

VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO DA MACROALGA *Sargassum* C. AGARDH (FUCALES, PHAEOPHYCEAE) – SÍNTESE DO CONHECIMENTO

Ana Paula A. Veloso¹ & Maria Teresa M. de Széchy¹

1. Laboratório Integrado de Ficologia, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ilha do Fundão, CEP: 21941-902, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: anapbiologia@hotmail.com

RESUMO

Sargassum C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae) é um gênero de reconhecida importância ecológica nos ecossistemas costeiros, particularmente nas comunidades de costões rochosos de regiões tropicais e temperadas quentes. Algumas espécies são consideradas ainda de importância econômica, por produzirem compostos químicos com potencial aplicação biotecnológica. No entanto, aspectos biológicos vinculados ao crescimento e reprodução dessa macroalga não são bem conhecidos, assim como os fatores determinantes das variações intra e inter-populacionais destes aspectos. Este trabalho sintetiza o conhecimento sobre as variações espaciais e temporais no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de espécies de *Sargassum*, com base na literatura.

Palavras-chave: Crescimento, reprodução, *Sargassum*, sazonalidade, variação espacial.

ABSTRACT

A REVIEW OF THE SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS IN THE VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE DEVELOPMENT OF *Sargassum* C. AGARDH (FUCALES, PHAEOPHYCEAE).

The *Sargassum* C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae) genus is composed by species of recognized ecological importance to coastal ecosystems, especially to rocky shore communities of tropical and warm temperate zones. Some species are considered valuable for presenting substances of potential biotechnological uses. However, the biological parameters of growth and reproduction of the species are insufficiently known, like the determinant factors causing variations within and among the different populations. The present study summarizes what is known about temporal and spatial variations in the vegetative and reproductive development of *Sargassum* species, based on the scientific literature.

Keywords: Growth, reproduction, *Sargassum*, seasonality, spatial variation.

INTRODUÇÃO

O gênero *Sargassum* C. Agardh (Fucales, Phaeophyceae) é um componente conspicuo da flora marinha bentônica de regiões tropicais e temperadas quentes e frias (Lüning 1990). Em costões rochosos protegidos do embate direto de ondas, espécies de *Sargassum* podem ser encontradas formando extensos bancos na zona sublitorânea rasa, sendo as macroalgas mais representativas em termos de altura e/ou biomassa, tanto no Brasil (Paula & Oliveira-Filho 1980, Paula & Eston 1987, Eston & Bussab 1990, Mansilla & Pereira 1998, Széchy & Paula 2000a, Mafra Jr. & Cunha 2002, Amado Filho *et al.* 2003, Figueiredo *et al.* 2004, Figueiredo & Tâmega 2007) quanto em outras partes do mundo (Yoshida *et al.* 1963, Wanders 1976, Mshigeni 1983, Ang Jr. 1986, Kimura *et al.*

1987, Glenn *et al.* 1990, Trono Jr. & Lluisma 1990, Largo *et al.* 1994, Collings & Cheshire 1998, Kim *et al.* 1998, Pacheco-Ruiz *et al.* 1998, Rivera & Scrosati 2006). Tal dominância nos costões rochosos é facilmente perceptível, devido à formação de uma faixa de coloração parda na zona sublitorânea (Figura 1).

Os bancos de *Sargassum* apresentam indiscutível importância ecológica por abrigarem grande riqueza de espécies da flora (Paula & Oliveira Filho 1980, Aguilar-Rosas & Galindo 1990, Trono Jr. & Lluisma 1990, Széchy & Paula 1997, Mansilla & Pereira 1998, Széchy & Paula 2000b, Mafra Jr. & Cunha 2002, Muniz *et al.* 2003) e da fauna (Tararam & Wakabara 1981, Edgar 1983, Norton & Benson 1983, Wakabara *et al.* 1983, Dubiaski-Silva & Masunari 1995, Széchy *et al.* 2001, Godoy & Coutinho 2002, Leite & Turra 2003, Tanaka & Leite 2003). São considerados importantes

locais para fixação de invertebrados, como descrevem Ostini *et al.* (1992), para o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758). Kirkman & Kendrick (1997), revisando a importância ecológica de macroalgas arribadas na Austrália, ilustram a alimentação de aves marinhas a base de peixes associados a massas de *Sargassum*, flutuantes ou jogadas na areia das praias.



Figura 1. Banco de *Sargassum* no litoral do estado do Rio de Janeiro, durante maré baixa de sizígia.

Figure 1. A *Sargassum* bed at the littoral of Rio de Janeiro state, during extremely low tide.

Espécies de *Sargassum* têm sido registradas como fontes de polissacarídeos com diferentes atividades biológicas, entre as quais podemos destacar propriedades antivirais, antibióticas e antitumorais, com potencial para aplicação farmacológica (Kim 1972, Chengkui & Junfu 1984, Jing-wen & Wei-ci 1984, Reichelt & Borowitzka 1984, Campos-Takaki *et al.* 1988, Noda *et al.* 1990, Santos *et al.* 1999, Sousa *et al.* 2007).

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO DE ESPÉCIES DE *Sargassum*

A maioria das espécies de *Sargassum* é descrita como perene (De Wreed 1976, Prince & O'Neal 1979, Paula & Oliveira Filho 1980, Umezaki 1984a, Ang Jr. 1985a, 1985b, Dawes 1987, Paula & Eston 1987, Koh *et al.* 1993, Széchy *et al.* 2006). Algas perenes são aquelas cuja totalidade do talo ou, pelo menos, parte deste persistem por mais de um ano (Feldmann 1966). Segundo o sistema de classificação deste autor, *Sargassum* e outras Fucales são perenes do tipo "hemifanerofíceas", pois os indivíduos se mantêm vivos por mais de um ano, mas perdem anualmente a

parte ereta do talo, em proporções variadas. Por outro lado, algumas espécies de *Sargassum* são descritas como anuais (Umezaki 1984b, Trono Jr. & Lluisma 1990, Yoshida *et al.* 2004), pois completam seu período de vida em um ano – crescem, se reproduzem e morrem. É importante salientar que os representantes do gênero produzem apenas um tipo de elemento de reprodução: os gametas. A reprodução sexuada é sempre oogâmica. No entanto, esta pode não ser a única forma de reprodução em *Sargassum*, já que algumas espécies podem manter suas populações por processos assexuados muito simples, como a fragmentação do talo.

Nas espécies perenes de *Sargassum*, as partes que persistem por mais de um ano são o apressório (disco de fixação ao substrato) e os ramos principais, que partem do apressório (Paula 1988; Figura 2). As partes perenes vão aumentando gradativamente de dimensões com o tempo (Jensen 1974). As partes não perenes são os ramos laterais primários e suas ramificações – os ramos de primeira ou de segunda ordens, mais comuns em indivíduos férteis. Em plântulas, o apressório é diminuto, com apenas um ramo principal curto, de onde se diferenciam expansões achatadas (filóides ou folhas) bem desenvolvidas, dispostas em rosetas (Paula 1984). Em indivíduos adultos, da extremidade superior dos ramos principais são produzidos continuamente e radialmente os ramos laterais primários, que apresentam crescimento indeterminado, se ramificam, diferenciam receptáculos e geralmente se tornam senescentes, após o período de maturação e liberação dos gametas (Figura 2). O crescimento dos ramos laterais primários ocorre por célula apical única. A diferenciação de receptáculos geralmente ocorre nos ramos laterais primários mais desenvolvidos ou em seus ramos, a partir das axilas dos filóides; estas estruturas diferenciam, em cavidades internas (conceptáculos), os anterídeos e / ou os oogônios. A senescência consiste na diminuição do vigor e subsequente fragmentação dos ramos laterais primários férteis, após a liberação dos gametas. As partes que persistem após a fase de senescência são o apressório, os ramos principais e os ramos laterais primários não férteis. Novos ramos laterais primários podem se diferenciar a partir dos ramos principais, ou os ramos laterais primários fragmentados podem voltar a se desenvolver, o que se denomina de regeneração (Raju & Venugopal

1971, Fletcher & Fletcher 1975b, Norton 1977a, b, Chamberlain *et al.* 1979, Kane & Chamberlain 1979, Mc Court 1984, Umezaki 1984 b, Umezaki 1986, Ang Jr. 1985a, b, Paula & Eston 1987, Critchley *et al.* 1991, Vuki & Price 1994, Arenas & Fernández 1998, Gillespie & Critchley 1999). A natureza perene de *Sargassum*, então, é garantida pelo processo de regeneração, conhecido para várias espécies (Chauan & Krishnamurthy 1971, Chauan 1972, Fletcher & Fletcher 1975a, Fagerberg & Dawes 1976, Nabata *et al.* 1981, Ang Jr. 1985b, Givernaud *et al.* 1990, Hales & Fletcher 1992).

O crescimento e a diferenciação do talo dos indivíduos de *Sargassum* é modular, como na maioria dos seres autotróficos (Begon & Mortimer 1986): cada ramo lateral primário, formado a partir de um ramo principal, segue o mesmo padrão de desenvolvimento, repetindo as fases dos ramos formados anteriormente; além disso, a remoção de módulos (ramos laterais primários) não inviabiliza a sobrevivência do indivíduo. Desta forma, no mesmo indivíduo, ramos laterais primários existem em diferentes fases, uns crescendo, outros diferenciando receptáculos e outros já em senescência. Mais recentemente, as populações de *Sargassum* foram estudadas por alguns autores em nível de módulos, e não em nível de indivíduos (Arenas *et al.* 2002).

Em estudos populacionais, as mesmas fases descritas acima para os ramos laterais primários são reconhecidas para os indivíduos: crescimento, reprodução, senescência e regeneração (Ang Jr. 1985a). As fases de crescimento e de reprodução impõem demandas sobre os estoques de energia das plantas, como nas macroalgas de um modo geral. Com isso, dependendo da fase de desenvolvimento em que se encontrem, as populações de *Sargassum* irão investir principalmente em estruturas vegetativas ou em estruturas reprodutivas (Lobban & Harrison 1995). Para algumas espécies estudadas de *Sargassum*, crescimento reduzido ou nulo tem sido observado durante a diferenciação de receptáculos (Norton 1977a, Prince & O'Neal 1979, Ang Jr. 1985a).

A partir do recrutamento dos propágulos, originados pela fecundação dos oogônios, novos indivíduos são incorporados às populações (Raju & Venugopal 1971, Fletcher & Fletcher 1975b, Gunnill 1980, Critchley *et al.* 1991, Kendrick & Walker 1994).

Em populações de *Sargassum*, indivíduos podem ser delimitados pela unidade de fixação ao substrato, ou seja, pelo apressório. Cada indivíduo, geneticamente diferenciado a partir de um zigoto (“*genet*”) (Begon & Mortimer 1986), possui apenas um apressório. No entanto, nem sempre os apressórios observados no costão rochoso correspondem a apenas um “*genet*”, pois pode ocorrer de vários zigotos fixarem-se bem próximos, crescerem juntos, desenvolverem seus apressórios e estes se coalescerem. Neste caso, a parte ereta que se desenvolve a partir deste apressório composto não pode ser considerado um indivíduo geneticamente diferenciado.

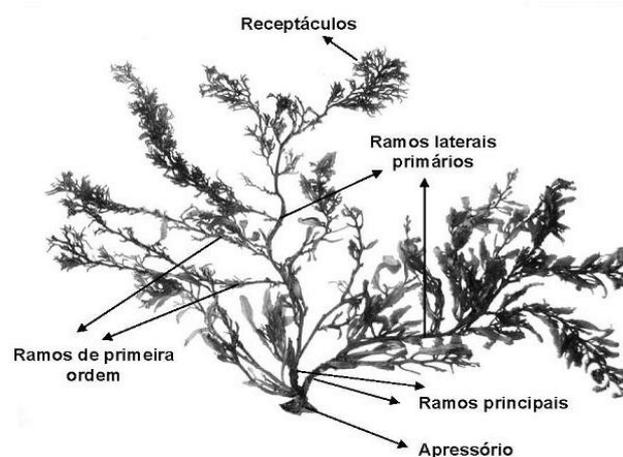


Figura 2. Diferenciação do talo em um indivíduo adulto de *Sargassum vulgare* C. Agardh. Parte do apressório foi danificada no momento da coleta.

Figure 2. Differentiation of the thallus of a *Sargassum vulgare* C. Agardh adult specimen. Part of the holdfast was harmed during sampling.

Variações sazonais no grau de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de populações de *Sargassum* são descritas para espécies do Brasil e de outras partes do mundo. Tais estudos encontram-se sumarizados na Tabela I. Para a descrição do desenvolvimento vegetativo, as variáveis empregadas geralmente são a altura máxima do talo, a partir de um apressório diferenciado, ou a sua biomassa. Para a descrição do desenvolvimento reprodutivo, entre outras variáveis, a mais utilizada é a porcentagem de plantas férteis. A eficiência na reprodução das populações pode ser avaliada também em termos de esforço reprodutivo, que é determinado pela proporção da massa seca total de cada indivíduo, alocada em estruturas reprodutivas (Begon *et al.* 1990). Em muitas algas pardas da ordem Fucales, o esforço reprodutivo tem sido um ótimo indicador da variação espaço-temporal do desenvolvimento reprodutivo das populações (Ang

Jr. 1992, Mathieson & Guo 1992, Bäck *et al.* 1993, Aberg 1996). No entanto, poucos estudos fenológicos com espécies de *Sargassum* têm utilizado esta variável na análise das variações sazonais (Espinoza & Rodríguez 1987, Arenas & Fernández 1998, Széchy *et al.* 2006).

De Wreede (1976) analisou a variação na altura e biomassa das plantas, bem como no número estimado de receptáculos por ramo, em três espécies de *Sargassum* no Havai (*S. oligocystum* Montagne, *S. obtusifolium* J. Agardh e *S. polyphyllum* J. Agardh), por um período entre 17 e 24 meses. De um modo geral, as três espécies mostraram desenvolvimento vegetativo e reprodutivo máximo durante o outono e o inverno, enquanto valores mínimos foram encontrados durante o verão.

Prince & O'Neal (1979), ao estudarem uma população de *S. pteropleuron* Grunow durante um ano no sul da Flórida, constataram valores máximos

de biomassa das plantas em meados do outono. Maiores taxas de crescimento, por sua vez, foram observadas no final do verão, poucos meses antes das plantas atingirem desenvolvimento vegetativo máximo. A diferenciação gradativa de receptáculos ocorreu nos meses de outono, e o pico de reprodução, em porcentagem de plantas férteis, foi registrado no final desta estação, concomitantemente com o início da fase de senescência.

Paula & Oliveira Filho (1980) descreveram a fenologia de duas populações de *S. cymosum* C. Agardh, em Ubatuba, São Paulo, Brasil, durante 18 meses. Ambas as populações mostraram valores máximos de biomassa e de altura média das plantas durante a primavera, enquanto valores mínimos foram observados no verão e início do outono. A porcentagem de plantas férteis não mostrou variação sazonal ao longo do estudo, sendo elevada em todas as épocas do ano.

Tabela I. Síntese dos estudos relacionados às variações temporais no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de diferentes espécies de *Sargassum*, por regiões biogeográficas.

Table I. Summary of studies related to seasonal changes in the vegetative and reproductive development of different *Sargassum* species presented by biogeographical regions.

Local	Espécie	Variáveis estudadas	Referências		
REGIÃO TROPICAL					
Curaçao	- <i>S. polyceratum</i>	Altura; taxa de crescimento; % de plantas férteis	De Ruyter van Steveninck & Breeman (1987)		
	- <i>S. paniculatum</i>	Altura; taxa de crescimento; % de plantas férteis	Ang Jr. (1985a)		
	- <i>S. siliquosum</i>				
Filipinas	- <i>S. crassifolium</i>	Biomassa	Trono Jr. & Lluisma (1990)		
	- <i>S. cristaefolium</i>				
	- <i>S. oligocystum</i>				
	- <i>S. polycystum</i>				
	- <i>S. carpophyllum</i>				
Havai	- <i>S. ilicifolium</i>	Biomassa de porções vegetativas; biomassa de porções reprodutivas	Hurtado & Ragaza (1999)		
	- <i>S. siliquosum</i>				
	- <i>S. obtusifolium</i>			Altura; biomassa; número estimado de receptáculos por ramo	De Wreede (1976)
	- <i>S. polyphyllum</i>				
- <i>S. polyphyllum</i>	Biomassa	Glenn <i>et al.</i> (1990)			
Índia	- <i>S. wightii</i>	Altura; biomassa; taxa de crescimento; % de plantas férteis	Thomas & Subbaramaiah (1991)		
Taiti	- <i>S. mangarevense</i>	Altura; % de plantas férteis; índice de maturidade (número de plantas férteis/ número total de plantas); número médio de oogônios por planta	Stiger & Payri (1999)		
Tanzânia	- <i>S. aquifolium</i>	Altura; % de plantas férteis	Shunula (1988)		
	- <i>S. asperifolium</i>				
Austrália	- <i>S. fissifolium</i>	Altura; biomassa; % de plantas férteis	Martin-Smith (1993)		
	- <i>S. linearifolium</i>				
	- <i>S. oligocystum</i>				
	- <i>S. tenerrimum</i>				
	- <i>S. opacum</i>	Altura; biomassa; % de plantas férteis	Vuki & Price (1994)		

REGIÃO TEMPERADA QUENTE			
África do Sul	- <i>S. elegans</i>	Biomassa; % de plantas férteis	Gillespie & Critchley (1999)
	- <i>Sargassum</i> sp.		
Brasil (região sudeste)	- <i>S. cymosum</i>	Altura; biomassa; % de plantas férteis	Paula & Oliveira Filho (1980)
		Biomassa	Dubiaski-Silva & Masunari (2000)
		Biomassa	Leite & Turra (2003)
	- <i>S. furcatum</i>	Altura	Godoy & Coutinho (2002)
	- <i>S. cymosum</i>		
	- <i>S. filipendula</i>		
	- <i>S. stenophyllum</i>	Biomassa	Amado Filho <i>et al.</i> (2003)
	- <i>S. vulgare</i>		
	- <i>S. cymosum</i>	Biomassa	Reis <i>et al.</i> (2003)
	- <i>S. filipendula</i>		
	- <i>S. vulgare</i>	Altura; biomassa; % de plantas férteis; biomassa dos ramos laterais primários férteis; biomassa de receptáculos; esforço reprodutivo	Széchy <i>et al.</i> (2006)
Espanha	- <i>S. muticum</i>	% de plantas férteis; biomassa, comprimento e número de receptáculos por planta; esforço reprodutivo	Arenas & Fernández (1998)
		Altura; % de plantas férteis	Fernández (1999)
		Biomassa	Arenas & Fernández (2000)
Estados Unidos	- <i>S. pteropleuron</i>	Biomassa; taxa de crescimento; % de plantas férteis	Prince & O'Neal (1979)
	- <i>S. filipendula</i>		
	- <i>S. pteropleuron</i>	Altura; % de plantas férteis	Dawes (1987)
Japão	- <i>S. hemiphyllum</i>	Altura; biomassa; % de plantas férteis	Umezaki (1984a)
	- <i>S. okamurae</i>	Altura; biomassa; % de plantas férteis; % de plantas senescentes	Kimura <i>et al.</i> (1987)
	- <i>S. horneri</i>	Altura; biomassa	Umezaki (1984b)
		Altura; biomassa; taxa de crescimento; % de plantas férteis	Yoshida <i>et al.</i> (2001)
México (Golfo da Califórnia)	- <i>S. herporhizum</i>		
	- <i>S. johnstonii</i>	Altura; % de plantas férteis	Mc Court (1984)
	- <i>S. sinicola</i>		
	- <i>S. sinicola</i>	Altura; % de plantas férteis; esforço reprodutivo	Espinoza & Rodríguez (1987)
		Taxa de crescimento	Espinoza & Rodríguez (1989)
	- <i>S. muticum</i>	% de plantas férteis	Aguilar-Rosas & Galindo (1990)
	- <i>S. lapazeanum</i>	Altura; biomassa; taxa de crescimento; % de plantas férteis	Rivera & Scrosati (2006)
França	- <i>S. muticum</i>	Altura; índice de maturidade (número de plantas férteis/ número total de plantas)	Plouguerné <i>et al.</i> (2006)
REGIÃO TEMPERADA FRIA			
Dinamarca	- <i>S. muticum</i>	Biomassa, taxa de crescimento	Pedersen <i>et al.</i> (2005)
Coreia	- <i>S. confusum</i>		
	- <i>S. horneri</i>	Altura; biomassa	Koh & Shin (1990)
	- <i>S. thunbergii</i>	Altura; biomassa	Koh <i>et al.</i> (1993)

Mc Court (1984) estudou, ao longo de um ano, populações de *S. johnstonii* Setchell & Gardner, *S. herporhizum* Setchell & Gardner e *S. sinicola* Setchell & Gardner no Golfo da Califórnia, México. As três espécies atingiram valores máximos de altura no final do inverno e durante a primavera, e maior porcentagem de plantas férteis logo após o máximo desenvolvimento vegetativo. Os valores mínimos de altura das plantas foram observados no verão, devido

à quebra dos ramos após o período reprodutivo.

Umezaki (1984a, b) verificou que populações de *S. hemiphyllum* C. Agardh e *S. horneri* (Turner) C. Agardh, no Japão, mostraram maiores valores de altura e biomassa das plantas no final do inverno e início da primavera. O desenvolvimento reprodutivo foi avaliado apenas em *S. hemiphyllum*, com plantas mostrando-se maduras no final da primavera, quando também se iniciou a senescência dos ramos férteis.

Ang Jr. (1985a) realizou estudo fenológico, por um ano, em populações de *S. siliquosum* J. Agardh e *S. paniculatum* J. Agardh, nas Filipinas. Ambas as espécies mostraram taxas de crescimento máximas durante o verão; máximo desenvolvimento vegetativo, em termos de altura das plantas, ocorreu no final do verão para *S. siliquosum* e em meados do outono para *S. paniculatum*. Valores mínimos de altura nas duas espécies foram observados durante o inverno. O pico de reprodução, em porcentagem de plantas férteis, ocorreu simultaneamente ao máximo desenvolvimento vegetativo, no outono, sendo seguido pelo início da senescência, em ambas as espécies.

Dawes (1987) estudou a fenologia de *S. filipendula* C. Agardh e *S. pteropleuron*, na costa oeste da Flórida, por um período de 18 meses. A partir de análises da altura das plantas e porcentagem de plantas férteis, verificou que as populações de ambas as espécies apresentaram máximo desenvolvimento vegetativo no final do verão, com pico de reprodução registrado no outono. A senescência teve início no final do outono, com apenas o apressório e ramo principal persistindo até o final do inverno, a partir de quando passou a ser observada a regeneração das plantas.

De Ruyter van Steveninck & Breeman (1987) estudaram duas populações de *S. polyceratium* Montagne, em Curaçao, Caribe, durante 19 meses, sendo uma delas encontrada na zona entre marés e a outra na zona sublitorânea. Taxas de crescimento significativamente maiores foram verificadas no final do verão, na população da zona entre marés, e no início do outono, na população da zona sublitorânea. Máximos valores de altura das plantas também foram encontrados no final do verão e início do outono, enquanto valores mínimos foram observados durante o inverno em ambas as populações. Plantas férteis foram encontradas do final da primavera ao início do outono, com maior porcentagem nesta última estação, para a população da zona entre marés; na zona sublitorânea, plantas férteis ocorreram no final da primavera e início do verão, porém sem mostrar sazonalidade.

Espinoza & Rodríguez (1987) verificaram que *S. sinicola*, no Golfo da Califórnia, mostrou valores máximos de altura das plantas durante a primavera, nos três anos estudados, com maior porcentagem de plantas férteis, juntamente com maior esforço reprodutivo, no final desta estação e início do

verão. O crescimento das plantas se mostrou significativamente maior no final do inverno, nos meses antecedentes ao máximo desenvolvimento vegetativo, enquanto taxas negativas de crescimento foram registradas durante a fase de senescência (Espinoza & Rodríguez 1989).

Kimura *et al.* (1987), em estudo realizado ao longo de dois anos no Japão, verificaram máximo desenvolvimento vegetativo de *S. okamurae* Yoshida *et T.* Konno, em altura e biomassa das plantas, no final do verão e no outono, enquanto valores mínimos foram registrados no inverno e na primavera. As plantas se tornaram férteis após atingirem máximo desenvolvimento vegetativo, com receptáculos sendo observados apenas no outono; a senescência teve início simultaneamente à fase reprodutiva.

Shunula (1988) verificou que, na Tanzânia, África Oriental, ao longo de 19 meses, *S. aquifolium* (Turn.) J. Agardh e *S. asperifolium* (Her *et* Mart.) J. Agardh apresentaram maiores valores de altura e maior porcentagem de plantas férteis no final do verão e durante o outono.

Aguilar-Rosas & Galindo (1990) acompanharam as variações sazonais no desenvolvimento reprodutivo de *S. muticum* (Yendo) Fensholt, no México, ao longo de um ano. Apesar de plantas férteis terem sido encontradas em todos os meses estudados, maior porcentagem de plantas com receptáculos ocorreu no final da primavera e início do verão, enquanto a menor porcentagem foi observada durante o inverno.

Glenn *et al.* (1990), ao estudarem uma comunidade fitobentônica do Havaí, durante 22 meses, verificaram que *S. polyphyllum* apresentou maior biomassa no início do outono e menor biomassa no final do inverno.

Koh & Shin (1990) avaliaram a biomassa e a altura das plantas de *S. confusum* C. Agardh e *S. horneri*, entre outras algas pardas, durante 19 meses na Coreia. Máximo desenvolvimento vegetativo foi registrado no início do verão para ambas as espécies. Por outro lado, o período de menor desenvolvimento vegetativo se deu durante o outono e o inverno.

Trono Jr. & Lluisma (1990) analisaram a variação anual na biomassa de uma comunidade fitobentônica das Filipinas, dominada por quatro espécies de *Sargassum* (*S. crassifolium* J. Agardh, *S. cristaeifolium* C. Agardh, *S. oligocystum* e *S. polycystum* C. Agardh).

De um modo geral, a biomassa de *Sargassum* foi maior de meados do outono até o início do inverno, enquanto desenvolvimento vegetativo menor foi observado no início da primavera.

Thomas & Subbaramaiah (1991) estudaram duas populações de *S. wightii* Greville, na Índia, e observaram maiores taxas de crescimento das plantas principalmente do final do verão até meados do outono, com valores máximos de altura, biomassa e porcentagem de plantas férteis no final do outono, nos dois anos analisados.

Koh *et al.* (1993) estudaram, ao longo de um ano, uma população de *S. thunbergii* (Mertens *ex* Roth) Kuntze, na Coreia, e observaram máximo desenvolvimento vegetativo, a partir da variação na altura e biomassa das plantas, no final da primavera e início do verão, enquanto valores mínimos foram verificados no período outono-inverno.

Martin-Smith (1993) avaliou altura, biomassa e porcentagem de plantas férteis de quatro espécies de *Sargassum*, por um período de 21 meses, na Austrália. *Sargassum tenerrimum* J. Agardh, *S. fissifolium* (Mert.) J. Agardh e *S. oligocystum* mostraram máximo desenvolvimento vegetativo no verão e mínimo no inverno. *Sargassum lineari-folium* (Turn.) C. Agardh, por sua vez, apresentou máximo desenvolvimento vegetativo durante o inverno, com valores mínimos no outono. No entanto, o pico de reprodução para todas as espécies ocorreu logo após atingirem máximo desenvolvimento vegetativo, no final do verão e na primavera respectivamente.

Vuki & Price (1994) analisaram, durante 13 meses, as variações na altura, biomassa e estágio reprodutivo, entre outras variáveis, em populações de *S. opacum* J. Agardh, também na Austrália. O desenvolvimento vegetativo foi significativamente maior no verão e início do outono; plantas férteis foram observadas principalmente do final da primavera até meados do outono, com maior porcentagem ocorrendo no final do verão, quando também tiveram início a senescência e a fragmentação dos ramos férteis.

Arenas & Fernández (1998) avaliaram a fenologia reprodutiva de *S. muticum* no norte da Espanha, a partir das variações mensais na porcentagem de plantas férteis, biomassa, comprimento médio e número de receptáculos por planta, e esforço

reprodutivo da população. Constataram que a diferenciação de receptáculos na população se deu no período primavera-verão nos dois anos de estudo, com máximo desenvolvimento reprodutivo ocorrendo em meados do verão, considerando todas as variáveis citadas acima.

Fernández (1999) estudou o processo de colonização de *S. muticum*, a partir de diferentes aspectos ecológicos da população, durante três anos, na região norte da Espanha. Observou que o crescimento dos ramos laterais primários teve início durante os meses de outono, e ocorreu ao longo do inverno e primavera, com máximo desenvolvimento vegetativo sendo verificado nesta última estação. O período reprodutivo, por sua vez, ocorreu durante os meses de primavera até meados do verão, o que confirmou os dados levantados em estudo anterior (Arenas & Fernández 1998). A partir daí, teve início o período de senescência, quando plantas foram observadas apenas com o apressório e eixos principais.

Gillespie & Critchley (1999), após acompanhamento (em intervalos irregulares durante dois anos) de populações de *S. elegans* Suhr e *Sargassum* sp. na África do Sul, constataram máximo desenvolvimento vegetativo, em termos de biomassa, durante o verão, e maior porcentagem de plantas férteis no outono, com posterior declínio no desenvolvimento até atingirem menor biomassa no inverno.

Variações sazonais na biomassa de porções vegetativas e reprodutivas de *S. carpophyllum* J. Agardh, *S. ilicifolium* (Turner) C. Agardh e *S. siliquosum* das Filipinas, foram acompanhadas durante um ano, por Hurtado & Ragaza (1999), tanto na zona entre marés quanto na zona sublitorânea. De um modo geral, o máximo desenvolvimento vegetativo foi observado no final do verão e início do outono, enquanto que o mínimo foi encontrado no final do inverno e em meados da primavera. O desenvolvimento reprodutivo, por sua vez, foi maior no final do outono, ocorrendo imediatamente após o pico no desenvolvimento vegetativo.

Stiger & Payri (1999) estudaram diferentes características biológicas em populações de *S. mangarevense* (Grunow) Setchell, no Taiti, durante 16 meses, visando encontrar padrões temporais e espaciais no seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Agrupando os meses amostrados em estações quente e fria, os autores encontraram

maiores valores de altura das plantas durante a estação quente e menores valores na estação fria. Pico na maturidade, avaliada a partir do número de plantas férteis em relação ao número total de plantas amostradas por mês, e pico na fertilidade média, avaliada em número médio de oogônios produzidos por planta, também foram observados durante a estação quente.

Arenas & Fernández (2000) descreveram a estrutura e a dinâmica de uma população de *S. muticum*, na Espanha, durante dois anos. A partir de medições mensais da biomassa das plantas, máximo desenvolvimento vegetativo foi registrado durante os meses de primavera, enquanto valores mínimos foram encontrados no outono.

Dubiaski-Silva & Masunari (2000), ao estudarem uma população de *S. cymosum*, em Santa Catarina, Brasil, verificaram valores máximos de biomassa das plantas durante a primavera e mínimos no inverno.

Yoshida *et al.* (2001) acompanharam as variações sazonais no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de duas populações de *S. horneri* ao longo de dois anos, no Japão. De um modo geral, as plantas atingiram valores máximos de altura e biomassa principalmente nos meses de inverno, com maior crescimento sendo registrado durante o outono. As plantas começaram a produzir receptáculos no final do outono e a maior porcentagem de plantas férteis foi observada no início da primavera.

Durante estudo realizado por Godoy & Coutinho (2002) no Rio de Janeiro, Brasil, ao longo de um ano, *S. furcatum* Kützinger mostrou aumento gradativo na altura média das plantas da primavera até o final do verão; valores mínimos de altura, por sua vez, foram observados durante os meses de inverno.

Amado Filho *et al.* (2003) descreveram, sazonalmente, a estrutura das comunidades fitobentônicas de cinco locais na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, durante um ano. De um modo geral, a biomassa de *Sargassum* spp. foi maior no período primavera-verão e menor durante o inverno.

Leite & Turra (2003) acompanharam o desenvolvimento vegetativo de uma população de *S. cymosum*, em Ubatuba, São Paulo, durante um ano. A biomassa das plantas se mostrou significativamente maior no verão e outono, quando comparada com a encontrada no inverno e primavera.

Reis *et al.* (2003) avaliaram, ao longo de 18 meses, a relação entre *Sargassum* spp. e *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J.V. Lamour. na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Durante este período, as espécies de *Sargassum* apresentaram maior biomassa no período primavera-verão, decaindo posteriormente durante o outono, e mantendo valores muito baixos no restante dos meses analisados.

Hwang *et al.* (2004) acompanharam, durante um ano, as variações sazonais na biomassa de *S. berberifolium* J. Agardh, *S. polycystum*, *S. siliquosum* e *S. sandei* Reinbold, nos recifes de Taiwan, China. As quatro espécies mostraram máximo desenvolvimento vegetativo durante o inverno e a primavera, com valores de biomassa muito baixos ou nulos nas demais estações.

Pedersen *et al.* (2005) acompanharam, em intervalos irregulares durante um ano, as variações na biomassa de *S. muticum*, na Dinamarca, a fim de comparar a dinâmica dessa alga exótica com a observada em outra alga parda nativa da região. Máximo desenvolvimento vegetativo foi nitidamente observado no verão, com as maiores taxas de crescimento sendo verificadas meses antes, no final da primavera.

Plouguerné *et al.* (2006) avaliaram, entre outras variáveis, as variações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de três populações de *S. muticum*, na França, por um período de 16 meses. Maiores valores de altura foram observados, de um modo geral, no final da primavera e durante o verão, com plantas férteis sendo encontradas apenas durante este período do estudo.

Rivera & Scrosati (2006) descreveram detalhadamente a dinâmica de uma população de *S. lapazeanum* Setchell & Gardner, no Golfo da Califórnia, durante um ano, integrando análises quantitativas de todas as fases de desenvolvimento. Verificaram que a altura e a biomassa das plantas se mostraram significativamente maiores durante a primavera, com maiores taxas de crescimento no início desta estação. Pico na reprodução, avaliada a partir da porcentagem de plantas férteis, foi observado após máximo desenvolvimento vegetativo, no final da primavera, enquanto taxas negativas de crescimento foram registradas durante a fase de senescência.

Széchy *et al.* (2006) avaliaram a adequação de quinze variáveis quantitativas para estudos fenológicos

em uma população de *S. vulgare* C. Agardh, no Rio de Janeiro, por um ano. Verificaram que os valores de altura e biomassa das plantas foram máximos no verão e mínimos no inverno. Plantas férteis foram observadas ao longo de todo o estudo, mas o pico de reprodução, avaliado a partir da biomassa dos ramos laterais primários férteis e dos receptáculos, foi observado no final do outono, quando também se constatou pico no esforço reprodutivo.

O esforço reprodutivo, além de pouco estudado em espécies de *Sargassum*, nem sempre tem sido abordado com ênfase na variação temporal do desenvolvimento reprodutivo das populações.

McCourt (1985) comparou a proporção de massa seca alocada em estruturas reprodutivas (receptáculos) e em estruturas de propagação vegetativa (apressórios e rizóides) em *S. herporhizum*, *S. sinicola* e *S. johnstonii* do Golfo da Califórnia. O autor verificou estratégias diferentes entre as espécies, com a primeira investindo principalmente na produção de rizóides, o que foi relacionado à sua ocorrência e dominância na zona entre marés. As demais espécies, localizadas na zona sublitorânea, mostraram maior investimento na reprodução sexuada, com maior diferenciação de receptáculos.

Rodrigues & Villaça (2005) compararam o esforço reprodutivo de *S. vulgare* de quatro locais na Armação de Búzios, Rio de Janeiro, na primavera e no outono, não encontrando diferenças entre os locais nem entre as estações do ano. No entanto, de forma diferente dos demais trabalhos aqui citados, o esforço reprodutivo neste estudo foi determinado a partir da proporção de massa seca dos ramos laterais primários férteis em relação à massa seca da planta inteira.

A maioria dos estudos de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo foi desenvolvida com espécies de regiões temperadas quentes. Dentre os estudos, mais da metade empregou a altura e/ou a massa seca total da planta como variáveis indicativas de desenvolvimento vegetativo. Somente cerca de 20% dos estudos aplicaram a taxa de crescimento para este fim. Em relação ao desenvolvimento reprodutivo, a variável mais empregada nos estudos foi a porcentagem de plantas férteis. Apenas no século 21, foi avaliada a variação temporal da fecundidade de uma espécie de *Sargassum*, que representa uma variável bem mais precisa em estudos populacionais.

FATORES ECOLÓGICOS VINCULADOS AO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO DE *Sargassum*

Fatores físicos (temperatura, luz), químicos (pH, nutrientes, salinidade), dinâmicos (ação de ondas, correntezas) e biológicos (epifitismo, herbivoria, competição) influenciam, em conjunto, na ocorrência das espécies de macroalgas e em diversas de suas atividades biológicas (Lüning 1990, Lobban & Harrison 1995). Dentre estes fatores, o regime de temperaturas da água do mar tem sido considerado o principal responsável pelas variações temporais descritas para as populações de *Sargassum* (De Wreede 1976, Norton 1977a, b, Prince & O'Neal 1979, Paula & Oliveira Filho 1980, Mc Court 1984, Umezaki 1984a, b, Ang Jr. 1985a, Espinoza & Rodríguez 1987, Kimura *et al.* 1987, Lüning & Dieck 1989, Glenn *et al.* 1990, Hwang *et al.* 2004, Rivera & Scrosati 2006).

A temperatura exerce influência direta sobre os processos metabólicos vitais das plantas, como fotossíntese e respiração, e influencia indiretamente no crescimento e na reprodução, criando condições favoráveis ou não para o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das populações (Lobban & Harrison 1995).

Observando as estações de ótimo crescimento para espécies de *Sargassum* em diferentes latitudes, McCourt (1984) sugeriu que, em regiões temperadas frias e quentes (esta última também chamada de subtropical, em alguns estudos), os picos no desenvolvimento vegetativo das populações tendem a ocorrer durante a primavera e/ou verão, o que coincide com o encontrado por diversos autores (Paula & Oliveira Filho 1980, Umezaki 1984a, Dawes 1987, Espinoza & Rodríguez 1987, Kimura *et al.* 1987, Koh & Shin 1990, Koh *et al.* 1993, Gillespie & Critchley 1999, Arenas & Fernández 2000, Dubiaski-Silva & Masunari 2000, Godoy & Coutinho 2002, Amado Filho *et al.* 2003, Leite & Turra 2003, Reis *et al.* 2003, Pedersen *et al.* 2005, Rivera & Scrosati 2006, Széchy *et al.* 2006). Por outro lado, em regiões tropicais, as populações têm mostrado picos no desenvolvimento vegetativo durante o outono e/ou inverno (Raju & Venugopal 1971, De Wreede 1976, Glenn *et al.* 1990, Trono Jr. & Lluisma 1990, Thomas & Subbaramaiah 1991, Hurtado & Ragaza 1999). Não está nitidamente claro como a temperatura

atua sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das populações, e ainda são poucos os estudos que tentam avaliar a influência deste fator em processos fisiológicos das espécies de *Sargassum*.

Earle (1969), estudando as algas pardas da costa leste do Golfo do México, concluiu que, dentre outros fatores como salinidade, topografia, tipo de sedimento e hidrografia, a temperatura da água do mar foi determinante na distribuição das diferentes espécies de *Sargassum*. *Sargassum pteropleuron* ocorreu em temperaturas entre 18 e 30°C; *S. fluitans* Børgesen e *S. hystrix* J. Agardh, entre 20 e 30°C; *S. vulgare* e *S. cymosum*, entre 14 e 33°C. *Sargassum filipendula* foi encontrado em faixa de temperatura ainda mais ampla: de 4,5 a 32°C.

De Wreed (1976), cultivando embriões de *S. oligocystum*, *S. obtusifolium* e *S. polyphyllum*, em diferentes temperaturas (20, 24, 28 e 32°C), por um período de vinte dias, averiguou maior crescimento em torno de 24°C para as três espécies, enquanto o menor crescimento se deu a 32°C, havendo a morte de todos os embriões de *S. polyphyllum*. O autor apontou que as temperaturas ótimas de crescimento em laboratório corresponderam àquelas obtidas naturalmente no inverno, para as três espécies.

O crescimento de plântulas (Norton 1977a) e de ramos laterais primários (Norton 1977b) de *S. muticum*, coletados em Washington, nos Estados Unidos, foi avaliado em laboratório, a diferentes temperaturas (5, 10, 15, 20 e 25°C). Maior crescimento foi verificado em 20 e 25°C, tanto para as plântulas quanto para os ramos laterais primários, enquanto menor crescimento ocorreu a 5°C. Este resultado confirmou o comportamento da espécie *in situ*, sendo que a mesma tem preferência por águas mais quentes, mostrando maior desenvolvimento vegetativo durante o período primavera-verão.

Hanisak & Samuel (1987) avaliaram, em laboratório, o crescimento das porções apicais de *S. cymosum*, *S. filipendula*, *S. fluitans*, *S. natans* (L.) J. Meyen, *S. polyceratium* e *S. pteropleuron*, em diferentes combinações de temperatura, salinidade e intensidade de luz, a partir de plantas coletadas em costões da Flórida, nos Estados Unidos. Verificaram que as taxas de crescimento de *S. cymosum* e *S. filipendula* foram significativamente maiores entre 24 e 30°C, enquanto crescimento ótimo de *S. pteropleuron* ocorreu entre 18 e 30°C.

No entanto, para todas as espécies, o crescimento decaiu rapidamente em temperaturas acima de 30°C. As variações sazonais de temperatura da água do mar, onde as plantas foram coletadas, não foram indicadas no estudo. No entanto, os autores afirmam que as temperaturas de crescimento ótimo de todas as espécies, em laboratório, se encontraram dentro das condições naturais observadas na costa da Flórida, ao longo de praticamente todo o ano.

Glenn *et al.* (1990) correlacionaram a biomassa de *S. polyphyllum* com temperatura da água do mar, velocidade dos ventos, intensidade de luz, irradiância e amplitude de maré. Verificaram que a temperatura da água do mar foi o único fator que mostrou correlação altamente significativa e positiva com a biomassa da população, nos dois anos estudados, principalmente quando consideradas as temperaturas medidas entre três e quatro semanas antes das medições de biomassa.

Paula (1994) analisou o crescimento em laboratório de plântulas de *S. cymosum* var. *cymosum*, submetidas a diferentes temperaturas, intensidades de luz e salinidades. Na faixa de temperatura testada (14, 18, 22, 26 e 30°C), as plântulas mostraram maior crescimento entre 22 e 26°C, enquanto o menor crescimento foi observado nas temperaturas extremas de 14 e 30°C. A faixa de maior crescimento foi considerada intermediária aos extremos de temperatura que se registram para a água do mar superficial na região de Ubatuba, São Paulo, local onde foram coletadas as plantas de *Sargassum* utilizadas no experimento. Por outro lado, o autor apontou que, durante o verão, a temperatura da água do mar chega a 30°C, sugerindo que esta estação do ano não apresenta temperaturas favoráveis para o crescimento das plantas, o que confirma as observações anteriormente feitas por Paula & Oliveira Filho (1980), durante estudo fenológico da espécie, na mesma área.

Hurtado & Ragaza (1999), estudando populações de *Sargassum* nas Filipinas, constataram que, apesar da temperatura da água do mar ter se mantido relativamente constante durante o período estudado, ligeiras variações se mostraram positivamente correlacionadas com a biomassa de *Sargassum*.

Yoshida *et al.* (1999), ao testarem ampla faixa de temperatura (5, 10, 15, 20, 25, 30°C), constataram que o ótimo crescimento de plântulas de *S. horneri* e de *S. filicinum* Harvey ocorreu entre 20 e 25°C, sob condições favoráveis de irradiância. Considerando

que esta faixa de temperatura é observada durante o verão na Baía de Hiroshima, Japão, onde as plantas foram coletadas, e que o período reprodutivo das populações ocorre do final do outono ao início da primavera, os autores apontaram o verão como a estação ideal para o crescimento das plântulas.

Quatro espécies de *Sargassum*, coletadas em Taiwan, China, e submetidas a diferentes temperaturas em laboratório (15, 20, 25, 30 e 35°C) e a diferentes concentrações de nutrientes (nitrogênio e fósforo), foram estudadas por Hwang *et al.* (2004). *Sargassum sandei*, *S. berberifolium* e *S. polycystum* mostraram maior crescimento a 25°C, enquanto *S. siliquosum*, a 30°C, temperaturas observadas durante a primavera, quando também foram verificados máximos valores de biomassa para as espécies. No entanto, não foi observado crescimento de nenhuma das espécies a 35°C, mesmo com concentrações adequadas de nutrientes.

Além da temperatura, a concentração de nutrientes também é apontada como um fator importante no controle da sazonalidade das populações (Lüning & Dieck 1989). A interação de temperaturas mais quentes e maior concentração de nutrientes nos meses de verão foi considerada favorável para o crescimento máximo da população de *S. pteropleuron* durante esta estação, verificado por Prince & O'Neal (1979), na Flórida. Por outro lado, no Golfo da Califórnia, Rivera & Scrosati (2006) notaram que a alta mortalidade de *S. lapazeanum*, no verão, coincidiu com o período de maiores valores de temperatura da água do mar (29-30°C) e menores valores de concentração de nitrato na água. Também no Golfo da Califórnia, *S. sinicola* mostrou máximo desenvolvimento vegetativo no período de menor temperatura da água do mar e menor concentração de nitrato, sugerindo relação inversa entre a altura das plantas e ambos os fatores (Espinoza & Rodríguez 1987). Thibaut *et al.* (2005) atribuíram o desaparecimento de duas espécies de *Sargassum*, entre elas *S. vulgare*, antes relatadas como dominantes no Mar Mediterrâneo, França, à eutrofização. Diaz-Pulido & Mc Cook (2005) testaram, em laboratório, o efeito de grandes concentrações de nutrientes no desenvolvimento de *S. siliquosum*, a fim de avaliar a influência da eutrofização sobre as populações da Grande Barreira de Corais da Austrália. Verificaram que as biomassas das estruturas reprodutivas e das estruturas vegetativas, bem como o número de

receptáculos por ramo, foram menores em plantas submetidas a maiores quantidades de nutrientes.

A influência do fator luz sobre o desenvolvimento de *Sargassum* é sugerida por Espinoza & Rodríguez (1987), Dawes (1987) e Yoshida *et al.* (1999). Uchida (1993) controlou, sob condições de cultivo em laboratório, o ciclo de vida de *S. horneri* através das variações no fotoperíodo. As plântulas apresentaram maior crescimento quando submetidas a nove horas de luz, enquanto a formação de receptáculos em plantas adultas foi observada apenas quando estas eram expostas a fotoperíodo maior (15 horas de luz).

Correlação positiva também foi indicada entre os níveis de maré e a altura das plantas e sua cobertura, segundo estudos em populações de *Sargassum* nas Filipinas (Ang Jr. 1985a, 1986). Em Ubatuba, São Paulo, o declínio de *S. cymosum*, durante o verão, foi relacionado aos períodos de maré baixa, simultaneamente a altas temperaturas e maior intensidade de luz (Paula & Oliveira Filho 1980). Em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, menores níveis de maré durante o inverno foram considerados como condição desfavorável para o desenvolvimento vegetativo de *S. vulgare*, devido à conseqüente emersão e dessecação de parte das plantas neste período (Széchy *et al.* 2006).

Outros fatores foram relacionados à variação temporal na biomassa de *Sargassum*. Cordero Jr. (1981) relacionou o aumento de biomassa de *Sargassum* spp. nas Filipinas, com a salinidade entre 28 e 30‰ e pH de 7,5; em conjunto com temperaturas da água do mar entre 28 e 30°C. Na Índia, o crescimento de *S. wightii* mostrou correlação positiva com o pH da água do mar e o regime de chuvas (Thomas & Subbaramaih 1991).

A ação das ondas, principalmente durante ressacas, tem sido sugerida como responsável pelo aumento na taxa de fragmentação dos talos nas populações de *Sargassum*, arrancando as porções senescentes das plantas (De Ruyter van Steveninck & Breeman 1987, Eston & Bussab 1990, Trono Jr. & Lluisma 1990, Széchy *et al.* 2006). Ang Jr. (1985a) inferiu que fortes ondas teriam contribuído para a quebra de ramos laterais primários senescentes e para o declínio na altura das plantas de *S. siliquosum* e *S. paniculatum* estudadas nas Filipinas. Populações de *S. polycystum* e de *S. siliquosum*, também nas Filipinas, tiveram a altura das plantas afetada pela quebra dos ramos, durante a ocorrência de fortes ondas durante o outono (Largo

et al. 1994). Plantas de *S. muticum*, transplantadas de locais abrigados para locais expostos ao embate das ondas, na Espanha, sofreram, em sua maioria, quebra do maior ramo lateral primário (Viejo *et al.* 1995).

O declínio de populações de *Sargassum* após máximo desenvolvimento vegetativo foi associado ao alto grau de epifitismo em diferentes estudos (De Wreed 1976, Prince & O'Neal 1979, Espinoza & Rodríguez 1989, Aguilar-Rosas & Galindo 1990, Mansilla & Pereira 1998, Dubiaski-Silva & Masunari 2000, Muniz *et al.* 2003, Reis *et al.* 2003). Em todos estes estudos, a biomassa de epífitas foi maior nos períodos de maior biomassa de *Sargassum*, sendo considerada uma das causas do aumento da fragmentação dos ramos e diminuição do vigor das plantas. No entanto, Paula & Oliveira Filho (1980), Ang Jr. (1985a) e Leite & Turra (2003) verificaram alto grau de epifitismo no período de valores mínimos de altura e/ou biomassa das populações, durante a fase de senescência.

Outro fator biótico importante no desenvolvimento de *Sargassum* é a competição, embora pouco estudada. Falcão & Széchy (2005) sugeriram que a diminuição na população de *S. vulgare*, antes dominante numa enseada em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, foi decorrente do aumento na abundância da espécie invasora *Caulerpa scalpelliformis* (R.Br. ex Turner) C. Agardh, beneficiada pelo lançamento de esgotos domésticos não tratados na área.

CONCLUSÃO

A síntese de dados extraídos da literatura indica uma considerável lacuna no conhecimento de aspectos vinculados ao desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do gênero *Sargassum*. No litoral brasileiro, apenas cinco espécies de *Sargassum* (*S. cymosum*, *S. filipendula*, *S. furcatum*, *S. stenophyllum* e *S. vulgare*) foram estudadas em relação a algum aspecto do desenvolvimento vegetativo e/ou reprodutivo. Os estudos concentraram-se em populações de *S. cymosum* da região sudeste do litoral brasileiro.

Estudos do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Sargassum* são, em sua maioria, descritivos. Ressalta-se a pouca representatividade de estudos envolvendo manipulação com o gênero, especialmente enfocando as causas da variação espaço-temporal observada em regiões diferentes de sua distribuição geográfica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERG, P. 1996. Patterns of reproductive effort in the brown alga *Ascophyllum nodosum*. *Marine Ecology Progress Series*, 138: 199-207.
- AGUILAR-ROSAS, R. & GALINDO, A.M. 1990. Ecological aspects of *Sargassum muticum* (Fucales, Phaeophyta) in Baja California, Mexico: reproductive phenology and epiphytes. *Hydrobiologia*, 204/205: 185-190.
- AMADO FILHO, G.M.; BARRETO, M.B.B.; MARINS, B.V.; FELIX, C. & REIS, R.P. 2003. Estrutura das comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 26: 329-342.
- ANG JR., P.O. 1985a. Phenology of *Sargassum siliquosum* J. Ag. and *S. paniculatum* J. Ag. (Sargassaceae, Phaeophyta) in the reef flat of Balibago (Calatagan, Philippines). In: Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress. Taiti, Polinésia Francesa. pp: 51-57.
- ANG JR., P.O. 1985b. Regeneration studies of *Sargassum siliquosum* J. Ag. and *S. paniculatum* J. Ag. (Phaeophyta, Sargassaceae). *Botanica Marina*, 28: 231-235.
- ANG JR., P.O. 1986. Analysis of the vegetation structure of a *Sargassum* community in the Philippines. *Marine Ecology Progress Series*, 28: 9-19.
- ANG JR., P.O. 1992. Cost of reproduction in *Fucus distichus*. *Marine Ecology Progress Series*, 89: 25-35.
- ARENAS, F. & FERNÁNDEZ, C. 1998. Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North Coast of Spain. III. Reproductive ecology. *Botanica Marina*, 41: 209-216.
- ARENAS, F. & FERNÁNDEZ, C. 2000. Size structure and dynamics in a population of *Sargassum muticum* (Phaeophyceae). *Journal of Phycology*, 36: 1012-1020.
- ARENAS, F.; VIEJO, R.M. & FERNÁNDEZ, C. 2002. Density-dependent regulation in an invasive seaweed: responses at plant and modular levels. *Journal of Ecology*, 90: 820-829.
- BÄCK, S.; COLLINS, J.C. & RUSSEL, G. 1993. Comparative reproductive biology of the Gulf of Finland and the Irish sea *Fucus vesiculosus* L. *Sarsia*, 78: 265-272.
- BEGON, M.; HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1990. *Ecology: individuals, populations and communities*. Boston, Blackwell Scientific Publications. 945p.
- BEGON, M. & MORTIMER, M. 1986. *Population ecology: a unified study of animals and plants*. 2^a ed. London, Blackwell Scientific Publications. 220p.
- CAMPOS-TAKAKI, G.M.; DIU, M.B.S.; KOENING, M.L. & PEREIRA, E.C. 1988. Screening of marine algae from Brazilian Northeastern coast for antimicrobial activity. *Botanica Marina*, 31: 375-377.
- CHAMBERLAIN, A.H.L.; GORHAM, J.; KANE, D.F. & LEWEY, S.A. 1979. Laboratory growth studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. II. Apical dominance. *Botanica Marina*, 22: 11-19.

- CHAUAN, V.D. 1972. Physiological ecology of the early stages of *Sargassum swartzii* (Turner) C. Ag. *Botanica marina*, 15(1): 49-51.
- CHAUAN, V.D. & KRISHNAMURTHY, V. 1971. Ecology and seasonal succession of *Sargassum swartzii* (Turn.) C. Ag. in Indian waters. *Phykos*, 10: 1-11.
- CHENGKUI, Z. & JUNFU, Z. 1984. Chinese seaweeds in herbal medicine. *Hydrobiologia*, 116/117: 152-155.
- COLLINGS, G.J. & CHESHIRE, A.C. 1998. Composition of subtidal macroalgal communities of the lower gulf waters of south Australia, with reference to water movement and geographical separation. *Australian Journal of Botany*, 46: 657-669.
- CORDERO JR., P.A. 1981. Eco-morphological observation of the genus *Sargassum* in Central Philippines, including notes on their biomass and bed determination. In: Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium. Quezon, Filipinas. pp: 399-404.
- CRITCHLEY, A.T.; PEDDEMORS, V.M. & PIENAAR, R.N. 1991. Reproduction and establishment of *Sargassum heterophyllum* (Turner) C. Ag. (Phaeophyceae, Fucales). *British Phycological Journal*, 26: 303-314.
- DAWES, C.J. 1987. Physiological ecology of two species of *Sargassum* (Fucales, Phaeophyta) on the west coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*, 40: 198-209.
- DE RUYTER VAN STEVENINCK, E.D. & BREEMAN, A.M. 1987. Population dynamics of a tropical intertidal and deep-water population of *Sargassum polyceratum* (Phaeophyceae). *Aquatic Botany*, 29: 139-156.
- DE WREED, R.E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. *Phycologia*, 15: 175-183.
- DIAZ-PULIDO, G. & MC COOK, L.J. 2005. Effects of nutrients enhancement on the fecundity of a coral reef macroalga. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 317: 13-24.
- DUBIASKI-SILVA, J. & MASUNARI, S. 1995. Ecologia populacional dos Amphipoda (Crustacea) dos fitais de Caiobá, Matinhos, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12: 373-396.
- DUBIASKI-SILVA, J. & MASUNARI, S. 2000. Variação sazonal e vertical da biomassa de *Sargassum cymosum* C. Agardh, 1820 (Phaeophyta) e da densidade de sua fauna vágil na Ponta das Garoupas, Bombinhas, Santa Catarina. *Publicações da Academia de Ciências do Estado de São Paulo*, 109: 110-117.
- EARLE, S.A. 1969. Phaeophyta of the eastern Gulf of Mexico. *Phycologia*, 7: 71-254.
- EDGAR, G.J. 1983. The ecology of south-east Tasmanian phytal animal communities, III – Patterns of species diversity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 70: 181-203.
- ESPINOZA, J. & RODRÍGUEZ, H. 1987. Seasonal phenology and reciprocal transplantation of *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner in the Southern Gulf of California. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 110: 183-195.
- ESPINOZA, J. & RODRÍGUEZ, H. 1989. Growth of *Sargassum sinicola* Setchell et Gardner (Phaeophyta) in the Southern Gulf of California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 15: 141-149.
- ESTON, V.R. & BUSSAB, W.O. 1990. An experimental analysis of ecological dominance in a rocky subtidal macroalgal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 136: 170-195.
- FAGERBERG, W.R. & DAWES, C.J. 1976. Studies on *Sargassum*: I- A light microscopic examination of the wound regeneration process in matures stipes of *S. filipendula*. *American Journal of Botany*, 63(1): 110-119.
- FALCÃO, C. & SZÉCHY, M.T.M. 2005. Changes in shallow phytobenthic assemblages in southeastern Brazil, following the replacement of *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) by *Caulerpa scalpelliformis* (Chlorophyta). *Botanica Marina*, 48: 208-217.
- FELDMANN, J. 1966. Les types biologiques des d'algues marines benthiques. *Bulletin de la Société Botanique de France e Memoires*: 45-60.
- FERNÁNDEZ, C. 1999. Ecology of *Sargassum muticum* (Phaeophyta) on the North Coast of Spain: IV. Sequence of colonization on a shore. *Botanica Marina*, 42: 553-562.
- FIGUEIREDO, M.A.O.; BARRETO, M.B.B. & REIS, R.P. 2004. Caracterização das macroalgas nas comunidades marinhas da área de Proteção Ambiental de Cairuçu, Parati: subsídios para futuros monitoramentos. *Revista Brasileira de Botânica*, 27: 11-17.
- FIGUEIREDO, M.A.O. & TÂMEGA, F.T.S. 2007. Macroalgas marinhas. Pp 155-180. In: J.C. Creed, D.O. Pires & M.A.O. Figueiredo, M.A.O. (eds.). Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Conservação da Biodiversidade. Biodiversidade 23. 416p.
- FLETCHER, R.L. & FLETCHER, S.M. 1975 a. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. II. Regenerative ability. *Botanica Marina*, 18: 157-162.
- FLETCHER, R.L. & FLETCHER, S.M. 1975 b. Studies on the recently introduced brown alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. I. Ecology and reproduction. *Botanica Marina*, 18: 149-156.
- GILLESPIE, R.D. & CRITCHLEY, A.T. 1999. Phenology of *Sargassum* spp. (Sargassaceae, Phaeophyta) from Reunion Rocks, KwaZulu-Natal, South Africa. *Hydrobiologia*, 398/399: 201-210.
- GIVERNAUD, T.; COSSON, J. & GIVERNAUD-MOURADI, A. 1990. Régénération de la phéophycée *Sargassum muticum* (Phéophycée, Fucales). *Cryptogamie Algologie*, 11(4): 293-304.
- GLENN, E.P.; SMITH, C.M. & DOTY, M.S. 1990. Influence of antecedent water temperatures on standing crop of a *Sargassum* spp. dominated reef flat in Hawaii. *Marine Biology*, 105: 323-328.
- GODOY, E.A.S. & COUTINHO, R. 2002. Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence

- of natural beds of *Sargassum furcatum*? *Journal of Marine Science*, 59: 111-115.
- GUNNILL, F.C. 1980. Recruitment and standing stocks in populations of one green alga and five brown algae in the intertidal zone near La Jolla, California, during 1973-1977. *Marine Ecology Progress Series*, 3: 231-243.
- HALES, J.M. & FLETCHER, R.L. 1992. Receptacle regeneration in *Sargassum muticum* (Phaeophyta). *Phycologia*, 31(6): 591-601.
- HANISAK, M.D. & SAMUEL, M.A. 1987. Growth rates in culture of several species of *Sargassum* from Florida, USA. *Hydrobiologia*, 151/152: 399-404.
- HURTADO, A.Q. & RAGAZA, A.R. 1999. *Sargassum* studies in Curimao, Ilocos Norte, Northern Philippines, I – Seasonal variations in the biomass of *Sargassum carpophyllum* J. Agardh, *Sargassum ilicifolium* (Turner) C. Agardh and *Sargassum siliquosum* J. Agardh (Phaeophyta, Sargassaceae). *Botanica Marina*, 42: 321-325.
- HWANG, R.; TSAI, C. & LEE, T. 2004. Assessment of temperature and nutrient limitation on seasonal dynamics among species of *Sargassum* from a coral reef in southern Taiwan. *Journal of Phycology*, 40: 463-473.
- JENSEN, J.B. 1974. Morphological studies in Cystoseiraceae and Sargassaceae (Phaeophyceae), with special reference to apical organization. *University of California Publications in Botany*, 68: 1-61+ 16pl.
- JING-WEN, M. & WEI-CI, T. 1984. Screening for antimicrobial activities in marine algae from Qingdao coast, China. *Hydrobiologia*, 116/117: 517-520.
- KANE, D.F. & CHAMBERLAIN, A.H.L. 1979. Laboratory growth studies on *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. I. Seasonal growth of whole plants and lateral sections. *Botanica Marina*, 22: 1-9.
- KENDRICK, G.A. & WALKER, D.I. 1994. Role of recruitment in structuring beds of *Sargassum* spp. (Phaeophyta) at Rottneest Island, Western Australia. *Journal of Phycology*, 30: 200-208.
- KIM, C.S. 1972. The effects of dietary *Sargassum natans* and *Ascophyllum nodosum* on *Salmonella gallinarum* infection in chicks. In: Proceedings of the 7th International Seaweed Symposium. Sapporo, Japão. pp: 573-574.
- KIM, K.Y.; CHOI, T.S.; HUH, S.H. & GARBARY, D.J. 1998. Seasonality and community structure of subtidal benthic algae from Daedo Island, Southern Korea. *Botanica Marina*, 41: 357-365.
- KIMURA, T.; OROSCO, C.A. & OHNO, M. 1987. Ecological study of *Sargassum okamurae* Yoshida et T. Konno in Tosa Bay, Japan. *Reports of the USA Marine Biology Institute*, 9: 149-167.
- KIRKMAN, H. & KENDRICK, G.A. 1997. Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beach-cast macro-algae and seagrasses in Australia: a review. *Journal of Applied Phycology*, 9: 311-326.
- KOH, C.H.; KIM, Y. & KANG, S. 1993. Size distribution, growth and production of *Sargassum thunbergii* in an intertidal zone of Padori, west coast of Korea. *Hydrobiologia*, 260/261: 207-214.
- KOH, C.H. & SHIN, H.C. 1990. Growth and size distribution of some large brown algae in Ohori, east coast of Korea. *Hydrobiologia*, 204/205: 225-231.
- LARGO, D.B.; OHNO, M. & CRITCHLEY, A.T. 1994. Seasonal changes in the growth and reproduction of *Sargassum polycystum* C. Ag. and *Sargassum siliquosum* J. Ag. (Sargassaceae, Fucales) from Liloan, Cebu, in Central Philippines. *Japanese Journal of Phycology*, 42: 53-61.
- LEITE, F.P.P. & TURRA, A. 2003. Temporal variation in *Sargassum* biomass, *Hypnea* epiphytism and associated fauna. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46: 665-671.
- LOBBAN, C.S. & HARRISON, P.H. 1995. *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge, Cambridge University Press. 366p.
- LÜNING, K. 1990. *Seaweeds: their environment, biogeography and ecophysiology*. New York, John Wiley & Sons. 527p.
- LÜNING, K. & DIECK, I. 1989. Environmental triggers in algal seasonality. *Botanica Marina*, 32: 389-397.
- MAFRA JR., L.L. & CUNHA, S.R. 2002. Bancos de *Sargassum cymosum* (Phaeophyceae) na enseada de Armação do Itapocoroy, Penha, SC: biomassa e rendimento em alginato. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 6: 111-119.
- MANSILLA, A.O. & PEREIRA, S.M.B. 1998. Variação temporal da abundância e composição específica da macroflora associada a uma população de *Sargassum* (Fucophyceae) do litoral sul de Pernambuco, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 17: 271-276.
- MARTIN-SMITH, K.M. 1993. The phenology of four species of *Sargassum* at Magnetic Island, Australia. *Botanica Marina*, 36: 327-334.
- MATHIESON, A.C. & GUO, Z. 1992. Patterns of fucoid reproductive biomass allocation. *British Phycological Journal*, 27: 271-292.
- MC COURT, R.M. 1984. Seasonal patterns of abundance, distribution and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 74: 141-156.
- MC COURT, R.M. 1985. Reproductive biomass allocation in three *Sargassum* species. *Oecologia*, 67: 113-117.
- MSHIGENI, K.E. 1983. Algal resources, exploitation and use in East Africa. *Progress in Phycological Research*, 2: 387-417.
- MUNIZ, R.A.; GONÇALVES, J.E.A. & SZÉCHY, M.T.M. 2003. Variação temporal das macroalgas epífitas em *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) da Prainha, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia*, 58: 13-24.
- NABATA, S.; NIHARA, Y.; MATSUYA, M. & TAKEI, F. 1981. Ecological studies on *Sargassum confusum* from Rishiri Island in Northern Hokkaido. *Scientific Reports of the Hokkaido Fishery Experimental Station*, 23: 53-64.

- NODA, H.; AMANO, H.; ARASHIMA, K. & NISIZAWA, K. 1990. Antitumor activity of marine algae. *Hydrobiologia*, 204/205: 577-584.
- NORTON, T.A. 1977a. The growth and development of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 26: 41-53.
- NORTON, T.A. 1977b. Ecological experiments with *Sargassum muticum*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 57: 33-43.
- NORTON, T.A. & BENSON, M.R. 1983. Ecological interactions between the brown seaweed *Sargassum muticum* and its associated fauna. *Marine Biology*, 75: 169-177.
- OSTINI, S.; SCORVO FILHO, J.D.; KAWALL, H.G. & BASTOS, A.A. 1992. Estudo preliminar da fixação primária do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia) em três espécies de algas de costão, na região de Ubatuba, SP. *Boletim do Instituto de Pesca*, 19: 119-125.
- PACHECO-RUIZ, I.; ZERTUCHE-GONZÁLES, J.A.; CHEE-BARRAGÁN, A. & BLANCO-BETANCOURT, R. 1998. Distribution and quantification of *Sargassum* beds along the west coast of the Gulf of California, Mexico. *Botanica Marina*, 41: 203-208.
- PAULA, E.J. 1984. *Estudos experimentais de cultivo e hibridação em Sargassum (Phaeophyta- Fucales) em condições de laboratório*. Tese (doutorado em Ciências), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 246p.
- PAULA, E.J. 1988. O gênero *Sargassum* C. Ag. (Phaeophyta, Fucales) no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 10: 65-118.
- PAULA, E.J. 1994. Influência da temperatura, luz e salinidade no crescimento de plântulas de *Sargassum cymosum* C. Agardh var. *cymosum* (Phaeophyta-Fucales). *Revista Brasileira de Botânica*, 17: 53-60.
- PAULA, E.J. & ESTON, V.R. 1987. Are there other *Sargassum* species potentially as invasive as *S. muticum*? *Botanica Marina*, 30: 405-410.
- PAULA, E.J. & OLIVEIRA FILHO, E.C. 1980. Aspectos fenológicos de duas populações de *Sargassum cymosum* (Phaeophyta – Fucales) do litoral de São Paulo, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 8: 21-39.
- PEDERSEN, M.F.; STAEHR, P.A.; WERNBERG, T. & THOMSEN, M.S. 2005. Biomass dynamics of exotic *Sargassum muticum* and native *Halidrys siliquosa* in Limfjorden, Denmark – Implications of species replacements on turnover rates. *Aquatic Botany*, 83: 31-47.
- PLOUGUERNÉ, E.; LANN, K.L.; CONNAN, S.; JECHOUX, G.; DESLANDES, E. & STIGER-POUVREAU, V. 2006. Spatial and seasonal variation in density, reproductive status, length and phenolic content of the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt along the coast of Western Brittany (France). *Aquatic Botany*, 85: 337-344.
- 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.
- RAJU, P.V. & VENUGOPAL, R. 1971. Appearance and growth of *Sargassum plagiophyllum* (Mert.) C. Agardh on a fresh substratum. *Botanica Marina*, 14: 36-38.
- REICHELT, J.L. & BOROWITZKA, M.A. 1984. Antimicrobial activity from marine algae: results of a large-scale screening programme. *Hydrobiologia*, 116/117: 158-168.
- REIS, R.P.; LEAL, M.C.R.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. & BELLUCO, F. 2003. Efeito de fatores bióticos no crescimento de *Hypnea musciformis* (Rhodophyta, Gigartinales). *Acta Botanica Brasilica*, 17: 279-286.
- RIVERA, M. & SCROSATI, R. 2006. Population dynamics of *Sargassum lapazeanum* (Fucales, Phaeophyta) from the Gulf of California, Mexico. *Phycologia*, 45: 178-189.
- RODRIGUES, S. & VILLAÇA, R.C. 2005. Estudos taxonômico e reprodutivo do gênero *Sargassum* C. Agardh (Phaeophyceae, Fucales) na região de Armação dos Búzios, RJ, Brasil. In: Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia. Salvador, BA. pp: 449-468.
- SANTOS, M.G.M.; LAGROTA, M.H.C.; MIRANDA, M.M.F.S.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. & WIGG, M.D. 1999. A screening for the antiviral effect of extracts from Brazilian marine algae against Acyclovir Resistant Herpes Simplex Virus Type 1. *Botanica Marina*, 42: 227-230.
- SHUNULA, J.P. 1988. Seasonal growth and reproduction of two species of *Sargassum* at Pange Island, Zanzibar, Tanzania. *Journal of the Marine Biology Association of India*, 30: 160-163.
- SOUSA, A.P.A.; TORRES, M.R.; PESSOA, C.; MORAES, M.O.; ROCHA FILHO, F.D.; ALVES, A.P.N.N. & COSTA-LOTUFO, L.V. 2007. *In vivo* growth-inhibition of Sarcoma 180 tumor by alginates from brown seaweed *Sargassum vulgare*. *Elsevier*, 69: 7-13.
- STIGER, V. & PAYRI, C.E. 1999. Spatial and seasonal variations in the biological characteristics of two invasive brown algae, *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh and *Sargassum mangarevense* (Grunow) Setchell (Sargassaceae, Fucales) spreading on the reefs of Tahiti (French Polynesia). *Botanica Marina*, 42: 295-306.
- SZÉCHY, M.T.M.; GALLIEZ, M. & MARCONI, M.I. 2006. Quantitative variables applied to phenological studies of *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae – Fucales) from Ilha Grande Bay, State of Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica*, 29: 27-37.
- SZÉCHY, M.T.M. & PAULA, E.J. 1997. Macroalgas epífitas em *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Leandra*, 12: 1-10.
- SZÉCHY, M.T.M. & PAULA, E.J. 2000a. Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos estados do Rio

- de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 121-132.
- SZÉCHY, M.T.M. & PAULA, E.J. 2000b. Macroalgas associadas a bancos de *Sargassum* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 27: 235-257.
- SZÉCHY, M.T.M.; VELOSO, V.G. & PAULA, E.J. 2001. Brachyura (Decapoda, Crustacea) of phytobentic communities of the sublittoral region of rocky shores of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil. *Tropical Ecology*, 42: 231-241.
- TANAKA, M.O. & LEITE, F.P.P. 2003. Spatial scaling in the distribution of macrofauna associated with *Sargassum stenophyllum* (Mertens) Martius: analyses of faunal groups, gammarid life habits, and assemblage structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 293: 1-22.
- TARARAM, A.S. & WAKABARA, Y. 1981. The mobile fauna – especially Gammaridea – of *Sargassum cymosum*. *Marine Ecology Progress Series*, 5: 157-163.
- THIBAUT, T.; PINEDO, S.; TORRAS, X. & BALLESTEROS, E. 2005. Long-term decline of the population of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 50: 1472-1489.
- THOMAS, P.C. & SUBBARAMAIAH, K. 1991. Seasonal variation in growth, reproduction, alginic acid, mannitol, iodine and ash contents of brown alga *Sargassum wightii*. *Indian Journal of Marine Sciences*, 20: 169-175.
- TRONO JR., G.C. & LLUISMA, A.O. 1990. Seasonality of standing crop of a *Sargassum* (Fucales, Phaeophyta) bed in Bolinao, Pangasinan, Philippines. *Hydrobiologia*, 204/205: 331-338.
- UCHIDA, T. 1993. The life cycle of *Sargassum horneri* (Phaeophyta) in laboratory culture. *Journal of Phycology*, 29: 231-235.
- UMEZAKI, I. 1984a. Ecological studies of *Sargassum hemiphyllum* C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 50: 1193-1200.
- UMEZAKI, I. 1984b. Ecological studies of *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 50: 1193-1200.
- UMEZAKI, I. 1986. Growth of the primary laterals in *Sargassum ringgoldianum* Harv. subsp. *coreanum* (J. Ag). Yoshida in Obama Bay, Japan Sea. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 52(6): 957-963.
- VIEJO, R.M.; ARRONTEs, J. & ANDREW, N.L. 1995. An experimental evaluation of the effect of wave-action on the distribution of *Sargassum muticum* in Northern Spain. *Botanica Marina*, 38: 437-441.
- VUKI, V.C. & PRICE, I.R. 1994. Seasonal changes in the *Sargassum* populations on a fringing coral reef, Magnetic Island, Great Barrier Reef region, Australia. *Aquatic Botany*, 48: 153-166.
- WAKABARA, Y.; TARARAM, A.S. & TAKEDA, A.M. 1983. Comparative study of the amphipod fauna living on *Sargassum* of two Itanhaém shores, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 3: 602-607.
- 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. *Aquatic Botany*, 2: 327-335.
- YOSHIDA, T.; SAWADA, T. & HIGAKI, M. 1963. *Sargassum* vegetation growing in the sea around Tsuyazaki, North Kyushu, Japan. *Pacific Science*, 17: 35-44.
- YOSHIDA, G.; MURASE, N. & TERAWAKI, T. 1999. Comparisons of germling growth abilities under various culture conditions among two *Sargassum horneri* populations and *S. filicinum* in Hiroshima Bay. *Bulletin of Fisheries and Environment of Inland Sea*, 1: 45-54.
- YOSHIDA, G.; YOSHIKAWA, K. & TERAWAKI, T. 2001. Growth and maturation of two populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta) in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea. *Fisheries Science*, 67: 1023-1029.
- YOSHIDA, G.; MURASE, N.; ARAI, S. & TERAWAKI, T. 2004. Ecotypic differentiation in maturation seasonality among *Sargassum horneri* populations in Hiroshima Bay, Seto Inland Sea, Japan. *Phycologia*, 43: 703-710.

Submetido em 10/01/2008.

Aceito em 29/04/2008.