

## Aspectos ecológicos de *Gracilaria* Grev. (Gracilariales, Rhodophyta) em uma praia tropical brasileira \*

### *Ecological aspects of Gracilaria Grev. (Gracilariales, Rhodophyta) at a Brazilian tropical beach*

Goia de Mattos Lyra<sup>@, 1</sup>, José Marcos de Castro Nunes<sup>2</sup>, Priscila Barreto de Jesus<sup>1</sup>, Juliana Lima Lázaro<sup>2</sup>, José Geraldo de Aquino Assis<sup>2</sup>

#### RESUMO

O estudo visou à compreensão dos padrões de distribuição espacial e temporal de espécies de *Gracilaria Greville* que ocorrem na praia de Stella Maris, Salvador, Bahia, Brasil. As amostragens foram feitas em 20 pontos aleatórios de cada um dos microhabitats do ambiente recifal, nos períodos seco e chuvoso. Os diferentes ambientes e períodos foram comparados em relação à ocorrência de espécies e ao seu estágio reprodutivo, através do teste  $\chi^2$ , da análise de variância e de testes de comparação de médias. Não foi verificado isolamento temporal ou espacial entre as espécies mais abundantes, embora tenha sido possível perceber alternância temporal e espacial nas frequências de *Gracilaria domingensis* e *G. cuneata*. Foi observada uma tendência adaptativa de *G. cuneata* ao período mais frio e seco do ano, ao contrário das demais espécies que foram mais abundantes na coleta realizada durante a estação quente e chuvosa.

**Palavras chave:** Ecologia, Distribuição, Fenologia, Alga, *Rhodophyta*, *Gracilaria*

#### ABSTRACT

Knowledge of marine algae ecology along the Brazilian coast is thin, despite the fact that the Northeast of Brazil is rich in agar producing species such as the cylindrical species of the *Gracilaria* genus. Eighteen species of *Gracilaria* has been registered in Bahia and in some locations a large number of species can be found occurring in sympatry, fact that stimulated question about what kind of mechanisms can allow the sympatric occurrence. The aim of this study is to understand the spatial and temporal distribution pattern of species found on Stella Maris beach in Salvador, Bahia, and to generate information about the ecology of species of this genus, contributing to improve the management of agarophytic species. During the raining and dry seasons, 20 samples were collected from each microhabitat of the reef environment (high hydrodynamic zone, low hydrodynamic zone and shallow pools), casually throwing a disk with 20 cm diameter. The differences in microhabitats occupation, seasonal occurrence and seasonal reproduction stages were tested using  $\chi^2$  and ANOVA. Of the 284 specimens sampled, the most commonly found species were *Gracilaria domingensis* (92 specimens), *G. cuneata* (57) and *G. cornea* (15). *G. curtissiae*, *G. intermedia*, *G. flabeliformis* and *G. pauciramosa* were found to be rare. The water pools environment is less favorable for algae development probably because

@ - Autor correspondente: [goialyra@gmail.com](mailto:goialyra@gmail.com)

1 - Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Feira de Santana, Av. Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte, CEP: 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

2 - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Geral, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40170-115, Salvador, Bahia, Brasil

of the algae's dependence on water renewal for fertilization. Variations in the frequencies of *G. domingensis* and *G. cuneata* were detected when occurring in the same place. These apparent variations were also observed in the seasonal occurrence of these species. The data presented also show differences in phenology of *G. domingensis* and *G. cuneata*. Both were abundant in samples collected and a tendency was observed to alternation in their occurrence in time and space and also in relation to the reproductive period, which may indicate a path for future research aimed at understanding the speciation in sympatry. The knowledge of reproductive patterns of *Gracilaria* species in natural environment and its ecology is a necessary condition for the improvement of management techniques for the cultivation of agarophyte species.

**Keywords:** Ecology, Distribution, Phenology, Algae, Rhodophyta, *Gracilaria*

## 1. INTRODUÇÃO

A família *Gracilariaceae* inclui as algas produtoras de agaranas mais importantes do mundo (Bellorin *et al.*, 2002). O ágar-ágar é largamente utilizado como espessante e geleificante na preparação de alimentos e também na indústria farmacêutica. Além disso, o seu uso na engenharia de tecidos, como biossensor e como meio de crescimento em bacteriologia e micologia é também responsável por uma parte considerável da demanda (Cunha *et al.*, 2009). Dentre as algas produtoras de ágar-ágar, destaca-se *Gracilaria cornea*, espécie de talo cilíndrico, cujo cultivo artesanal para fins comerciais foi implementado por Accioly (2005) como uma alternativa sustentável em uma comunidade pesqueira no baixo sul do estado da Bahia.

As iniciativas de cultivo de *Gracilaria* baseiam-se em experimentos controlados, feitos no intuito de definir requisitos técnicos, tais como espécie, sistema de cultivo e outros procedimentos de manejo (Accioly & Oliveira, 2003). O conhecimento sobre o ciclo de vida das algas, além de dados básicos sobre a ecologia e fisiologia das espécies factíveis de serem cultivadas é de grande importância para o sucesso desse tipo de empreendimento (Soriano, 2005).

O grande número de espécies de *Gracilaria* registrado para o litoral da Bahia, 18, de acordo com Nunes (2005), levou aos questionamentos sobre os fatores que permitem a sua ocorrência simpátrica em determinadas localidades. Este grupo forma um complexo taxonômico, de forma que estudos sobre a sua ecologia precisam ser associados ao estudo aprofundado sobre a sua taxonomia.

A coexistência requer alguma forma de diferenciação de nichos ou partição de recursos entre espécies que aumentam a competição intraespecífica com relação à interespecífica (Amarasekare, 2003). A idéia de que espécies semelhantes devem ter ecologias diferentes para coexistir tem sido suplantada por modelos mais recentes envolvendo fatores estocásticos, que permitem a coexistência estável de espécies semelhantes ou que diferem apenas em habilidade competitiva (Chesson, 2003).

Entretanto, de acordo com (Amarasekare, 2003), o desenvolvimento do conhecimento teórico sobre coexistência competitiva espacial está avançando muito mais rápido do que as investigações práticas nesta área e investigações experimentais que testem hipóteses variadas podem obter grande sucesso em esclarecer a coexistência competitiva em comunidades naturais. Shea *et al.*, (2004) ressaltam a importância da sólida compreensão do histórico de vida das espécies para a identificação dos mecanismos de coexistência, proporcionando maior integração entre os resultados teóricos e práticos.

Hay & Norris (1984) apontam que na costa caribenha do Panamá existem mais de 12 espécies do gênero *Gracilaria* ocorrendo em simpatria e sugere que este deve ser o maior número de espécies simpátricas de um mesmo gênero de alga vermelha no mundo. A natureza simpátrica foi investigada por estes pesquisadores, pressupondo um possível isolamento temporal ou espacial.

Os espécimes da família *Gracilariaceae* apresentam ciclo de vida trifásico do tipo *Polysiphonia* (Lee, 1999), caracterizado pela fecundação dos gametas produzidos por mitose, dando origem ao carposporófito, que se desenvolve sobre o gametófito feminino, formando cistocarpos. Nesta fase, o zigoto sofre sucessivas mitoses até que os carpósporos sejam liberados, originando o tetrasporófito (diplóide), que produz tetrásporos por meiose. As algas da divisão Rhodophyta apresentam gametas aflagelados, tornando a fecundação dependente do transporte dos espermácios (gametas masculinos) pela água.

Engel & Destombe (2002), em um estudo com *Gracilaria* do norte da França, demonstraram que a fertilidade das algas pode variar de acordo com o ambiente onde ocorrem e que algas que ocorrem em regiões com menor hidrodinamismo apresentam menor taxa de fecundação do que algas que ocorrem em locais com maior batimento. Conclui-se que a fertilidade é diferente porque em ambientes com maior movimentação da maré é maior a probabilidade de encontros entre os gametas. A diferença de fertilidade relacionada à influência da maré pode significar uma tendência adaptativa das espécies a ambientes específicos.

O isolamento temporal poderia explicar que tenha sido registrada anteriormente a ocorrência de um grande número de espécies de *Gracilaria* na praia de Stella Maris. A ocorrência das espécies em períodos alternados do ano pode representar uma adaptação que resulta na redução da competição por recursos. Estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender a variação temporal na ocorrência de espécies de algas em um dado local, a exemplo de Foster *et al.*, (2003) que verificaram variação temporal de espécies de Rhodophyta em uma comunidade de região entre marés.

Diferenças nos períodos reprodutivos das espécies podem representar outro mecanismo associado à simpatria em *Gracilaria*. Sazonalidade foi encontrada em espécies deste gênero em regiões de clima temperado (Jones, 1959; Kim, 1970; Penniman, 1977) e em espécies tropicais como *Gracilaria cornea* (J Agardh), no México (Orduña-Rojas & Robledo, 2002), *G. bursa-pastorii* (Gmel.) Silva e *G. coronopifolia* (J. Agardh.) no Hawai (Hoyle, 1978), *G. sojoestedii* Kyt. na Índia (Rao, 1973), *G. verrucosa* (Hudson), *G. salicornia* (C. Ag.) Daws. e *G. coronopifolia*, nas Filipinas (Trono & Azanza-Corrales, 1981) e *G. cuneata*, *G. domingensis*, *G. cylindrica* e outras três espécies não identificadas no Mar do Caribe (Hay and Norris, 1984).

No Brasil, alguns estudos têm sido realizados com o objetivo de compreender o histórico de vida de espécies do gênero *Gracilaria*. Plastino (1991) desenvolveu cultivos de espécies gracilarióides de talo cilíndrico para estudar o seu ciclo de vida. Carneiro et al. (2011) estudaram fenologia da agarófita *Gracilaria birdiae* em ambiente natural, considerando este conhecimento fundamental para o desenvolvimento do manejo sustentável e de programas de exploração comercial deste recurso natural.

No entanto, as pesquisas com o gênero *Gracilaria* envolvem, em geral, uma única espécie, havendo registro apenas de uma pesquisa sobre sazonalidade reprodutiva e abundância de seis espécies simpátricas no Mar do Caribe (Hay & Norris, 1984).

O presente trabalho analisou a distribuição espacial e temporal e a abundância das espécies do gênero *Gracilaria* no ambiente recifal da praia de Stella Maris, Salvador, Bahia, nos diferentes períodos de coleta. Para isso, foi realizado um experimento onde foi comparada a ocorrência das espécies em cada zona do ambiente recifal e em diferentes períodos do ano. Desta forma, este estudo pretendeu não só contribuir para o entendimento da biologia das espécies de *Gracilaria*, mas também para a compreensão do isolamento reprodutivo entre as espécies que ocorrem em simpatria neste local.

A praia de Stella Maris situa-se a 27 km do centro da cidade de Salvador, Bahia, tendo 2,5 Km de extensão, e é caracterizada pela presença de um amplo ambiente recifal. São áreas de crostas carbonáticas associadas a rochas cristalinas pré-cambrianas onde se formam arenitos (Nolasco, 1998), constituindo um ambiente recifal na região entre marés, propício à fixação de algas marinhas bentônicas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As algas marinhas bentônicas do gênero *Gracilaria* (Rhodophyta) foram coletadas fixas à região entre marés do recife de arenito localizado na praia de Stella Maris, Salvador, Bahia. Foram realizadas três coletas nos meses de março e agosto de 2004 e fevereiro de 2005, em maré baixa. Apesar de terem sido feitas tentativas de coleta durante o inverno de 2005, o ambiente recifal da praia de Stella Maris esteve coberto de areia nesse período, impossibilitando o acesso ao material de estudo.

As coletas no ambiente recifal da praia de Stella Maris foram realizadas em três microhabitats de diferente hidrodinamismo, de acordo com Nunes & Paula (2002): Região frontal do recife (RFR), Região moderadamente agitada (RMA) e poças (PÇ).

O ambiente recifal foi subdividido em dois sítios de coleta, considerando-se que ambos os sítios correspondem à mesma população, pois a proximidade entre eles permite o fluxo gênico entre as algas. O desenho experimental contou com a divisão em dois sítios para verificar possíveis diferenças locais. Foram amostrados 20 pontos de cada um dos microhabitats (RFR, RMA e PÇ) nos dois sítios. As amostragens foram feitas coletando-se as algas que estavam dentro da área de um círculo de 20 cm de diâmetro, lançado aleatoriamente.

As algas foram preservadas em solução de formol a 4% em água do mar, de acordo com Cordeiro-Marino et al. (1984), identificadas por análises morfológicas com o auxílio dos trabalhos de Nunes (2005), Bellorin et al. (2002), Gurgel &

Fredericq (2004) e Plastino & Oliveira (1997), e registradas no Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB) do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

Os diferentes ambientes, nos três períodos amostrados, foram comparados com relação à ocorrência de espécies através do teste de Kruskal-Wallis. Foi também utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para comparar as distribuições das espécies nas diferentes zonas. As análises que consideraram apenas como gênero *Gracilaria* incluíram os indivíduos que não puderam ser identificados em nível específico. Foi também utilizado o teste qui-quadrado para verificar se as espécies apresentam o mesmo padrão de distribuição apresentado pelo gênero.

Foram identificados os exemplares férteis, coletados nas diferentes épocas do ano, com base na frequência de plantas cistocárpicas, tetraspóricas e masculinas (apresentando espermatângios). Para isto, foram feitos cortes histológicos a mão-livre, utilizando microscópio estereoscópico, localizados a 1 cm do ápice do talo de cada exemplar seco. Os cortes foram corados com azul de anilina e observados ao microscópio óptico. Foram observadas estruturas reprodutivas (cistocarpos, espermatângios e tetrasporângios).

Foram consideradas duas estações do ano: seca e chuvosa, com base nos dados de pluviosidade e temperatura obtidos junto à estação meteorológica de Salvador, de janeiro de 1994 a junho de 2005. De acordo com estes dados, pode-se considerar como estação seca o período que compreende os meses de setembro a fevereiro com as médias mensais de precipitação no período variando entre 50,4 mm e 118 mm, e como estação chuvosa, os meses de março e agosto, com as médias mensais de precipitação no período variando entre 149,7 mm a 318 mm.

Os dados relativos à temperatura mostram o período de maio a outubro como mais frio, com temperaturas médias mensais variando de 23,4 a 26,5 graus centígrados. O período quente do ano está entre os meses de novembro a abril, com a variação das temperaturas médias mensais entre 25,2 e 28,3 graus centígrados.

Para analisar os dados relativos à distribuição temporal e fenologia, utilizou-se o teste  $\chi^2$ , qui-quadrado, verificando a variação da abundância e dos estádios reprodutivos das espécies nos períodos amostrados, para o gênero *Gracilaria* como um todo e para cada uma das espécies mais abundantes.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 284 espécimes. As espécies mais abundantes foram: *Gracilaria domingensis* (Kützinger) Sonder ex Dickie, *G. cuneata* (Areschoug) e *G. cornea* (J. Agardh). As raras foram: *G. curtissiae* (J. Agardh), *G. intermedia* (J. Agardh), *G. flabelliformis* (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Fredericq & Gurgel e *G. pauciramosa* (N.Rodríguez de Ríos) A.M.Bellorin, M.C.Oliveira, & E.C.Oliveira.

A Tabela 1 apresenta os números de indivíduos das sete espécies estudadas e os totais para o gênero, encontrados em cada coleta e em cada microhabitat, incluindo-se os indivíduos que não foram identificados em nível específico.

O material coletado foi identificado quanto ao seu estágio reprodutivo, sendo apresentadas na Tabela 2 as porcentagens referentes a todo o gênero e às três espécies mais abundantes.

### Distribuição espacial e abundância de espécies de *Gracilaria* na praia de Stela Maris

De acordo com testes de Kolmogorov-Smirnov, realizados para cada uma das zonas amostradas, os dois sítios de coleta

amostrados não apresentaram diferença significativa entre si. Desta forma, os resultados obtidos para os sítios foram agrupados, já que estes podem ser considerados como réplicas.

Um teste de Kruskal-Wallis para os números de espécimes

**Tabela 1.** Número de indivíduos de cada espécie do gênero *Gracilaria* coletados durante três períodos do ano e sua distribuição nos microhabitats

**Table 1.** Number of individuals of each *Gracilaria* species collected during three periods of collection and their distribution in the microhabitats

Espécies	Março/2004			Agosto/2004			Fevereiro/2005		
	RFR	RMA	PÇ	RFR	RMA	PÇ	RFR	RMA	PÇ
<i>G. cornea</i>	0	4	0	2	4	0	4	1	0
<i>G. cuneata</i>	2	10	0	18	11	2	11	4	1
<i>G. curtissiae</i>	0	1	0	0	2	0	0	2	0
<i>G. domingensis</i>	37	23	0	7	13	3	7	1	1
<i>G. flabelliformis</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0
<i>G. intermedia</i>	2	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>G. pauciramosa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gênero <i>Gracilaria</i>	74	82	0	39	42	8	24	12	3

**Tabela 2.** Porcentagem de indivíduos de *G. cornea*, *G. cuneata*, *G. domingensis* e do gênero *Gracilaria* (como um todo) em cada estágio reprodutivo em cada amostra: \*\*\* $\chi^2 = 88,36$  \*\* $\chi^2 = 44$  \* $\chi^2 = 33,5$

**Table 2.** Percentage of *G. cornea*, *G. cuneata*, *G. domingensis* and *Gracilaria* genus individuals in each reproductive stadium and in each sample: \*\*\* $\chi^2 = 88,36$  \*\* $\chi^2 = 44$  \* $\chi^2 = 33,5$

Taxon	Período	N	Cistocárpico	Masculino	Tetraspórico	Infértil
<i>G. cornea</i>	Março/2004	4	50%	0%	50%	0%
	Agosto/2004	6	0%	0%	50%	50%
	Fevereiro/2005	5	40%	0%	20%	40%
<i>G. cuneata</i>	Março /2004	12	8%	0%	25%	65%
	Agosto /2004*	31	23%	0%	10%	68%
	Fevereiro /2005	16	6%	0%	50%	44%
<i>G. domingensis</i>	Março /2004	60	16%	7%	25%	52%
	Agosto /2004	23	26%	13%	22%	39%
	Fevereiro /2005	9	67%	0%	11%	22%
Gênero <i>Gracilaria</i>	Março/2004***	156	14,7%	3,8%	27,5%	54%
	Agosto/2004**	89	25,6%	0%	25,6%	48,8%
	Fevereiro/2005*	39	27%	3,4%	15,7%	53,9%

na RFR e RMA nas três coletas mostrou que estas áreas são ocupadas por quantidades distintas das sete espécies estudadas ( $p < 0.0001$ , nas duas primeiras coletas;  $p = 0.004$  na terceira coleta para RFR e  $p = 0.012$  na RMA). Este resultado se deve à baixa frequência de algumas espécies, consideradas raras, em todas as zonas e, assim retiradas das demais análises. Devido à pequena representatividade das poças com relação ao grupo estudado, esta zona não foi incluída nestas análises, mas apenas no que se refere à distribuição temporal e fenologia.

*Gracilaria domingensis*, *G. cuneata* e *G. cornea* apresentaram-se como as espécies mais frequentes na praia de Stella Maris. Algumas das espécies coletadas foram muito pouco representativas. Em todas as coletas foi encontrado um número muito pequeno de exemplares de *G. curtissiae*, *G. flabelliformis*, *G. intermedia* e *G. pauciramosa*, o que não permitiu a sua inclusão nas análises estatísticas. Assim, as demais análises relativas aos padrões de distribuição foram feitas com base nas espécies mais frequentes e no conjunto de todos os indivíduos do gênero.

As espécies *Gracilaria cuneata* e *G. domingensis*, as mais frequentes em todas as coletas, tiveram suas distribuições comparadas na RFR e na RMA. Para saber se cada espécie ocupa uma zona específica, foram comparadas suas distribuições nestas duas zonas em todas as coletas. O teste de hipótese de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras independentes mostrou que, em ambas as zonas, a ocupação de *G. domingensis* não diferiu ( $p$  igual a 0.978, 0.082, 0.819, respectivamente). Não houve zona preferencial de ocorrência para *G. domingensis*, o que também ocorreu com *G. cuneata* nas três coletas ( $p$  igual a 1.00, 0.56, 1.00, respectivamente).

Os dados das espécies mais abundantes estão de acordo com o resultado obtido para o gênero *Gracilaria* como um todo, incluindo os exemplares que não foram identificados até o nível específico, pois a maior abundância de indivíduos do gênero foi encontrada ocorrendo na Região frontal do recife e na Região moderadamente agitada, em proporções semelhantes ( $p = 0,9910$ ), sendo que a ocorrência em poças, em qualquer época do ano, foi sempre rara.

É possível que a baixa abundância em poças na praia de Stella Maris, quando comparada ao resultado apresentado para o litoral baiano, esteja relacionada às suas características das poças naquele ambiente recifal. São encontradas poucas poças, geralmente localizadas distantes da região de maior hidrodinamismo. Assim, é possível que as poças não apresentem movimentação da maré suficiente para a dispersão dos espermiócitos, diminuindo a taxa de fecundação e, com isso, a abundância de indivíduos neste ambiente.

Os resultados do experimento mostram que não é possível encontrar diferenças significativas entre os padrões de ocupação das sete espécies. No entanto, foi verificada uma alternância na frequência de indivíduos de *Gracilaria domingensis* e *G. cuneata* entre as regiões moderadamente agitada e frontal do recife. Esta alternância pode representar exclusão competitiva ou ser resultado de fatores estocásticos, de acordo com o modelo de Chesson (2003), podendo estar relacionada à explicação da co-ocorrência destas espécies de *Gracilaria* na praia de Stella Maris.

### Distribuição temporal e fenologia de espécies de *Gracilaria* na praia de Stella Maris

As coletas realizadas no experimento foram feitas em períodos de transição com relação à temperatura e à precipitação. Assim, os resultados das amostragens podem ser relacionados com o período que antecedeu cada uma das coletas.

Quando analisado o gênero *Gracilaria* como um todo, através do teste  $\chi^2$ , sendo resultados  $\geq 3,84$  considerados significativos ( $\alpha=0,05$ ), observou-se que houve variação significativa na abundância de indivíduos do gênero ao longo do período amostrado ( $\chi^2 = 72,85$ ). As análises referentes ao gênero incluem os espécimes que não puderam ser identificados em nível específico. A abundância de *Gracilaria* foi muito maior na coleta realizada em março e foi diminuindo gradativamente nas coletas posteriores. O mês de março corresponde ao final do período quente em Salvador, estando possivelmente relacionado à maior abundância de espécies de *Gracilaria*. Ao contrário, a abundância decresceu na amostragem feita em agosto, que representa o final do período frio do ano.

Esse mesmo padrão foi observado em *Gracilaria domingensis* ( $\chi^2 = 45,36$ ). A espécie *G. cuneata*, entretanto, apresentou abundância significativamente maior em agosto ( $\chi^2 = 8,83$ ), o que pode significar uma tendência adaptativa desta espécie às condições climáticas desta estação. Desta forma, a alternância na ocorrência de *G. domingensis* e *G. cuneata* é observada não apenas na ocupação dos microhabitats, mas também nas épocas do ano, o que pode ser percebido através da análise da Tabela 1. É possível, assim, perceber que a co-ocorrência das espécies no ambiente recifal de Stella Maris pode estar pressionando as espécies para a adaptação a épocas específicas do ano, o que pode, em última instância resultar no seu isolamento temporal.

Fatores climáticos podem ter afetado os resultados relacionados à abundância e distribuição temporal das espécies de *Gracilaria*. O mês de fevereiro de 2005, quando foi realizada a terceira coleta, pode ser considerado como atípico com relação à precipitação. Dados da Estação Meteorológica de Salvador, referentes aos anos de 1994 a 2004 mostram que a média de precipitação mensal do mês de fevereiro é de 96,9 mm. Já o mês de fevereiro de 2005 apresentou precipitação total mensal de 349,4 mm, ou seja, quase quatro vezes a média dos onze anos anteriores.

Além de ter provocado o soterramento da Região moderadamente agitada do segundo sítio de coleta, a chuva intensa no mês de fevereiro despreendeu um número considerável de indivíduos do gênero *Gracilaria* que se encontravam em todos os microhabitats amostrados, o que pôde ser observado na composição das algas atiradas à praia. Assim, este fator pode estar relacionado à menor abundância de indivíduos neste período do que durante as duas coletas anteriores.

Os dados analisados mostram que as espécies estudadas são mais abundantes na estação chuvosa do ano em Stella Maris, segundo os testes  $\chi^2$  realizados.

Analisando-se a variação entre cada um dos estádios reprodutivos, observou-se que o gênero *Gracilaria*, de uma forma geral, apresentou um número significativamente maior de indivíduos masculinos e tetraspóricos na coleta de março

( $\chi^2 = 8,02$  e  $\chi^2 = 28,09$ , respectivamente), que se compreende, ainda, no período quente do ano na cidade de Salvador, estando de acordo com o encontrado no verão canadense por Bird et al. (1987).

Guimarães et al. (1999) estudaram o histórico de vida de *Gracilaria domingensis* através de cultivo e concluíram que o ciclo de vida foi completado em seis meses e os tetrasporófitos tornaram-se férteis em 60 dias, mais rapidamente do que os gametófitos, que levaram até 101 dias para tornarem-se férteis. Esses dados são importantes para compreender o histórico de vida, mas, tendo sido obtidos em situação controlada, é importante associá-los aos dados relativos à mesma espécie em ambiente natural para compreender o comportamento reprodutivo da macroalga e subsidiar cultivos. O gênero *Gracilaria* na praia de Stella Maris, e também em todo o litoral baiano, apresentou maior abundância no mesmo período em que apresentou um número significativamente maior de indivíduos tetraspóricos.

A aplicação do mesmo teste para as espécies mais abundantes (Tab. 2) mostrou que *Gracilaria cuneata* não acompanhou o padrão do gênero, pois se apresentou significativamente menos fértil em março de 2004 do que nas demais coletas ( $\chi^2 = 88,36$ ). Esta espécie não apresentou variação significativa no número de indivíduos tetraspóricos ao longo do período, mas apresentou um número significativamente maior de indivíduos cistocárpicos na coleta realizada em agosto de 2004 ( $\chi^2 = 7,9$ ). A espécie *G. domingensis* apresentou o mesmo padrão de distribuição fenológico observado para o gênero *Gracilaria*, não apresentando variação no número de indivíduos férteis ao longo do período amostrado e apresentando maior frequência de indivíduos tetraspóricos em março ( $\chi^2 = 14,77$ ), quando analisada a variação entre os estádios reprodutivos.

O padrão reprodutivo de *Gracilaria cuneata* mostrou divergências do padrão observado para o gênero e demais espécies. Percebe-se uma tendência adaptativa desta espécie no sentido de apresentar maior abundância de gametófitos férteis no período frio do ano. Tais diferenças podem representar um caminho para explicar a ocorrência de um grande número de espécies em simpatria no ambiente estudado.

## CONCLUSÃO

Os dados apresentados apontam diferenças nos padrões espaciais e temporais de abundância e na fenologia entre *Gracilaria domingensis* e *G. cuneata*. Ambas foram abundantes nas amostragens realizadas, tendo sido observada uma tendência à alternância na sua ocorrência no tempo e no espaço e também com relação ao período reprodutivo, o que pode indicar um caminho para futuras investigações que visem compreender a especiação em simpatria. O conhecimento dos padrões reprodutivos das espécies de *Gracilaria* em ambiente natural e de sua ecologia representa uma condição para a melhoria das técnicas de manejo para o cultivo de espécies agarófitas.

## BIBLIOGRAFIA

- Accioly, M.C. (2005) - Esforços para estabelecer cultivos artesanais de macroalgas marinhas na Bahia. In: Sociedade Brasileira de Ficologia (org), *Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos*, Publicações Avulsas do Museu Nacional, 10:107-114, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 9788574270050
- Accioly, M.C.; Oliveira, S.R.C. (2003) - Seaweed farming development as a sustainable alternative for fisheries communities in northeastern Brazil. In: *World Aquaculture 2003: Meeting Abstracts*, p.15, World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, U.S.A. Disponível em <https://www.was.org/members/AbstractData.asp?AbstractID=5104>
- Amarasekare, P. (2003) - Competitive coexistence in spatially structured environments - **A synthesis**. *Ecology Letters*, 6(12):1109-1122. DOI: 10.1046/j.1461-0248.2003.00530.x
- Bellorin, A.M.; Oliveira, M.C.; Oliveira, E. (2002) - Phylogeny and systematics of the Marine algal family Gracilariaceae (*Gracilariales*, Rhodophyta) based on small Subunit rDNA and its sequences of Atlantic and Pacific species. *Journal of Phycology*, 38(3):551-563. DOI: 10.1046/j.1529-8817.2002.01152.x
- Bird, C.J.; Edelstein, T.; McLachlan, J. (1987) - Studies on *Gracilaria* occurrence in Atlantic Canada with particular reference to Pomquet Harbour, Nova Scotia. *Le Naturaliste Canadien* (ISSN 0028-0798), 104(3):257-266, Québec, Canada.
- Carneiro, M.A.A.; Marinho-Soriano, E.; Plastino, E.M. (2011) - Phenology of an agarophyte *Gracilaria birdiae* Plastino and E.C. Oliveira (*Gracilariales*, Rhodophyta) in Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(2):317-322. <http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v21n2/aop6711.pdf>
- Chesson, P. (2003) - A need for niches. *Trends in Ecology and Evolution*, 6(1):26-28. DOI 10.1016/0169-5347(91)90144-M
- Cordeiro-Marino, M.; Yamaguishi-Tomita, N.; Guimarães, S.M.P.B. (1984) - Algas. 1.3. Algas marinhas bentônicas. In: Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. (coord.). *Técnicas de Coleta, Preservação e Herborização de Material Botânico*, pp.11-13, Série Documentos. Instituto de Botânica, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8585131071. Disponível em <http://www.slideshare.net/fidalgo111/fidalgo-e-bononi-1989>
- Cunha, P.L.R.; de Paula, R.C.M.; Feitosa, J.P.A. (2009) - Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. *Química Nova*, 32(3): 649-660. DOI: 10.1590/S0100-40422009000300009
- Engel, C.R.; Destombe, C. (2002) - Reproductive ecology of an intertidal red seaweed, *Gracilaria gracilis*: influence of high and low tides on fertilization success. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82(2):189-192. DOI: 10.1017/S0025315402005349.
- Foster, M.S. ; Nigg, E.W. ; Kiguchi, L.M. ; Hardina, D.D. ; Pearse, J.S. (2003) - Temporal variation and succession in an algal-dominated high intertidal assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 289(1):15-39. DOI: 10.1016/S0022-0981(03)00035-2

- Guimarães, M.; Plastino, E.M.; Oliveira, E.C. (1999) - Life History, Reproduction and Growth of *Gracilaria domingensis* (Gracilariales, Rhodophyta) from Brazil. *Botânica Marina*, 42(5):481-486. DOI: 10.1515/BOT.1999.055
- Gurgel, C.F.D.; Fredericq, S. (2004) - Systematics of the Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta): a critical assessment based on *rbcl* sequence analysis. *Journal of Phycology*, 40(1):138-159. DOI: 10.1111/j.0022-3646.2003.02-129.x
- Hay, M.E.; Norris, J.N. (1984) - Seasonal reproduction and abundance of six sympatric species of *Gracilaria* Grev. (Gracilariales, Rhodophyta) on a Caribbean subtidal plain. *Hydrobiologia*, 116/117(1):63-71. DOI: 10.1007/BF00027641.
- Hoyle, M.D. (1978) - Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 35(3):273-283. DOI: 10.1016/0022-0981(78)90081-3
- Jones, W. E. (1959) - Experiments on some effects of certain environmental factors on *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 38(1):153-167. DOI: 10.1017/S0025315400015666.
- Kim, D.H. (1970) - Economically important seaweeds, in Chile-I *Gracilaria*. *Botânica Marina*, 13(2):140-162. DOI: 10.1515/botm.1970.13.2.140
- Lee, R.E. (ed.) (1999) - *Phycology*. 3ª edição, 614p., Cambridge University Press, Cambridge, U.K. ISBN: 0521638836.
- Nolasco, M.C. (1998) - *Construções Carbonáticas da Costa Norte do Estado da Bahia (Salvador a Subaúma)*. Dissertação de mestrado, 143p., Universidade Federal da Bahia, BA, Brasil. Não publicado.
- Nunes, J.M. de C. (2005) - *Rodofíceas marinhas bentônicas do estado da Bahia, Brasil*. Tese de doutorado, 410p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil. Não publicado.
- Nunes, J.M. de C.; Paula, E.J. (2002) - Composição e distribuição das Phaeophyta nos recifes da região metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* (ISSN: 0073-4705), 57(1):113-130, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Orduña-Rojas, J.; Robledo, D. (2002) - Studies on the Tropical Agarophyte *Gracilaria cornea* J.Agardh (Rhodophyta, Gracilariales) from Yucatán, México. II. Biomass Assessment and Reproductive Phenology. *Botânica Marina*, 45(5):459-464. DOI: 10.1515/BOT.2002.047
- Penniman, C. A. (1977) - Seasonal chemical and reproductive changes in *Gracilaria foliifera* (Forssk.) Borg. from Great Bay, New Hampshire (U.S.A.). Abstract. *Journal of Phycology*, 13(suppl.):53. DOI: 10.1111/j.1529-8817.1977.tb02421.x
- Plastino, E.M. (1991) - *Cultivo in vitro, estudos reprodutivos e biosistemática de algas Gracilarióides (Rhodophyta, Gracilariales) de talo cilíndrico*. Tese de doutorado, 170p., Universidade de São Paulo, SP, Brasil.
- Plastino, E.M.; Oliveira, E.C. (1997) - *Gracilaria caudata* J. Agardh (Gracilariales, Rhodophyta): restoring an old name for a common western Atlantic alga. *Phycologia*, 36(3):225-32. DOI: 10.2216/i0031-8884-36-3-225.1
- Rao, M.U. (1973) - Growth and reproduction in some species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* in the Palk Bay. *Indian Journal of Fisheries*, 20(1):182-192. Disponível em [http://eprints.cmfri.org.in/1231/1/Article\\_15.pdf](http://eprints.cmfri.org.in/1231/1/Article_15.pdf).
- Shea, K.; Roxburgh, S.H.; Rauschert, E.S.J. (2004) - Moving from pattern to process: coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. *Ecology Letters*, 7(6):491-508. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00600.x
- Soriano, E.M. (2005) - Cultivo experimental de *Gracilaria* no Rio Grande do Norte, Brasil. In: Sociedade Brasileira de Ficologia (org), *Formação de Ficólogos: um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos*, Publicações Avulsas do Museu Nacional, v. 10, p.115-124, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 9788574270050
- Trono, G.C. Jr.; Azanza-Corrales, R. (1981) - The seasonal variation in the biomass and reproductive states of *Gracilaria* in Manila Bay. *Proc. Int. Seaweed Symp*, 10: 743-748.