Bot. Mag. Tokyo* 87: 285-292.
- WANDERS, J.B.W. 1976. The role of benthic algae in the shallow reef of Curaçao (Netherlands Antilles) II. Primary productivity of the *Sargassum* beds on the North-East coast submarine plateau. *Aquat. Botany* 2: 327-335.

TABELA 1. Espécies associadas ao *Sargassum cymosum* var. *cymosum* nas amostras de 0,25 m², coletadas por raspagem do substrato. Costão protegido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP.
+ = presença; x/y = nº de amostras com a espécie/nº total de amostras.

Espécies	1976						1977				
	fev.	abr.	mai.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	
Epilíticas	<i>Dictyopteris delicatula</i>	+	+	+	3/3	5/5	3/5	4/5	5/5	1/5	4/5
	<i>Laurencia scoparia</i>	+	+	+	3/3	3/5	2/5	3/5	5/5	2/5	4/5
	<i>Gelidiopsis gracilis</i>	+		+	1/3	1/5	1/5	3/5	3/5	2/5	2/5
	<i>Gracilaria ferox</i>	+		+	3/3	1/5	1/5	1/5	1/5	3/5	3/5
	<i>Dictyota cervicornis</i>		+	+	1/3	1/5	2/5	3/5	2/5	1/5	
	<i>Gigartina levtzi</i>							3/5	2/5	2/5	1/5
	<i>Bryothamnion seaforthii</i>					1/5	3/5				1/5
	<i>Galaxaura stipitata</i>	+	+	+						1/5	
	<i>Jania adhaerens</i>	+	+			1/5					
	<i>Padina vickersiae</i>	+		+							
	<i>Rhodomenia pseudopalmeta</i>					1/5			1/5		
	<i>Sulleria tenera</i>			+		1/5					
	<i>Cryptonemia delicatula</i>				1/3						
	Epilíticas	<i>Fostiella lejolisii</i>	+	+	+	3/3	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
<i>Hypnea musciformis</i>		+	+	+	2/3	3/5	2/5	3/5	5/5	5/5	
<i>Colpomenia sinuosa</i>		+	+					3/5	5/5	5/5	+
<i>Giffordia mitchelliae</i>			+						3/5	4/5	
<i>Centroceras clavulatum</i>			+							2/5	
<i>Ceramium brasiliense</i>		+									+
<i>Sphacelaria tribuloides</i>		+							1/5		
<i>Dasya brasiliensis</i>										1/5	
<i>Ulva</i> sp.			+								
<i>Enteromorpha</i> sp.			+								
<i>Caulerpa fastigiata</i>			+								
<i>Jania adhaerens</i>		+									

TABELA 2. Biomassa total (peso fresco - g), de *Sargassum cymosum* var. *cymosum* e das espécies associadas, coletadas por raspagem do substrato. Costão protegido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP. Os valores entre parênteses indicam a porcentagem da biomassa total correspondente.

Espécies	Amostras de 0,25 m ²						Transectos		
	OUT. 75		FEV. 77				OUT. 75	FEV. 76	
	1	2	1	2	3	4	5	0,5x3,5m	0,5x6,5m
<i>Sargassum cymosum</i>	630,0	852,6	666,6	649,7	555,1	640,1	626,6	2.910,6	6.855,0
var. <i>cymosum</i>	(83,8%)	(92,5%)	(87,9%)	(83,8%)	(79,0%)	(88,0%)	(93,4%)	(80,7%)	(74,7%)
<i>Laurencia scoparia</i>	122,0	69,4	68,0	-	102,0	80,0	23,0	356,7	1.281,1
	(16,2%)	(7,5%)	(8,9%)	-	(14,5%)	(11,0%)	(3,4%)	(9,9%)	(14,0%)
<i>Gracilaria ferox</i>	-	-	15,0	87,8	-	-	15,0	290,0	674,4
	-	-	(1,9%)	(11,3%)	-	-	(2,3%)	(8,0%)	(7,3%)
Outras	-	-	9,0	37,0	44,7	8,0	6,0	47,8	361,1
	-	-	(1,2%)	(4,7%)	(6,4%)	(1,1%)	(0,9%)	(1,3%)	(3,9%)
Total	752,0	922,0	758,6	774,5	701,8	728,1	670,6	3.605,1	9.171,6

TABELA 3. Biomassa total, de *Sargassum cymosum* var. *nanum* e das espécies associadas (peso seco - g/0,25m²). Costão batido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP. Os valores entre parenteses indicam a porcentagem da biomassa total correspondente.

Espécies	Biomassa					
	Jun.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
<i>Sargassum cymosum</i>	74,9	81,9	104,1	92,7	109,9	101,2
var. <i>nanum</i>	(87,3%)	(85,0%)	(82,0%)	(73,3%)	(88,8%)	(94,5%)
<i>Dictyopteris</i>	5,2	14,4	22,8	33,7	13,9	5,9
delicatula	(6,0%)	(15,0%)	(18,0%)	(26,7%)	(11,2%)	(5,5%)
<i>Chnoospora</i>	5,7	-	-	-	-	-
minima	(6,5%)					
Total	85,8	96,3	126,9	126,4	123,8	107,1

TABELA 4. Reprodução em *Sargassum cymosum* var. *cymosum* e *S. cymosum* var. *nanum*. Costão protegido e batido, respectivamente. Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP.

ANO	MÊS	<i>Sargassum cymosum</i> var. <i>cymosum</i>					<i>S. cymosum</i> var. <i>nanum</i>	
		Nº de pls. analisadas	% de plantas				Nº de plantas analisadas	% de plantas férteis - ♀
			Férteis	♀	♂	com receptáculos jovens		
1975	SET.	83	78	-	-	-	-	-
	OUT.	64	73	-	-	-	115	85
1976	FEV.	104	75	-	-	-	105	89
	MAR.	76	78	-	-	-	102	97
	ABR.	89	81	-	-	-	96	100
	MAI.	65	87	35	63	2	78	100
	JUN.	76	77	-	-	-	72	90
	AGO.	124	77	41	52	6	70	81
	SET.	155	84	40	45	14	76	82
	OUT.	145	87	49	46	5	90	67
	NOV.	153	83	48	51	2	99	84
	DEZ.	119	91	48	51	2	94	96
1977	JAN.	115	82	47	45	7	-	-
	FEV.	118	91	49	51	0	72	15
	ABR.	-	-	-	-	-	72	94

TABELA 5. *Sargassum cymosum* var. *cymosum*. Liberação de oocistos em condições: A - de campo; B - durante o transporte e C - no laboratório. o = lua cheia, ● = lua nova.

Datas de coleta	Liberação			Fases da Lua	Data
	A	B	C		
14/03/76	-----	14/03/76	-----	o	16/03/76
30/05/76	30/05/76	-----	-----	●	29/05/76
26/06/76	26/06/76	-----	-----	●	27/06/76
13/07/76	13/07/76	-----	-----	o	11/06/76
10/08/76	-----	-----	12/08/76	o	09/08/76
23/09/76	23/09/76	-----	-----	●	23/09/76
23/10/76	-----	23/10/76	-----	●	23/10/76
20/11/76	20/11/76	-----	-----	●	21/11/76
04/12/76	04/12/76	-----	-----	●	06/12/76
17/12/76	-----	-----	21/12/76	●	21/12/76
20/01/77	20/01/77	-----	-----	●	19/01/77
16/02/77	-----	16/02/77	-----	●	18/02/77
05/04/77	05/04/77	-----	-----	o	04/04/77

TABELA 6. *Sargassum cymosum* var. *cymosum*. Liberações sucessivas de oocistos. o = lua cheia, ● = lua nova, * = liberação no campo, + liberação em laboratório.

Data de coleta	Liberações					
	Primeira		Segunda		Terceira	
	Data	Fases da Lua	Data	Fases da Lua	Data	Fases da Lua
13/07/76	13/07*	o 11/07	29/07+	● 27/07		
20/11/76	20/11*	● 21/11	5-9/12+	o 06/12		
17/12/76	21/12+	● 21/12	3-7/01/77+	o 05/01/77	19-22/01+	● 19/01/77
05/04/77	05/04*	o 04/04	17/04+	● 18/04+	3-6/05+	o 03/05/77

MONITORAMENTO DA LIBERAÇÃO DE OOCISTOS

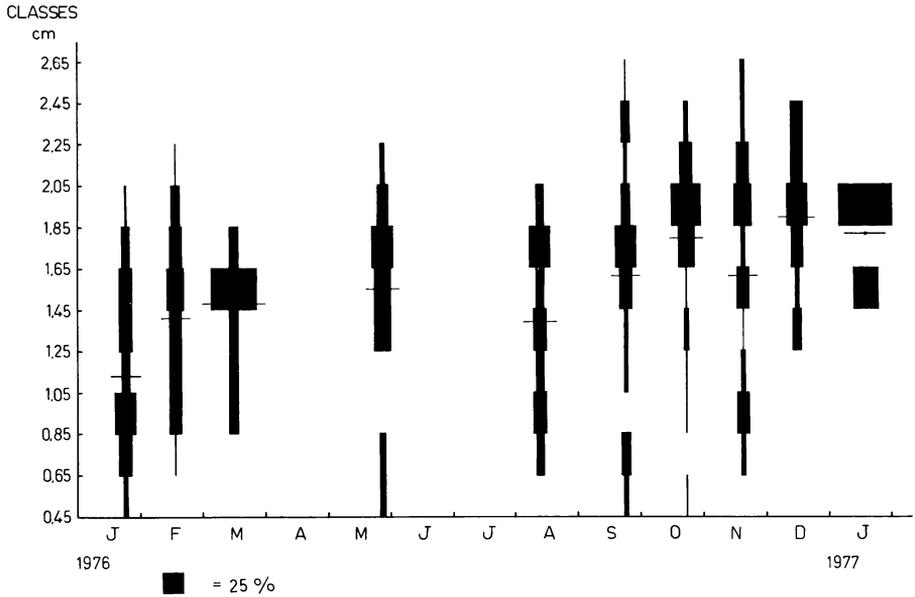


Fig. 1 - *Echinometra lucunter*. Frequência de classes do diâmetro da carapaça de ouriços coletados entre plantas de *S. cymosum* var. *nanum* no costão batido da Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP.

Fig. 1 - *Echinometra lucunter*. Frequency distribution of body diameter (without spines) of sea urchins collected among *S. cymosum* var. *nanum*, at the exposed side of Ponta da Fortaleza (Ubatuba, SP).

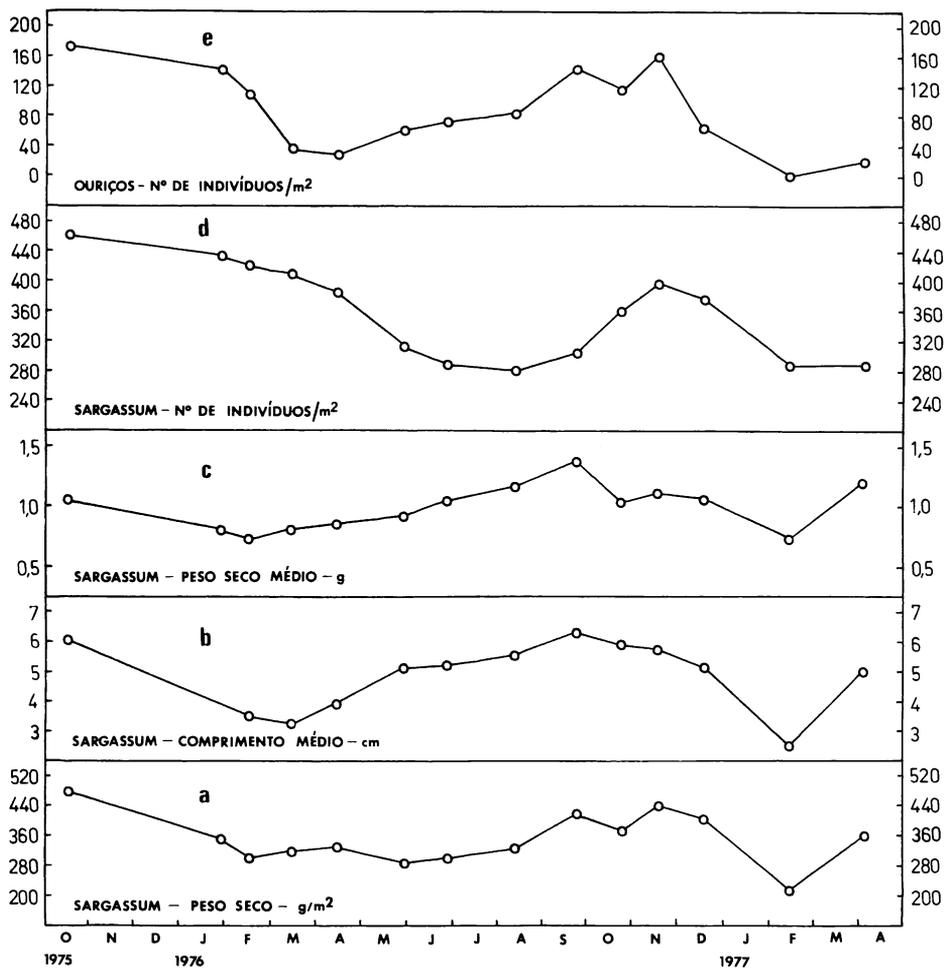


Fig. 2 - *Sargassum cymosum* var. *nanum*. Variação sazonal da biomassa, comprimento e densidade. *Echinometra lucunter*: variação sazonal da densidade. Costão batido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP.

Fig. 2 - *Sargassum cymosum* var. *nanum*. Seasonal variation of biomass, length and density; *Echinometra lucunter* - seasonal variation of density - Ponta da Fortaleza (Ubatuba, SP), sheltered side.

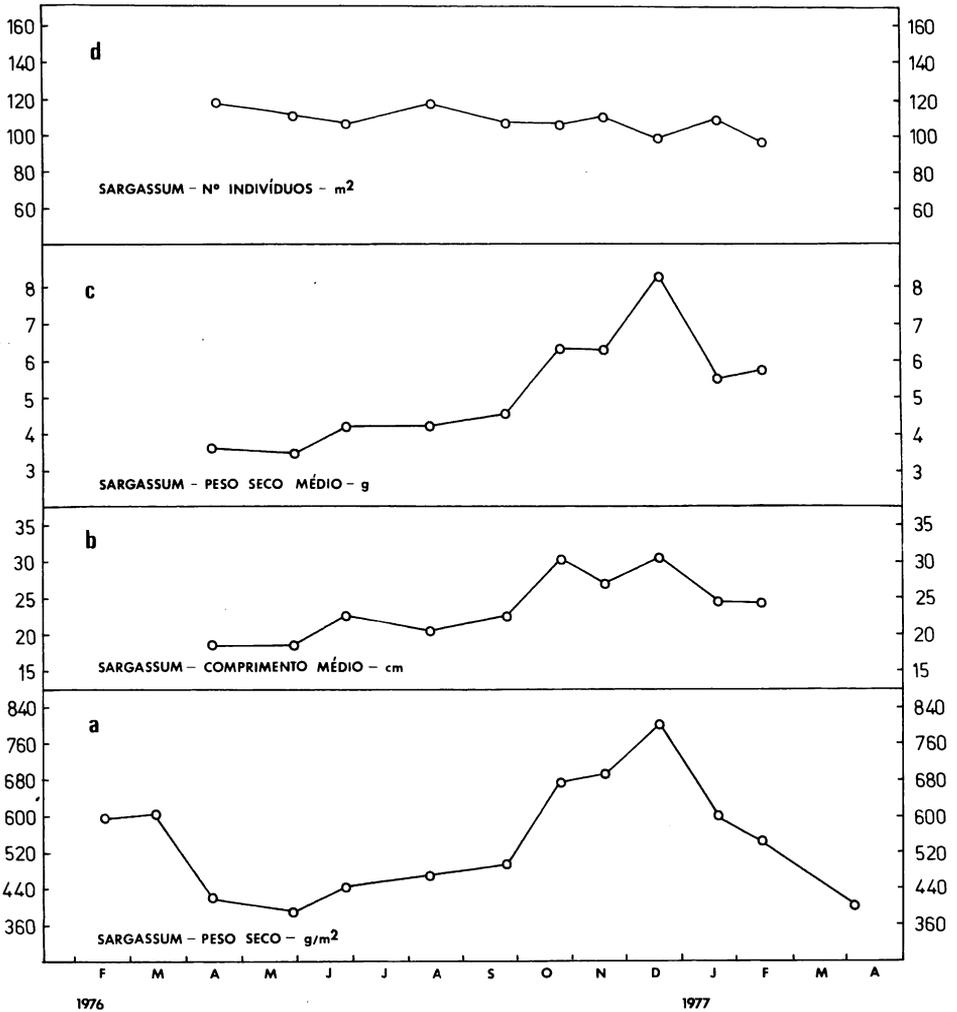


Fig. 3 - *Sargassum cymosum* var. *cymosum*. Variação sazonal da biomassa, comprimento e densidade. N° de amostras: 1 (fev. 76), 3-5 nos demais meses. Costão protegido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP.

Fig. 3 - *Sargassum cymosum* var. *cymosum*. Seasonal variation of biomass, length and density. Ponta da Fortaleza (Ubatuba, SP), sheltered side.

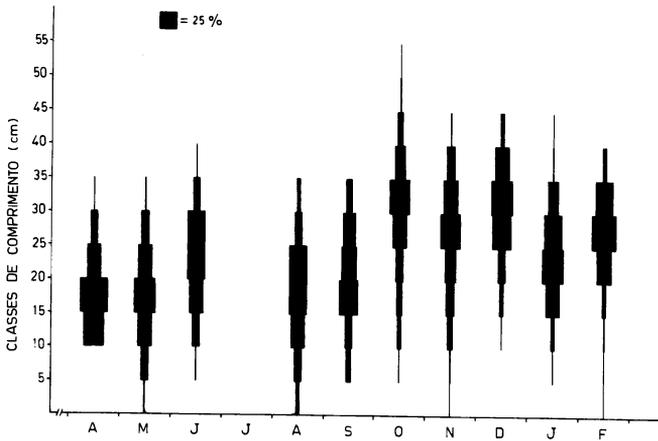
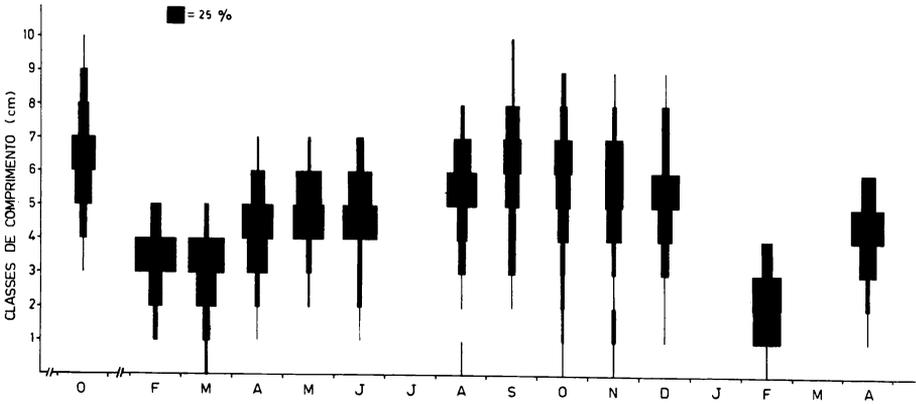


Fig. 4 - *Sargassum cymosum* var. *nanum*. Frequência de classes de comprimento. Costão batido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP. Fig. 5 - *Sargassum cymosum* var. *cymosum*. Frequência de classes de comprimento. Costão protegido - Ponta da Fortaleza, Ubatuba, SP.

Fig. 4 - *Sargassum cymosum* var. *nanum*. Frequency distribution of plant length. Ponta da Fortaleza (Ubatuba, SP), exposed side. Fig. 5 - *Sargassum cymosum* var. *cymosum*. Frequency distribution of length. Ponta da Fortaleza (Ubatuba, SP), sheltered side.