

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

DIATOMÁCEAS EPÍFITAS EM MACROALGAS MARINHAS DO NORDESTE DO BRASIL

Recife
2015

MANOEL MESSIAS DA SILVA COSTA

DIATOMÁCEAS EPÍFITAS EM MACROALGAS MARINHAS DO NORDESTE DO BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Botânica.

Orientadora:

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Co-orientadoras:

Dra. Enide Eskinazi Leça
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)
Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha
(Universidade Federal de Pernambuco)

Recife

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

C837d Costa, Manoel Messias da Silva
Diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do nordeste do Brasil / Manoel Messias da Silva Costa. – Recife, 2015.
114 f.: il.

Orientadora: Sonia Maria Barreto Pereira.
Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2015.
Inclui referências e anexo(s).

1. Diatomáceas 2. Riqueza 3. Abundância 4. Formas de adesão 5. Distribuição vertical 6. Região tropical I. Pereira, Sonia Maria Barreto, orientadora II. Título

CDD 581

MANOEL MESSIAS DA SILVA COSTA

DIATOMÁCEAS EPÍFITAS EM MACROALGAS MARINHAS DO NORDESTE DO BRASIL

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientadora:

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira – Presidente
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Examinadores:

Dra. Carmen Sílvia Zickel
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. Ênio Wocylí Dantas
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Dr. Fernando Antonio do Nascimento Feitosa
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Dra. Sirleis Rodrigues Lacerda
Universidade do Cariri – URCA

Suplentes:

Dra. Iva Carneiro Leão Barros
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Dra. Maria Luise Koenig
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Data de aprovação: ____ / _____ / 2015

Recife
2015

Dedico

A Deus, pela presença constante em todos os momentos de minha vida. Aos meus pais Alvandir (in memoriam) e Lenice, meus irmãos Marcos e Michelle e sobrinhos Mikael, Davi e Michel. E em especial a minha querida esposa Ivanilda, pelo incentivo nos estudos e na minha formação acadêmica e por ter nos proporcionado o maior presente que Deus pode conceber, nosso filho Felipe.

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu imenso amor, infinita misericórdia e graça por ser um amigo fiel sempre me sustentando nos momentos mais difíceis e me conduzindo a grandes vitórias.

Aos meus familiares, pelo carinho e ajuda demonstrada em todos os momentos de minha vida acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através da concessão da Bolsa de Doutorado e taxa de bancada custeou grande parte dos estudos apresentados para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Botânica, Dra. Carmen Silvia Zickel (Coordenadora), pelo apoio e incentivo.

Ao Comitê de Orientação, Dra. Sonia Maria Barreto Pereira (orientadora) e Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha (Conselheira), por todo carinho, dedicação e incentivo e em especial à Dra. Enide Eskinazi Leça pela cooperação, amizade, respeito, dedicação e ensinamentos que sempre me acompanharão na minha vida profissional.

Aos professores Carmen Silvia Zickel, Ênio Wocyli Dantas, Fernando Antonio do Nascimento Feitosa, Iva Carneiro Leão Barros, Maria Luise Koenig e Sirleis Rodrigues Lacerda que contribuíram com críticas, sugestões e aperfeiçoamento da minha pré-banca e defesa tese.

Aos professores Ariadne do Nascimento Moura, Carmen Silvia Zickel, Ênio Wocyli Dantas, Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa e Maria Luise Koenig, que revisaram partes este trabalho durante o seminário B e qualificação, contribuindo para o aperfeiçoamento desta tese.

Aos amigos dos Laboratórios de Ficologia da UFRPE, Alane, Carol, Cássio, Douglas, Fátima, Léo, Juliana, Marcílio, Mayara, Nísia, Patrícia e Samara, pelo carinho, respeito e amizade durante a minha passagem como aluno pelo Programa de Pós-Graduação em Botânica. Em especial a Fernando Scherner pela grande ajuda nas coletas, dados estatísticos e tradução dos textos, meus sinceros agradecimentos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica, os meus sinceros e eternos agradecimentos durante toda a minha formação.

Aos funcionários da secretaria Kennia e Manassés pela dedicação, serviços prestados e sempre dispostos e alegres em ajudar os docentes e discentes da Botânica.

Aos meus colegas que estiveram presentes durante o meu doutorado, a minha eterna gratidão pela amizade, carinho e respeito durante a nossa formação acadêmica.

SUMÁRIO

	Págs.
Lista de figuras	viii
Lista de tabelas	x
Resumo	xii
Abstract	xiii
1. Introdução Geral	14
2. Revisão – Fundamentação Teórica	18
2.1. Diatomáceas epífitas: características gerais	18
2.2. Levantamento da literatura sobre diatomáceas epífitas em macroalgas	20
2.3. Estudos sobre diatomáceas epífitas no Brasil	22
3. Objetivos	24
3.1. Geral	24
3.2. Específicos	24
4. Referências Bibliográficas	25
5. Artigos	32
5.1. Artigo 1: Formas de adesão e estrutura das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil	32
Resumo	33
Introdução	34
Material e métodos	35
Área de estudo e coleta das macroalgas	35
Separação e análise das diatomáceas epífitas	36
Índices ecológicos	38
Tratamento estatístico	38
Resultados	39
Discussão	41
Referências	44
5.2. Artigo 2: Distribuição das diatomáceas epífitas em talo de macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil	57
Resumo	59
Introdução	60
Material e métodos	61

Área de estudo	61
Coletas e análises	61
Dados ecológicos	63
Tratamento estatístico	63
Resultados	64
Distribuição no talo das macroalgas	64
Índices ecológicos	65
Discussão	66
Referências	69
5.2. Artigo 3: Variação quantitativa de diatomáceas epífitas em <i>Galaxaura rugosa</i> (Nemaliales: Rhodophyta).....	83
Resumo	84
Introdução	85
Material e métodos	86
Área de estudo	86
Análise dos dados	87
Análise estatística	88
Resultados	88
Discussão	90
Agradecimentos	93
Referências	93
Considerações Finais	104
Anexos	105

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- | | Págs. |
|---|-------|
| Figura 1. Contribuição das formas de adesão das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (<i>B. antillarum</i>) <i>Bachelotia antillarum</i> , (<i>C. verticillata</i>) <i>Caulerpa verticillata</i> , (<i>H. duperreyi</i>) <i>Haloplegma duperreyi</i> , (□) acidentais, (▤) adnata, (▥) eretas, (■) móveis. Letras acima das barras indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$), (MS = 226, dF = 8), <i>B. antillarum</i> (acidentais, adnatas < eretas, móveis), <i>C. verticillata</i> (acidentais, adnatas < eretas < móveis), <i>H. duperreyi</i> (acidentais < adnatas < eretas < móveis). | 55 |
| Figura 2. Nº de células de diatomáceas epífitas (cel g ⁻¹ PF 10 ³) em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (<i>B. antillarum</i>) <i>Bachelotia antillarum</i> , (<i>C. verticillata</i>) <i>Caulerpa verticillata</i> , (<i>H. duperreyi</i>) <i>Haloplegma duperreyi</i> . Letras acima das barras indicam diferenças significativas de acordo com o teste Student-Newman-Keuls ($P < 0.05$), (df = 6, MS = 82398), SNK (<i>H. duperreyi</i> , <i>C. verticillata</i> < <i>B. antillarum</i>). | 56 |
| Figura 3. Abundância relativa (%) das diatomáceas epífitas mais representativas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (□) <i>Cocconeis scutellum</i> , (■) <i>Melosira moniliformis</i> , (▤) <i>Rhabdonema adriaticum</i> , (■) <i>Surirella fastuosa</i> , (▨) outros. | 57 |

ARTIGO 2

- | | Págs. |
|--|-------|
| Figura 1. Riqueza de diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (<i>C. isthmocladum</i>) <i>Codium isthmocladum</i> , (<i>H. cornea</i>) <i>Hydropuntia cornea</i> , (<i>S. schroederi</i>) <i>Spatoglossum schroederi</i> , (□) porção apical da macroalga, (▤) porção mediana da macroalga, (■) porção basal da macroalga, (†) desvio padrão. Letras acima das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$). | 80 |
| Figura 2. Abundância de células (cel g ⁻¹ PF) das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (□) porção apical da macroalga, (▤) porção mediana da macroalga, (■) porção basal da macroalga, (<i>C. isthmocladum</i>) <i>Codium isthmocladum</i> , (<i>H. cornea</i>) <i>Hydropuntia cornea</i> , (<i>S. schroederi</i>) <i>Spatoglossum schroederi</i> , (†) desvio padrão. Letras acima das colunas indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$). | 81 |
| Figura 3. Valores médios dos índices ecológicos das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (<i>C. isthmocladum</i>) <i>Codium isthmocladum</i> , (<i>H. cornea</i>) <i>Hydropuntia cornea</i> , (<i>S. schroederi</i>) <i>Spatoglossum schroederi</i> , (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, (□) diversidade de | 82 |

Shannon (H'), (\blacksquare) dominância de Simpson (Λ) (\rightarrow) equitabilidade de Pielou (J'), (\dagger) desvio padrão.

ARTIGO 3

		Págs.
Figura 1.	Localização dos pontos de coletas: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras, no arquipélago de Fernando de Noronha (FN), Pernambuco, nordeste do Brasil (modificado de Costa <i>et al.</i> , 2009).	100
Figura 2.	Percentual de cobertura (%) das classes de diatomáceas epífitas em <i>Galaxaura rugosa</i> , coletados no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras; AP, porção apical da macroalga; MP, porção mediana da macroalga; BP, porção basal da macroalga.	101
Figura 3.	Média \pm desvio padrão da densidade de diatomáceas epífitas (células por grama de peso fresco de macroalga 10^3), em <i>Galaxaura rugosa</i> , coletada no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras. *, diferença significativa $P < 0.05$.	102
Figura 4.	Média \pm desvio padrão da densidade de diatomáceas epífitas (células por grama de peso fresco de macroalga 10^3), em diferentes porções de <i>Galaxaura rugosa</i> , coletada no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras; AP, porção apical da macroalga; MP, porção mediana da macroalga; BP, porção basal da macroalga. *, diferença significativa $P < 0.05$.	103

 LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

	Págs.
Tabela 1. Riqueza, formas de adesão e abundância relativa (%) das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (<i>B. antillarum</i>) <i>Bachelotia antillarum</i> , (<i>C. verticillata</i>) <i>Caulerpa verticillata</i> , (<i>H. duperreyi</i>) <i>Haloplegma duperreyi</i> , (FA) forma de adesão, (AC) acidentais, (AD) adnata, (ET) eretas, (MO) móveis, (-) dados não existentes.	51
Tabela 2. Análise Multivariada Permutacional com base na distância de variância (PERMANOVA) realizada com o conjunto de dados. * Diferenças significativas $P < 0.05$.	52
Tabela 3. ANOVA, teste de Tukey's e Student Newman-Keuls realizada com os dados de riqueza, total do nº de células e das diatomáceas epífitas mais representativas nas macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil. (<i>Bant</i>) <i>Bachelotia antillarum</i> , (<i>Cvert</i>) <i>Caulerpa verticillata</i> , (<i>Hdup</i>) <i>Haloplegma duperreyi</i> . *diferenças significativas pelo teste <i>pos hoc</i> Student Newman-Keuls (SNK) e Tukey's (Tukey's pairwise) ($P < 0.05$).	53
Tabela 4. Índices biológicos das associações de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (<i>B. antillarum</i>) <i>Bachelotia antillarum</i> , (<i>C. verticillata</i>) <i>Caulerpa verticillata</i> , (<i>H. duperreyi</i>) <i>Haloplegma duperreyi</i> , (H') diversidade de Shannon, (J') equitabilidade de Pielou, (λ) dominância de Simpson, (mín) mínimo, (máx) máximo, (\bar{X}) média, (DP) desvio padrão.	54

ARTIGO 2

	Págs.
Tabela 1. Percentual de distribuição das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, (FO) frequência de ocorrência, (F) frequente, (PF) pouco frequente, (E) esporádico, (-) dados não existentes.	75
Tabela 2. Análise Multivariada Permutacional (PERMANOVA) dos dados de riqueza dos hospedeiros e porções do talo. * diferenças significativas $P < 0.05$.	77
Tabela 3. Sumário de ANOVA e teste de Tukey's realizada com os dados de riqueza e abundância de células (cel g^{-1} PF) nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (<i>C. isthmocladum</i>) <i>Codium isthmocladum</i> , (<i>H. cornea</i>) <i>Hydropuntia cornea</i> , (<i>S. schroederi</i>) <i>Spatoglossum schroederi</i> , (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, * Diferenças significativas pelo teste de Tukey's ($P < 0.05$).	78
Tabela 4. Valores médios (\bar{X}) e desvio padrão (DP) dos índices ecológicos das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas,	

Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (*C. isthmocladum*) *Codium isthmocladum*, (*H. cornea*) *Hydropuntia cornea*, (*S. schroederi*) *Spatoglossum schroederi*, (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, (H') diversidade de Shannon, (J') equitabilidade de Pielou, (Δ) dominância de Simpson. * Letras indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$). 79

ARTIGO 3

	Págs.
Tabela 1. Táxons de diatomáceas epífitas registrados em <i>Galaxaura rugosa</i> , coletados no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007.	98
Tabela 2. Variação quantitativa de diatomáceas epífitas (células por grama de peso fresco de macroalgas) em <i>Galaxaura rugosa</i> , coletados no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007. P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras; AP, porção apical da macroalga; MP, porção mediana da macroalga; BP, porção basal da macroalga. ---, dados não existentes.	99

RESUMO

As diatomáceas epífitas desempenham importante papel nos ecossistemas costeiros, acreditando-se que contribuam com aproximadamente 40% da produção primária oceânica. São microalgas que desenvolveram diversas estratégias para fixação no hospedeiro, entre as quais a capacidade de secretar substâncias mucilaginosas, com as quais formam pedúnculos curtos ou longos. De acordo com a forma de adesão, as diatomáceas podem ser classificadas como eretas (fixas ao hospedeiro através de pedúnculos mucilaginosos), móveis (deslizam na superfície do hospedeiro) e adnata (se aderem fortemente ao hospedeiro, diretamente pelas valvas). A forma de adesão ou tipo de crescimento das diatomáceas pode estar ligada às diferenças arquiteturais das espécies de macroalgas marinhas, condicionando variações na estrutura da comunidade epífita entre hospedeiros com tipos de talos diferentes ou entre as mesmas espécies que habitam locais com características ambientais diferenciadas. O objetivo do presente trabalho foi identificar a estrutura e as variações qualitativas e quantitativas da comunidade de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do litoral do nordeste do Brasil. Neste contexto, com a presente pesquisa pretendeu-se comprovar as seguintes hipóteses: 1) A comunidade das diatomáceas epífitas apresenta diferenças na forma de adesão entre macroalgas com talos morfológicos diferenciados; 2) Ocorrem diferenças significativas em populações de diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de um mesmo hospedeiro; 3) A flora das diatomáceas epífitas apresenta variações quantitativas no talo de um mesmo hospedeiro quando o mesmo habita locais com características ambientais diferentes. A pesquisa resultou na elaboração de três artigos. No primeiro, foi feita uma avaliação das estratégias de adesão das diatomáceas epífitas em três espécies de macroalgas marinhas coletadas no infralitoral do estado de Pernambuco: *Bachelotia antillarum* (Phaeophyceae), *Caulerpa verticillata* (Ulvophyceae) e *Haloplegma duperreyi* (Rhodophyceae), concluindo-se que as diferenças entre as formas de adesão são atribuídas às diferenças morfológicas das três espécies de macroalgas. O segundo manuscrito abordou a variabilidade e a distribuição vertical das espécies de diatomáceas associadas em cada parte do talo (apical, mediana e basal) de três espécies de macroalgas marinhas coletadas no mesolitoral do estado de Alagoas: *Codium isthmocladum* (Ulvophyceae), *Spatoglossum schroederi* (Phaeophyceae) e *Hidropuntia cornea* (Rhodophyceae), concluindo-se que variações significativas ocorrem entre as diversas partes do talo, com maior riqueza e abundância na parte apical da rodófito *Hidropuntia cornea*. O terceiro artigo analisou a variação quantitativa da flora epífita na rodófito *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux coletada em região insular, sujeita à variação nas condições ambientais, constatando-se que a maior riqueza de diatomáceas ocorre quando o hospedeiro habita locais com menor influência de ventos e correntes oceânicas, enquanto a menor riqueza ocorre quando o hospedeiro habita locais sujeitos a uma maior movimentação das correntes marinhas.

Palavras-chave: diatomoflora, riqueza, abundância, formas de adesão, distribuição vertical, região tropical.

ABSTRACT

Epiphytic diatoms play an important role in coastal ecosystems; it has believed to contribute to approximately 40% of the oceanic primary production. Are microalgae that have developed several strategies for attachment to the host, including the ability to secrete mucilaginous substances, which form short or long stems. According to the form of accession, diatoms can be classified as erect (fixed to the host through mucilaginous stalks), motile (sliding in the host's surface) and adnate (largest adhesive to the host directly by valves). The form of accession or type of growth of diatoms can connected to the architectural differences species of seaweeds, conditioning changes in structure of the epiphytic community between hosts with different types of stems or between the same species inhabiting areas with different environmental characteristics. The objective of this study was to identify the structure and qualitative and quantitative variations of epiphytic diatom community in seaweeds from the northeastern coastal Brazil. In this context, the present study was intended to proved the following hypotheses: 1) The community of diatoms epiphytic presents qualitative and quantitative differences and as adhesion between macroalgae with different architectures stems; 2) There are significant differences in populations of diatoms epiphytes in different parts of the stem of the same host; 3) The diatoms epiphytic flora of quantitative variations in the thalli presents the same even when the host dwelling places with different environmental characteristics. The research resulted in the development of three manuscript. In the first, an assessment was made of the epiphytic diatoms adhesive strategies in three species of seaweeds collected in the subtidal zone of Pernambuco: *Bachelotia antillarum* (Phaeophyceae), *Caulerpa verticillata* (Ulvophyceae) and *Haloplegma duperreyi* (Rhodophyceae), concluding that the differences between the growth forms of agreements are assigned to morphological differences of the three species of seaweeds. The second manuscript addressed the variability and the vertical distribution of diatom species associated in each part of the stem of three species of seaweed (apical, mean and basal) were collected from intertidal of Alagoas: *Codium isthmocladum* (Ulvophyceae), *Spatoglossum schroederi* (Phaeophyceae) and *Hidropuntia cornea* (Rhodophyceae), concluding that significant variations occur between different parts of the thallus, with greater richness and abundance in the apical part of the rhodophyte *Hidropuntia cornea*. The third paper analyzed the qualitative and quantitative variation of the epiphytic flora in rhodophyte *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux collected in the island region, subject to variation in environmental conditions, noting that the greatest richness of diatoms occurs when the host dwelling places with less influence of winds and ocean currents, while the lowest wealth occurs when the host dwelling places subject to greater movement of marine currents.

Key words: diatomflora, richness, abundance, growth forms, vertical distribution, tropical region.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As diatomáceas (Bacillariophyceae) são um grupo ubíquo de microalgas unicelulares, caracterizadas pela peculiar parede celular de sílica altamente ornamentada, que vivem em colônias ou isoladas. A parede celular ou “frústula” é formada por uma parede silicificada de polímeros orgânicos associados, compreendendo duas metades sobrepostas (ou “valvas”) que se encaixam como uma placa de Petri, além de várias bandas de cinturas que circundam o protoplasto (ROUND e CRAWFORD, 1990). Round et al. (1990) reconhecem a existência de 285 gêneros e cerca de 12.000 espécies conhecidas, admitindo-se que atualmente hajam ainda muitas espécies a serem descritas, acreditando-se que pode haver mais de 100.000 espécies de diatomáceas na natureza entre as atuais, extintas e fossilizadas (VAN DEN HOEK et al., 1995).

As diatomáceas são classificadas de acordo com a simetria das valvas, compreendendo as formas cêntricas (radial) ou penadas (bilateral) (ROUND et al., 1990). As formas cêntricas possuem hábitos principalmente planctônicos, ao passo que as formas penadas são principalmente bentônicas e capazes de se aderir e mover sobre a superfície de substratos naturais ou artificiais. São consideradas os principais produtores primários na maioria dos ambientes aquáticos, responsáveis por cerca de 40±45% da produção oceânica (aproximadamente 20 picograma de carbono por ano), e o grupo dominante de organismos envolvidos no volume mundial de negócios da sílica biogênica (MANN, 1999). Falkowski et al. (1998) estimam que 16 dos 45 picograma de carbono por ano (36%) da produção primária líquida oceânica, são exportadas da zona eufótica até as profundezas dos oceanos. Possuem grande variedade de formas e tamanhos, que são importantes para a avaliação do biovolume e biomassa (SNOEIJIS, 1994; KUMAR et al., 2009). As variações no tamanho das células estão relacionadas com fatores ambientais, tais como a temperatura, luz, salinidade, nutrientes, estágios de vida e diferenças no morfotipo dos hospedeiros, que podem afetar o biovolume e biomassa (MULLIN et al., 1966; MAJEWSKA et al., 2013).

Algumas diatomáceas são exclusivamente planctônicas, ou seja, vivem flutuando na coluna d’água através da ação dos ventos e correntes e outras podem viver aderidas sobre macrófitas aquáticas (McINTIRE e MOORE, 1977; NAVARRO et al., 1989).

A associação entre as diatomáceas epífitas e as macrófitas (macroalgas e fanerógamas marinhas) representa uma maior disponibilidade de alimento para a teia alimentar marinha, uma vez que disponibiliza, de forma direta ou indireta, o alimento e energia necessária para uma vasta comunidade de organismos aquáticos herbívoros (BOOTH, 1986; KASIM e

MUKAI, 2006). Para Virnstein (1987), a diatomoflórula epífita forma uma verdadeira “floresta invisível” servindo de refúgio, abrigo e de alimento para pequenos invertebrados que, por sua vez, transferem a energia sintetizada para os demais níveis tróficos.

Acredita-se, assim, que as microalgas epífitas além de contribuírem para o aumento da biodiversidade marinha, também sejam responsáveis pela produção de matéria orgânica nos ecossistemas marinhos costeiros, pois apresentam uma velocidade de produção significativamente superior a das macrófitas as quais estão aderidas (MONCREIFF et al., 1992).

As diatomáceas são reconhecidamente os organismos epífitos mais importantes que crescem na superfície das macrófitas marinhas, destacando-se por ocorrerem com maior abundância e riqueza de espécies, cobrindo às vezes, toda a superfície dos hospedeiros aos quais estão aderidos, acreditando-se ainda que a riqueza, diversidade e abundância das espécies estejam relacionadas às diferentes formas de adesão que as diatomáceas apresentam (McINTIRE e MOORE, 1977). De uma maneira geral, essas microalgas epífitas são capazes de secretar substâncias gelatinosas, com as quais se aderem ao hospedeiro, através de pedúnculos mucilaginosos (“*stalks*”) curtos ou longos (eretas), podem deslizar na superfície do substrato (móveis) ou se aderir fortemente ao hospedeiro, diretamente pelas valvas (adnata) (TANAKA, 1986, CHIOVITTI et al., 2006; MAJEWSKA et al., 2013).

A forma de adesão ou tipo de crescimento das diatomáceas pode estar ligada às diferenças no morfotipo das macrófitas marinhas, condicionando diferenças na estrutura da comunidade epífita entre hospedeiros com tipos de talos diferentes ou entre as mesmas espécies que habitam locais com características ambientais diferenciadas (AL-HANDAL e WULFF, 2008). De acordo com Main e McIntire (1974) e Wetherbee et al. (1998), a maioria das diatomáceas com simetria bilateral (ex.: *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Gomphonema*, *Grammatophora*, *Licmophora*, *Mastogloia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Tabularia*) com ou sem rafe incluídas nas classes Bacillariophyceae e Fragilariophyceae apresentam estruturas próprias para a produção de substâncias mucilaginosas para fixação em diversos tipos de substrato e, por este motivo, são espécies de melhor representação na comunidade epífita, enquanto que algumas espécies cêntricas (Coscinodiscophyceae), como exemplo, gêneros de *Biddulphia*, *Isthmia* e *Melosira*, o material mucilaginoso é liberado através das bandas da cintura e poros, dessa forma, tendem a se apresentar com menor representatividade na comunidade epífita.

Sendo assim, as características ecológicas como riqueza, diversidade e abundância das espécies epífitas podem variar com base nos diferentes tipos de macrófitas, bem como, com as características hidrodinâmicas ambientais (NAVARRO et al., 1989; SNOEIJIS, 1995).

Por sua função ecológica, como um dos primeiros elos na teia trófica dos ecossistemas costeiros, a comunidade das diatomáceas epífitas tem sido estudada em diferentes tipos de macrófitas, com considerações sobre a composição e a variação florística entre diversos hospedeiros, já existindo um conhecimento aprofundado sobre as relações hospedeiro-epífitas, em macroalgas marinhas (BERGEY et al., 1995; RUESINK, 1998; HERNÁNDES-ALMEIDA e SIQUEIROS-BELTRONES, 2008), fanerógamas marinhas (JEWETT-SMITH, 1991; FRANKOVICH et al., 2006; CHUNG e LEE, 2008) e raízes de mangues (WAH e WEE, 1988; SIQUEIROS-BELTRONES et al., 2005; CHEN et al., 2010).

Os aspectos quantitativos de densidade e abundância de células, também têm sido estudados e os resultados são apresentados em cels mg^{-1} de peso seco (TANAKA, 1986), biomassa de clorofila *a* (PINCKNEY e MICHELI, 1998), cels cm^{-2} (COLEMAN e BURKHOLDER, 1994; NECKLES et al., 1994), biovolume (SNOEIJIS, 1994; 1995), cels mm^{-2} (TOTTI et al., 2009; MAJEWSKA et al., 2013), comprovando que as variações quantitativas podem ocorrer entre espécies de macroalgas de tipos arquiteturais diferenciados e nas diversas partes de um mesmo talo (MAJEWSKA et al., 2013; COSTA et al., 2014).

A exemplo dos trabalhos realizados mundialmente, as pesquisas no Brasil estão direcionadas ao conhecimento florístico das populações em macroalgas marinhas de áreas costeiras (MOREIRA FILHO, 1959; KUTNER, 1961; MOREIRA FILHO, 1966; MOREIRA FILHO e OLIVEIRA FILHO, 1976; MOREIRA FILHO et al., 1977-1978; MOREIRA FILHO e VALENTE-MOREIRA, 1980, 1981; VALENTE-MOREIRA e MOREIRA FILHO, 1980; BUSELATO-TONIOLLI, 1986).

No litoral do nordeste do Brasil, vários trabalhos já foram realizados enfocando o conhecimento da biodiversidade desta microvegetação epífita, em folhas de fanerógamas marinhas (LABOREL-DENGUEN, 1963; PACOBAHYBA et al., 1993; CUNHA e ESKINAZI-LEÇA, 2003), raízes e caules de mangues (MOURA et al., 1993), macroalgas marinhas (BRITO, 1996; AZEVEDO, 1999; AZEVEDO e CUTRIM, 1999; 2000; BANDEIRA-PEDROSA et al., 2008; BRAYNER-BARROS et al., 2008; COSTA et al., 2009). Além de estudos sobre quantificação de células e distribuição vertical das populações de diatomáceas epífitas em diversas partes da planta-hospedeiro (ESKINAZI-LEÇA et al., 2003; COSTA et al., 2014).

Neste contexto, pretende-se testar as seguintes hipóteses:

- A comunidade de diatomáceas epífitas apresenta diferenças quali-quantitativas entre macroalgas com morfotipos diferentes.
- Ocorrem diferenças significativas na distribuição da comunidade de diatomáceas epífitas nas diversas partes do hospedeiro (apical, mediana e basal).

- As macroalgas de uma mesma espécie quando habitam locais com diferentes características ambientais apresentam variações no nº de células na comunidade de diatomáceas epífitas.

2. REVISÃO – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Diatomáceas epífitas: características gerais

As diatomáceas são microalgas ubíquas, ou seja, ocorrem no mar, em água salobra, em água doce, em ambientes terrestres úmidos, e podem apresentar hábitos planctônicos e bentônicos. As diatomáceas planctônicas são flutuantes e vivem ao sabor das ondas e correntes, enquanto as bentônicas vivem aderidas ao substrato e podem ser classificadas, de acordo com o tipo de substrato aos quais estão aderidas, em epílicas, epizóicas, epífitas, ou podem viver sobre detritos orgânicos e inorgânicos (VAN DEN HOEK et al., 1995).

Nos ambientes marinhos, as macrófitas (macroalgas e fanerógamas) constituem excelentes hospedeiros para o desenvolvimento das diatomáceas epífitas, devido aos diferentes tipos morfológicos que apresentam e pela grande representatividade tanto no mesolitoral como no infralitoral dos oceanos (McINTIRE e MOORE, 1977; RIVERA, 1973). Nestes substratos, as diatomáceas constituem os organismos epífitos mais importantes destacando-se por ocorrerem com maior abundância e riqueza de espécies, cobrindo às vezes, toda a superfície do hospedeiro (BOOTH, 1986).

As diatomáceas epífitas desenvolveram diversos mecanismos para melhor se aderir ao hospedeiro. De maneira geral, essas microalgas podem ser classificadas, de acordo com a forma de adesão, da seguinte maneira: espécies eretas (aderidas ao hospedeiro através de pedúnculo mucilaginoso), como os gêneros *Achnanthes*, *Climacosphaenia*, *Gramatophora*, *Licmophora* e *Melosira*; espécies móveis (espécies formadoras de tubos mucilaginosos que deslizam na superfície do hospedeiro), como os representantes dos gêneros *Navicula* e *Nitzschia*; adnatas (espécies que se aderem fortemente ao hospedeiro através da face valvar), *Amphora* e *Cocconeis* (KITA e HARADA, 1962; McINTIRE e MOORE 1977; TANAKA, 1986; HOAGLAND et al., 1993; CHIOVITTI et al. 2006; TOTTI et al., 2009; MAJEWSKA et al., 2013).

A forma de adesão pode condicionar à composição florística, a variação espaço-temporal, as características ecológicas como riqueza, diversidade e a abundância da comunidade das diatomáceas epífitas de acordo com os diversos tipos de talo e a localidade de coleta dos hospedeiros (MAIN e McINTIRE, 1974; NAVARRO et al. 1989; SNOEIJIS, 1995; AL-HANDAL e WULFF, 2008). Para Chung e Lee (2008), macrófitas com talos altamente ramificados oferecem um grande número de microhabitat, proporcionando várias oportunidades de colonização de epífitas, principalmente as eretas e móveis, enquanto talos

achatados e lisos, que disponibilizam maior superfície para colonização, são especialmente colonizados por formas adnatas, principalmente *Cocconeis* spp.

Para Navarro (1982), mudanças na estrutura da comunidade epífita ocasionadas pela ação das condições ambientais são mais visíveis na composição florística. Para o autor, a maior concentração de diatomáceas nas partes basais no talo das algas sugere que a movimentação na superfície da água afeta a fixação das espécies, selecionando aquelas com maior poder de adesão, enquanto nas camadas mais profundas, com condições favoráveis de luminosidade, ocorre maior fixação de espécies com diversas formas de adesão. Totti et al. (2009), analisando a flora epífita em macroalgas coletadas na península Reykjanes (Islândia) comprovaram que espécies com maior poder de adesão (*Cocconeis* e *Achnanthes*) são mais abundantes nas partes apicais das algas, uma vez que elas podem tolerar condições hidrodinâmicas como a ação das ondas, enquanto espécies com crescimento ereto são mais comuns nas partes protegidas do hospedeiro.

Independentemente da forma de adesão, a comunidade das diatomáceas epífitas está, principalmente, constituída por espécies com simetria bilateral (Bacillariophyceae e Fragilariophyceae), em virtude de possuírem estruturas próprias para a produção de substâncias mucilaginosas (FRANKOVICH et al., 2006; CHUNG e LEE, 2008).

De uma maneira geral, a comunidade das diatomáceas epífitas tem sido estudada tanto em macroalgas, fanerógamas marinhas e raízes de mangues. A maioria dos trabalhos aborda aspectos qualitativos da flora e destaca a grande diversidade das diatomáceas epífitas, suas variações entre os hospedeiros e as relações existentes com as variáveis ambientais (EDSBAGGE, 1968; SULLIVAN, 1977; NAVARRO, 1982; WAH e WEE, 1988; NAVARRO et al., 1989; JEWETT-SMITH, 1991; BERGEY et al., 1995; FRANKOVICH et al., 2006; SIQUEIROS-BELTRONES et al., 2005; JACKSON et al., 2006; SIQUEIROS-BELTRONES e HERNÁNDEZ-ALMEIDA, 2006; HERNÁNDEZ-ALMEIDA e SIQUEIROS-BELTRONES, 2008; CHEN et al., 2010).

Estudos sobre diatomáceas epífitas se estenderam para raízes e caules de mangues, destacando-se os trabalhos de Wah e Wee (1988), que analisaram as diatomáceas aderidas às raízes de *Avicennia* Linnaeus, observando a dominância de espécies de diatomáceas penadas, e Nagumo e Hara (1990), que verificaram mudanças da composição florística de acordo com distribuição vertical desses organismos, relacionando essas variações com os fatores ambientais presentes nos manguezais japoneses. Na baía da Califórnia, sul do México, Siqueiros-Beltrones e Castrejón (1999) listaram diatomáceas presentes em plantas de mangues, com abundância dos gêneros *Navicula*, *Amphora*, *Nitzschia*, *Achnanthes* e *Diploneis*, todos com simetria bilateral. Em *Kandelia candel* (L.) Druce, ocorreu abundância

de *Achnanthes javanica* var. *subcontracta* Meister, *Luticola mutica* (Kützing) Mann ex Round et al., e *Nitzschia fasciculata* Grunow, que estiveram relacionados com valores elevados de salinidade, nitrogênio e fosfato (CHEN et al., 2010).

2.2. Levantamento da literatura sobre diatomáceas epífitas em macroalgas

Os primeiros estudos sobre diatomáceas epífitas associadas às macroalgas marinhas datam da década de 60 e trataram da composição florística em espécies de arquiteturas diferenciadas. Trabalhos pioneiros foram desenvolvidos por EDELSTEIN e KOMAROVSKY (1961) e por Takano (1961, 1962), que destacaram diferenças na riqueza entre os diversos hospedeiros, com maior diversidade em espécies de macroalgas com arquitetura mais complexa. Segundo Rivera (1973), as macroalgas marinhas são consideradas excelentes substratos para o desenvolvimento das diatomáceas, ocorrendo uma grande diversidade de formas e riqueza de espécies. Lee et al. (1975) descreveram uma grande quantidade de táxons de diatomáceas aderidas à superfície de *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees.

De acordo com Tanaka (1986), a forma de distribuição e a dispersão das diatomáceas epífitas no talo das macroalgas são afetadas pela força adesiva das epífitas, as quais foram classificadas em quatro categorias: Grupo I, espécies planctônicas sem poder de adesão que, ocasionalmente, são encontradas nos bancos de algas; Grupo II, espécies que possuem movimento ativo; Grupo III, espécies com pequena área de adesão, aderidas ao hospedeiro através de pedúnculos; Grupo IV, espécies de diatomáceas de forma oval, que se aderem diretamente ao hospedeiro através das valvas, produzem mucos e possuem forte poder de adesão. Sendo assim, as características ecológicas como riqueza e abundância das populações epífitas podem variar com base nas diversas espécies de macroalgas como, também, de acordo com as características hidrodinâmicas ambientais, sujeitas às diferenças de direção e velocidade das correntes marinhas (NAVARRO et al., 1989).

Além de abordarem os aspectos qualitativos, foram analisados, também os efeitos do hidrodinamismo (velocidade das correntes) sobre a comunidade aderida na clorófito *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing, tendo sido constatado que a maior movimentação das correntes interferiu na comunidade epífita, composta principalmente por diatomáceas que possuem maior poder de adesão (*Epithemia* e *Cocconeis*) (BERGEY et al., 1995).

Em análise laboratorial, avaliando a interação entre a diatomácea *Isthmia nervosa* Kützing e a Rhodophyta *Odonthalia floccosa* (Esper) Falkenberg, constatou grande impacto nos processos biológicos (ciclo de vida, fisiologia e dinâmica da população) da macroalga, em resposta ao aumento das populações da diatomácea (RUESINK, 1998).

Siqueiros-Beltrones et al. (2002), na baía da Califórnia no México, analisando a comunidade de diatomáceas sobre *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh, comparando com outros substratos artificiais, verificaram maior participação das diatomáceas na macroalga do que os encontrados nos substratos artificiais (rochas e sedimentos), por terem maior disponibilidade de irradiação luminosa e proximidade das camadas mais superficiais da água. Na mesma região, Siqueiros-Beltrones e Valenzuela-Romero (2004) registraram uma grande diversidade de táxons de diatomáceas epífitas em espécies de macroalgas marinhas, *Padina durvillaei* Bory Saint-Vincent, *Cryptopleura crispa* Kylin, *Dasya sinicola* (Setchell & Gardner) Dawson, *Amphiroa vanbosseae* Lemoine, *Acrosorium venulosum* (Zanardini) Kylin, *Pterocladia* sp. e *Dictyota* spp. Siqueiros-Beltrones e Argumedo-Hernández (2005) ao pesquisarem a estrutura das associações das diatomáceas epífitas encontraram uma grande riqueza de espécies presentes nas lâminas apicais de *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh. Siqueiros-Beltrones e Hernandez-Almeida (2006) em investigação sobre a flora diatomológica epífita em macroalgas apresentaram 44 novos registros para a mesma região.

Com relação às formas de crescimento de dez espécies de macroalgas marinhas coletadas na Islândia, Totti et al. (2009) constataram que o crescimento ereto foi a forma mais abundante, representando em média, 50% do total de diatomáceas analisadas (*Achnanthes* cf. *brevipes* var. *parvula* (Kützinger) Cleve, *Tabularia investiens* (Smith) Williams & Round, *T. fasciculata* (Agardh) Williams & Round, *Hyalosira* cf. *delicatula* Kützinger, *Gomphoseptatum aestuarii* (Cleve) Medlin, *Pseudogomphonema plinskii* Witkowski, Metzeltin & Lange-Bertalot), seguido por adnata (29%) (*Cocconeis stauroneiformis* (Smith) Okuno, *C. scutellum* Ehrenberg) e formas móveis (21%) (*Nitzschia* cf. *amphibia* Grunow e *Navicula perminuta* Grunow in Van Heurck), sendo encontrado diferenças na comunidade de diatomáceas epífitas em hospedeiros com talos ramificados e superfície articulada, os quais foram colonizados, principalmente, por diatomáceas eretas e móveis, enquanto os talos planos com superfície lisa e suave permitiu o crescimento de diatomáceas eretas.

Segundo Majewska et al. (2013), não ocorre diferenças significativas nas formas de adesão das comunidades de diatomácea epífitas que crescem sobre a superfície de diferentes espécies de macroalgas. Formas móveis (principalmente por pequenas células de *Navicula perminuta* e outras espécies de *Navicula* spp.) e formas adnatas (*Cocconeis* spp.) são dominantes em talos de macroalgas analisadas na região costeira da Islandia.

Algumas pesquisas que abordaram aspectos quantitativos na flora epífita em termos de biomassa de clorofila *a* (PINCKNEY e MICHELI, 1998), cels cm⁻² (COLEMAN e BURKHOLDER, 1994; NECKLES et al., 1994), biovolume (SNOEIJIS, 1994; 1995), cels mm⁻² (SIQUEIROS-BELTRONES et al., 2002; ESKINAZI-LEÇA et al., 2003; TOTTI et al.,

2009; MAJEWSKA et al., 2013), abundância relativa (SIQUEIROS-BELTRONES et al., 2005; SUTHERLAND, 2008) e cel g^{-1} peso fresco (COSTA et al., 2014) comprovaram que variações quantitativas podem ocorrer entre espécies de macroalgas, tanto em talos diferentes como em diversas partes de um mesmo talo.

2.3. Estudos sobre diatomáceas epífitas no Brasil

No Brasil, o estudo dessa comunidade epífita foi iniciado por Moreira Filho (1959), ao analisar a flora diatomológica associada à alga parda *Sargassum cymosum* C. Agardh var. *stenophyllum* (Mert.) Grunow, coletada no litoral paranaense, destacando a abundância de *Biddulphia pulchella* Gray, *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, *C. placentula* Ehrenberg *C. pellucida* Hantzsch e *Grammatophora oceanica* (Ehrenberg) Grunow. Posteriormente, o autor, em colaboração com outros autores, publicou uma série de artigos que avaliaram e divulgaram a flora das diatomáceas epífita em diversos tipos de hospedeiros, representados por espécies de clorofíceas, feofíceas e rodofíceas (MOREIRA FILHO e OLIVEIRA FILHO, 1976; MOREIRA FILHO et al., 1977, 1978; VALENTE-MOREIRA e MOREIRA FILHO, 1980; MOREIRA FILHO e VALENTE-MOREIRA, 1981).

Ao longo da década dos anos 80 a 90 os trabalhos se estenderam para as regiões sudeste (São Paulo) e sul do Brasil (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina) com informações sobre aspectos qualitativos e breves considerações sobre a ecologia das diatomáceas aderidas às algas verdes *Codium decorticatum* (Woodward) Howe, *Ulva fasciata* Delile, algas pardas *Padina vickersiae* Hovt ex Howe, *Sargassum cymosum* C. Agardh, *S. filipendula* C. Agardh, *S. stenophyllum* Martens e vermelhas, *Acantophora spicifera* (Vahl) Borgesen, *Centroceras clavatum* (C. Agardh) Montagne, *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux e *Pterocladia pinnata* (Hudson) Papenfuss, cujos resultados constataram variações na composição florística, riqueza e diversidade de diatomáceas nas algas/hospedeiros (OLIVEIRA, 1980; VALENTE-MOREIRA e MOREIRA FILHO, 1980; MOREIRA FILHO e VALENTE-MOREIRA, 1981; BUSELATO-TONIOLLI, 1986; PAULA, 1990).

No nordeste brasileiro, vários trabalhos já foram realizados enfocando o conhecimento da biodiversidade desta microvegetação epífita, os quais abordaram a estrutura e a variação espaço-temporal das populações de diatomáceas associadas às fanerógamas marinhas *Halodule wrightii* Ascherson e *Halophila decipiens* Ostenfeld (LABOREL-DENGUEN, 1963; PACOBAHYBA et al., 1993, CUNHA e ESKINAZI-LEÇA, 2003; ESKINAZI-LEÇA et al., 2003). Os autores destacaram a presença das formas de simetria bilateral como as mais abundantes, principalmente espécies dos gêneros *Cocconeis*, *Gomphonema* e *Mastogloia*, que

se aderem fortemente aos hospedeiros, através das próprias valvas e pedúnculos mucilaginosos. Moura et al. (1993), ao analisarem a composição florística das diatomáceas epífitas em raízes e caules de *Rhizophora mangle* Linnaeus, coletadas no Canal de Santa Cruz, Itamaracá/PE, encontraram uma comunidade formada com maior número de táxons de simetria bilateral.

Em Pernambuco, pesquisas sobre diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas foram iniciados por Brito (1996), que identificou as espécies aderidas na feofíceia *Dictyopteria delicatula* Lamouroux e na rodófito *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux, confirmando variações florísticas não significativas entre os dois hospedeiros, estando a flora caracterizada estruturalmente pelas espécies *Achnantes brevipes* Agardh, *Campyloneis grevillei* (Smith) Grunow, *Cocconeis scutellum* var. *scutellum* Ehrenberg, *Cocconeis scutellum* var. *ornata* Grunow e *Grammatophora marina* (Lynbye) Kützing, as quais se destacaram pela frequência de ocorrência e percentuais de abundância relativa, sendo, algumas vezes, responsáveis pelos baixos índices de diversidade específica em determinados meses do ano. Além de observações em diferentes partes do talo de espécies de *Halimeda* spp. (BANDEIRA-PEDROSA et al., 2008) e *Sargassum polyceratum* C. Agardh (BRAYNER-BARROS et al., 2008).

Analisando a diatomoflora epífita das espécies de *Bostrychia radicans* Montagne e *B. calliptera* Montagne de mangues do litoral do Maranhão, Azevedo (1999) e Azevedo e Cutrim (1999, 2000) caracterizaram a comunidade epífita pela presença de formas penadas das ordens Naviculales e Bacillariales e obtiveram com esses resultados 22 táxons comuns a outros trabalhos realizados em manguezais do Brasil e citando pela primeira vez 04 taxons para o ecossistema manguezal brasileiro.

Pesquisas recentes realizadas no litoral brasileiro foram direcionadas ao conhecimento florístico, riqueza, dados ecológicos e investigações quantitativas da flora epífita na rodófito *Galaxaura rugosa* do arquipélago de Fernando de Noronha/PE. Neste hospedeiro, táxons como, *Amphora* sp., *Biddulphia biddulphiana* (Smith) Boyer, *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, *Diploneis bombus* Ehrenberg, *Grammatophora marina* (Lynbye) Kützing, *Mastogloia binotata* (Grunow) Cleve, *Navicula longa* Grunow, *Nitzschia* sp., *Psammodiscus nitidus* (Gregory) Round in Mann, *Rhabdonema adriaticum* Kützing, *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve e *Tryblionella coarctata* (Grunow) Mann, contribuíram na caracterização da estrutura da comunidade epífita e na densidade de células (Costa et al., 2009; 2014).

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Analisar a estrutura e as variações quali-quantitativa da comunidade de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do litoral do Nordeste do Brasil.

3.2. Específicos

- Identificar e inventariar as espécies de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do litoral do Nordeste do Brasil.
- Analisar as comunidades de diatomáceas epífitas quanto à abundância, frequência de ocorrência, riqueza, diversidade específica, equitabilidade, dominância e densidade.
- Diagnosticar as estratégias de adesão das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas com arquitetura diferenciadas.
- Determinar a estrutura das diatomáceas epífitas em diversas partes do talo (apical, mediana e basal) da alga-hospedeiro.
- Avaliar as variações quantitativas que ocorrem nas partes apical, mediana e basal de um talo do mesmo hospedeiro que habitam locais com diferentes condições ambientais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-HANDAL, A.Y.; WULFF, A. Marine epiphytic diatoms from the shallow sublittoral zone in Potter Cove, King George Island, Antarctica. *Botanica Marina*, v. 51, n. 5, p. 411-435. 2008.
- AZEVEDO, A.C.G. Composição florística das diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em duas espécies de *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta). *Insula*, v. 28, p. 101-148, 1999.
- AZEVEDO, A.C.G.; CUTRIM, M.V.J. Diatomáceas epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil: Naviculales e Bacillariales. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 12, p. 13-22, 1999.
- AZEVEDO, A.C.G.; CUTRIM, M.V.J. Diatomáceas (Bacillariophyta) epífitas em *Bostrychia* Montagne (Rhodophyta) do manguezal da ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil: excluído Naviculales e Bacillariales. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 13, p. 1-17, 2000.
- BANDEIRA-PEDROSA, M.E.; PEREIRA, S.M.B.; ESKINAZI-LEÇA, E. Flora epífita no gênero *Halimeda* Lamouroux (Chlorophyta, Bryopsidales) na costa nordeste do Brasil. Pp. 103-112. In: XI Congresso Brasileiro de Ficologia, 2008, Itajaí – SC. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Ficologia*. Rio de Janeiro: Série Livros do Museu Nacional, v. 01, 2008.
- BERGEY, E.A.; BOETTIGER, C.A.; RESH, V.H. Effects of water velocity on the architecture and epiphytes of *Cladophora glomerata* (Chlorophyta). *Journal of Phycology*, v. 31, p. 264-271. 1995.
- BOOTH, W.E. Contribution by diatoms to marine algal host-epiphyte photosynthesis. *Botanica Marina*, v. 30, p. 129-140, 1986.
- BRAYNER-BARROS, S.G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; OLIVEIRA, N.M.B. Diatomáceas epífitas em *Sargassum polyceratium* (Phaeophyta) coletada no litoral de Pernambuco. Pp. 112-121. In: XI Congresso Brasileiro de Ficologia, Itajaí, 2008. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Ficologia*. Rio de Janeiro: Série Livros do Museu Nacional, v. 01, 2008.
- BRITO, E.L.L. *Composição florística das diatomáceas epífitas em Dictyopteris delicatula Lamouroux (Phaeophyta) e Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta)*. Recife. Dissertação de Mestrado em Botânica, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 92p. 1996.

- BUSELATO-TONIOLLI, T.C. Diatomoflórula (Bacillariophyceae) associada à *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta) do litoral de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia*, v. 35, p. 65-123, 1986.
- CHEN, C.P.; YA-HUI, G.; LING, P. Geographical and seasonal patterns of epiphytic diatoms on a subtropical mangrove (*Kandelia candel*) in southern China. *Ecological Indicators*, v. 10, p. 143-147, 2010.
- CHIOVITTI, A.; DUGDALE, T.; WETHERBEE, R. Diatom Adhesives: Molecular and Mechanical Properties. Pp. 79-103. In: (A.M. Smith and J.A. Callow, (Eds.). *Biological Adhesives*: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006.
- CHUNG, M.H.; LEE, K.S. Species composition of the epiphytic diatoms on the leaf tissues of three *Zostera* species distributed on the southern coast of Korea. *Algae*, v. 23, n. 1, p. 75-81, 2008.
- COLEMAN, V.L.; BURKHOLDER, J.M. Community structure and productivity of epiphytic microalgae on eelgrass (*Zostera marina* L.) under water-column nitrate enrichment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 179, p. 29-48, 1994.
- CUNHA, M.C.C.; ESKINAZI-LEÇA, E. Estrutura da flora de diatomáceas epífitas em fanerógamas marinhas no litoral de Pernambuco. Pp. 384-385. In: Claudino-Sales, V.; Tonini, I.M.; Dantas, E.W.C. (Eds.). *Anais de Trabalhos Completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil*: Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ecologia, 2003.
- COSTA, M.M.S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PEREIRA, S.M.B.; BANDEIRA-PEDROSA, M.E. Diatomáceas epífitas em *Galaxaura rugosa* (J. Ellis and Solander) J.V. Lamouroux (Rhodophyta) no Arquipélago de Fernando de Noronha, PE, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, p. 713-719, 2009.
- COSTA, M.M.S.; PEREIRA, S.M.B.; ARRUDA, P.C.; ESKINAZI-LEÇA, E. Quantitative variation of epiphytic diatoms in *Galaxaura rugosa* (Nemaliales: Rhodophyta). *Marine Biodiversity Records*, v. 7, p. 1-7, 2014.
- EDELSTEIN, T.; KOMAROVSKY, B. Epiphytic algae on *Halimeda tuna* f. *platydisca* (Dec.) Bart. In Halfa bay. *Bulletin of the Research Council Israel*, v. 10, p. 54-58, 1961.
- EDSBAGGE, H. The Composition of the epiphytic diatom flora and Swedish West Coast. *Botanica Marina*, v. 11, n. 1-4, p. 68-71, 1968.
- ESKINAZI-LEÇA, E.; MAGALHÃES, K.M.; MOURA JUNIOR, A.M. Variação quantitativa da diatomoflora epífitas na fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson do litoral de Pernambuco. Pp. 270-271. In: V. Claudino-Sales; I.M. Tonini & E.W.C. Dantas (eds.). *Anais de Trabalhos Completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil*. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ecologia, 2003.

- FALKOWSKI, P.G.; BARBER, R.T.; SMETACEK, V. Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science*, v. 281, p. 200-206, 1998.
- FRANKOVICH, T.A.; GAISER, E.E.; ZIEMAN, J.C.; WACHNICKA, A.H. Spatial and temporal distribution of epiphytic diatoms growing on *Thalassia testudinum* Banks ex König: relationships to water quality. *Hydrobiologia*, v. 569, p. 259-271. 2006.
- HERNÁNDEZ-ALMEIDA, O.U.; SIQUEIROS-BELTRONES, D.A. Variaciones en la Estructura de Asociaciones de Diatomeas Epifitas de Macroalgas en una Zona Subtropical. *Hidrobiológica*, v. 18, n. 1, p. 51-61, 2008.
- HOAGLAND, K.D.; ROSOWSKI, J.R.; GRETZ, M.R.; ROENER, S.C. Diatom extracellular polymeric substances: function, fine structure, chemistry, and physiology. *Journal Phycology*, v. 29, p. 537-566, 1993.
- JACKSON, G.; ZINCMARK, R.; LEWITUS, J.A.; TYMOWSKI, C.R.; STUCKEY, J. Spatial and temporal dynamics of epiphytic microalgae on the cordgrass *Spartina alterniflora* Loisel in North Inlet estuary, South Carolina. *Estuaries and Coasts*, v. 29, n. 68, p. 1212-1221, 2006.
- KASIM, M.; MUKAI, H. Contribution of Benthic and Epiphytic Diatoms to Clam and Oyster Production in the Akkeshi-ko Estuary. *Journal of Oceanography*, v. 62, p. 267-281, 2006.
- KITA, T.; HARADA, E. Studies on the epiphytic communities I: Abundance and distribution of microalgae and small animals *Zostera blade* Linnaeus. *Setor Marine Biological Laboratory*, v. 10, n. 2, p. 245-257, 1962.
- KUMAR, M.S.R.; RAMAIAH, N.; TANG, D.L. Morphometry and cell volumes of diatoms from a tropical estuary of India. *Indian Journal of Marine Sciences*, v. 38, p. 160-165, 2009.
- LABOREL-DEGUEN, F. Nota preliminar sobre a ecologia das pradarias das fanerógamas marinhas nas costas dos Estados de Pernambuco e da Paraíba. *Trabalhos do Instituto de Biologia Marítima e Oceanografia*, v. 3/4, p. 39-50, 1963.
- LEE, J.J.; MCENERY, M.E.; KENNEDY, E.M.; RUBIN, H. A nutritional analysis of a sublittoral diatom assemblage epiphytic on *Enteromorpha* from a Long Island Salt Marsh. *Journal of Phycology*, v. 2, p. 14-49. 1975.
- JEWETT-SMITH, J. Factors influencing the standing crop of diatom epiphytes of the seagrass *Halodule wrightii* Aschers in Southern Texas Estuaries. *Contributions in Marine Science*, v. 52, p. 27-40, 1991.
- MAIN, S.P.; MCINTIRE, C.D. The distribution of epiphytic diatoms in Yaquina estuary, Oregon (U.S.A.). *Botanica Marina*, v. 27, p. 88-89. 1974.
- MANN, D.G. The species concept in diatoms. *Phycologia*, v. 38, p. 437-495, 1999.

- MAJEWSKA, R.; GAMBI, M.C.; TOTTI, C.M., PENNESI, C.; DE STEFANO, M. Growth form analysis of epiphytic diatom communities of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). *Polar Biol.*, v. 36, n. 1, p. 73-86, 2013.
- McINTIRE, C.D.; MOORE, W.W. Marine littoral diatoms: Ecological considerations. Pp. 333-371. In: D. Werner (ed.). *The Biology of Diatoms*, Oxford, University of California Press. 1977.
- MONCREIFF, C.A.; SULLIVAN, M.J.; DAEHNICK, A.E. Primary production dynamics in seagrass beds of Mississippi sound: The contributions of seagrass, epiphytic algae, sand microflora, and phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 87, p. 161-171, 1992.
- MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas do Paraná: A flora diatomológica do *Sargassum*. *Boletim do Instituto de História Natural da Secretária de Agricultura*, v. 2, p. 1-27. 1959.
- MOREIRA FILHO, H., OLIVEIRA FILHO, E.C. Diatomáceas epífitas em duas populações de *Sargassum cymosum* C. Agardh. *Acta Biologica Paranaense*, v. 5, n. 3-4, p. 53-75, 1976.
- MOREIRA FILHO, H.; MATTOS, A.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Diatomáceas epífitas em *Codium decorticatedum* (Woodward) Howe. *Tribuna Farmacêutica*, v. 45-46, n. 1-2, p. 3-17. 1977-1978.
- MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Diatomáceas epífitas em *Ulva fasciata* Delile. *Boletim do Museu Botânico Municipal*, v. 41, p. 1-10, 1980.
- MOREIRA FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I.M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. *Boletim do Museu Botânico Municipal*, v. 47, p. 1-17, 1981.
- MOURA, A.N.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Diatomáceas perifíticas fixas em substrato natural. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, v. 22, p. 34-86, 1993.
- MULLIN, M.M.; SLOAN, P.R.; EPPLEY, R.W. Relationship between carbon content, cell volume and area in phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, v. 11, p. 307-311, 1966.
- NAGUMO, T.; HARA, Y. Species composition and vertical distribution of diatoms occurring in a Japanese mangrove forest. *Japanese Journal of Phycology (Sôru)*, v. 38, p. 333-343, 1990.
- NAVARRO, J.N. Marine diatoms associated with mangrove prop roots in the Indian River, Florida, USA. *Phycologia*, v. 61, p. 1-151, 1982.

- NAVARRO, J.N.; PEREZ, C.; ARCE, N.; ARROYO, B. Benthic marine diatoms of Caja de Muertos Island, Puerto Rico. *Nova Hedwigia*, v. 49, p. 333-367, 1989.
- NECKLES, H.A.; KOEPFLER, E.T.; HAAS, L.W.; WETZEL, R.L. ORTH, R.J. Dynamics of epiphytic photoautotrophs and heterotrophs in *Zostera marina* L. (eelgrass) microcosms: responses to nutrient enrichment and grazing. *Estuaries*, v. 17, p. 597-605, 1994.
- OLIVEIRA, I.R. *Distribuição das diatomáceas epífitas na região de Ubatuba*. São Paulo. 81p. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica da Universidade de São Paulo. 1980.
- PACOBABHYBA, L.D.; ESKINAZI-LEÇA, E.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; KOENING, M.L. Diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas na fanerógama marinha *Halodule wrightii* Aschers coletada no ambiente costeiro de Itamaracá (Pernambuco). *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco*, v. 22, p. 39-64, 1993.
- PAULA, J.L.T.M. *Diatomáceas (Chrysophyta – Bacillariophyceae) Epífitas em Centroceras clavatum (C. Agardh) Montagne (Rhodophyta-Ceramiales) da Ilha do Farol, Balneário de Caiobá, Paraná, Brasil*. Curitiba. 129p. Dissertação de Mestrado em Botânica da Universidade Federal do Paraná. 1990.
- PINCKNEY, J.L.; MICHELI, F. Microalgae on seagrass mimics: does epiphyte community structure differ from live seagrasses? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 221, p. 59-70, 1998.
- RIVERA, P.R. Diatomáceas epífitas em *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss recoletada em la Costa Chilena. *Gayana*, v. 25, p. 1-116, 1973.
- ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M. Phylum Bacillariophyta. Pp. 574-596. In: Margulis, L.; Corlis, J.O.; Melkonian, M.; Chapman, D.J. (Eds.). *Handbook of Protoctista*, Boston. 1990.
- ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M.; MANN, D.G. *The Diatoms - biology and morphology of the genera*. Cambridge, Cambridge University Press. 1990.
- RUESINK, J.L. Diatom epiphytes on *Odonthalia floccosa*: The importance of extent and timing. *Journal of Phycology*, v. 34, p. 29-38. 1998.
- SIQUEIROS-BELTRONES, D.A.; CASTREJÓN, E.S. Structure of benthic diatom assemblages from a mangrove environment in a Mexican subtropical lagoon. *Biotropica*, v. 31, n. 1, p. 48-70, 1999.
- SIQUEIROS-BELTRONES, D.A.; SERVIERE-ZARAGOZA, E.; ARGUMEDO-HERNÁNDEZ, U. Epiphytic diatoms of *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh from the baja California peninsula, Mexico. *Oceánides*, v. 17, n. 1, p. 31-39. 2002.

- SIQUEIROS-BELTRONES, D.A.; VALENZUELA-ROMERO, G. Benthic diatom assemblages in an abalone (*Haliotis* spp.) habitat in the Baja Peninsula. *Pacific Science*, v. 58, n. 3, p. 435-446, 2004.
- SIQUEIROS-BELTRONES, D.A.; ARGUMEDO-HERNÁNDEZ, U. Florística de diatomeas epifitas en láminas apicales de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. *Oceánides*, v. 20, n. 1,2, p. 37-63, 2005.
- SIQUEIROS-BELTRONES, D.A.; LÓPEZ-FUERTE, F.O.; GÁRATE-LIZÁRRAGUA, I. Structure of diatom assemblages living on prop roots of the red mangrove (*Rhizophora mangle* Linnaeus) from the West Coast of Baja California Sur, México. *Pacific Science*, v. 59, p. 79-96, 2005.
- SIQUEIROS-BELTRONES, D.A.; HERNÁNDEZ-ALMEIDA, O.U. Florística de diatomeas epifitas en macroalgas de un manchón subtropical. *Oceánides*, v. 21, n. 1, p. 11-61, 2006.
- SNOEIJS, P. Distribution of epiphytic diatom species composition, diversity and biomass on different macroalgal host along seasonal and salinity gradients in the Baltic Sea. *Diatom Research*, v. 9, p. 189-211, 1994.
- SNOEIJS, P. Effects of salinity on epiphytic diatom communities on *Pilayella littoralis* (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. *Ecoscience*, v. 2, p. 382-394, 1995.
- SULLIVAN, J.M. Structural characteristics of a diatom community epiphytic on *Ruppia maritima*. *Hydrobiologia*, v. 53, p. 81-86, 1977.
- SUTHERLAND, D.L. Surface-associated diatoms from marine habitats at Cape Evans, Antarctica, including the first record of living *Eunotogramma marginopunctatum*. *Polar Biology*, v. 31, p. 879-888, 2008.
- TAKANO, H. Epiphytic upon Japanese Agar Seaweeds. *Bulletin of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory*, v. 31, p. 269-274, 1961.
- TAKANO, H. Notes on Epiphytic diatom upon Seaweeds from Japan. *Journal of the Oceanographical Society of Japan*, v. 18, n. 1, p. 29-33, 1962.
- TANAKA, N. Adhesive strength of epiphytic diatoms on various seaweeds. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, v. 52, n. 5, p. 817-821, 1986.
- TOTTI, C., POULIN, M.; ROMAGNOLI, T.; PERRONE, C.; PENNESI, C.; DE STEFANO, M. Epiphytic diatom communities on intertidal seaweeds from Iceland. *Polar Biology*, v. 32, p. 1681-1691, 2009.
- VALENTE-MOREIRA, I.M.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas epifitas em *Padina vickersiae* Hovt ex Howe. *Tribuna Farmacêutica*, v. 48, n. 1-2, p. 114-122, 1980.
- VAN DEN HOEK, C.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. *Algae: an Introduction to Phycology*. Cambridge, Cambridge University Press. 1995.

- VIRNSTEIN, R.W. Seagrass – Associated invertebrate communities of the southeastern U.S.A: A review symposium on subtropical-tropical seagrass of southeastern United State. Florida. *Marine Research Publications*, v. 42, p. 89-116. 1987.
- WAH, T.T.; WEE, Y.C. Diatoms from mangrove environments of Singapore e southern peninsular Malasia. *Botanica Marina*, v. 31, p. 317-327, 1988.
- WETHERBEE, R.; LIND, L.J.; BURKE, J.; QUATRANO, S.R. The first kiss: establishment and control of initial adhesion by raphid diatoms. *Journal of Phycology*, v. 34, p. 9-15, 1998.

ARTIGO 1

**FORMAS DE ADESÃO E ESTRUTURA DAS DIATOMÁCEAS EPÍFITAS EM MACROALGAS
MARINHAS DO NORDESTE DO BRASIL**

*Artigo resubmetido à revista Botanica Marina
(01/02/2015) – ID BOTMAR.2015.0014*

Qualis Capes B1

Fator de impacto: 1.000



Recife

2015

1 **Formas de adesão e estrutura das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas**
2 **do Nordeste do Brasil**

3 Manoel Messias da Silva Costa*, Sonia Maria Barreto Pereira, Maria da Glória
4 Gonçalves da Silva Cunha, Patrícia Campos de Arruda & Enide Eskinazi Leça

5
6 **Resumo:** Associações de diatomáceas epífitas em três espécies de macroalgas marinhas
7 *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff (Phaeophyceae), *Caulerpa verticillata* J.
8 Agardh (Ulvophyceae) e *Haloplegma duperreyi* Montagne (Rhodophyceae) foram
9 investigadas no infralitoral do Nordeste do Brasil. Foram identificadas 54 espécies de
10 diatomáceas com variação do n° de células de 29783 a 45842 cel g⁻¹ PF. Apesar das
11 formas móveis apresentarem maior riqueza de espécies, as formas de crescimento ereto
12 foram as mais abundantes, representando cerca de 69% do total de diatomáceas
13 quantificadas, seguido por formas móveis (18%), adnatas (12%) e acidentais (1%). *B.*
14 *antillarum* mostrou o mais elevado nível de colonização, principalmente por
15 diatomáceas de formas eretas, enquanto *C. verticillata* e *H. duperreyi* apresentaram
16 maior colonização de diatomáceas de crescimento de formas eretas e adnatas. Os
17 resultados permitiram confirmar que as formas de crescimento apresentam variações de
18 acordo com diferentes tipos de talos dos hospedeiros.

19 **Palavras-chave:** aderência, tipos de talos, riqueza, abundância, infralitoral.

20 **Running title**

21 *Formas de adesão das diatomáceas epífitas em macroalgas*

22
23 ***Autor para correspondência:** Manoel Messias da Silva Costa, Programa de Pós-Graduação em Botânica,
24 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife,
25 Pernambuco, Brasil. e-mail: manobio@hotmail.com

26 **Sonia Maria Barreto Pereira:** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Programa de
27 Pós-Graduação em Botânica, Rua Dom Manoel de Medeiros, s / n, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, Pernambuco,
28 Brasil.

29 **Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha:** Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e
30 Geociências, Departamento de Oceanografia, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Avenida Prof. Moraes
31 Rêgo, 1235, Cidade Universitária, 50.670-901, Recife, Pernambuco, Brasil.

32 **Patrícia Campos de Arruda:** Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de
33 Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

34 **Enide Eskinazi Leça:** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Programa de Pós-
35 Graduação em Botânica, Rua Dom Manoel de Medeiros, s / n, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, Pernambuco, Brasil.

36 **Introdução**

37 A associação entre as macroalgas e as diatomáceas representa uma importante fonte de
38 alimento para a teia alimentar marinha, uma vez que disponibiliza de forma direta, o
39 alimento necessário para uma vasta comunidade de organismos aquáticos herbívoros
40 (Norton et al. 1996, Kasim & Mukai 2006, Hernández-Almeida & Siqueiros-Beltrones
41 2008).

42 De forma geral, as diatomáceas epífitas possuem a capacidade de secretar
43 substâncias gelatinosas, com as quais se aderem ao hospedeiro (Tanaka 1986, Chiovitti
44 et al. 2006), acreditando-se que a riqueza, a diversidade e abundância estejam
45 relacionadas às diferentes formas de adesão (McIntire & Moore 1977, Moncreiff et al.
46 1992).

47 De acordo com sua forma de adesão, é possível classificar as diatomáceas em
48 eretas (aderidas ao hospedeiro através de pedúnculos mucilaginosos curtas ou longos,
49 com formação ou não de cadeias), móveis (espécies biráfideas que se locomovem na
50 superfície do hospedeiro), adnatas (espécies fortemente aderidas ao hospedeiro através
51 da face valvar) (McIntire & Moore 1977, Round et al. 1990, Totti et al. 2009, Majewska
52 et al. 2013). A adesão das diatomáceas pode estar ligada aos diferentes morfotipos dos
53 hospedeiros, condicionando as características ecológicas das populações epífitas, como
54 a riqueza, diversidade e abundância (Snoeijs 1995, Al-Handal & Wulff 2008).

55 Apesar da existência de uma vasta lista de trabalhos, há poucos estudos que
56 abordam a forma de adesão e a estrutura quantitativa das populações de diatomáceas
57 epífitas, dificultando um conhecimento mais aprofundado sobre a função desta
58 comunidade nos ciclos produtivos marinhos. Esta dificuldade está, principalmente,
59 relacionada à textura e à complexidade arquitetural das macrófitas, como também na
60 dificuldade em remover as diatomáceas de seus hospedeiros (Tanaka 1986, Totti et al.
61 2009, Majewska et al. 2013). Algumas pesquisas que abordaram as formas de adesão

62 das diatomáceas comprovaram que variações na forma de crescimento podem ocorrer
63 entre diferentes morfotipos de macroalgas (Snoeijs 1994, Hernández-Almeida &
64 Siqueiros Beltrones 2008).

65 Pesquisas realizadas com diatomáceas epífitas no litoral do Brasil, estão
66 principalmente direcionadas ao conhecimento florístico e investigações quantitativas
67 (Costa et al. 2009, 2014), não existindo dados que comprovem variações entre as formas
68 de crescimento em morfotipos algais diferentes.

69 Diante o exposto, esse estudo tem como objetivo principal analisar a variação
70 nas formas de adesão das diatomáceas entre diferentes talos de macroalgas marinhas
71 ocorrentes no infralitoral de Pernambuco (Nordeste do Brasil).

72 **Material e Métodos**

73 **Área estudada e coleta das macroalgas**

74 O litoral do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil), localizado no Atlântico
75 tropical, estende-se entre as coordenadas 7°32' – 8°56' S e 34°49' – 35°11' W e encontra-
76 se situado em região com clima As' (pseudotropical) da classificação de Köppen
77 (Köppen 1918). As precipitações pluviométricas caracterizam dois períodos anuais: um
78 período chuvoso, compreendido entre março a agosto, com maiores precipitações acima
79 de 100 mm mensais, e um período de estiagem, compreendido entre os meses de
80 setembro a fevereiro, com precipitações abaixo de 100 mm. A precipitação média anual
81 é de 2106 mm anuais (CPRH 2003).

82 A plataforma continental de Pernambuco é considerada uma das menos extensas
83 do Brasil, com apenas 187 km de extensão, largura variando de 35 a 42 km, pouca
84 profundidade, com quebra da plataforma em torno de 50 a 60 m. Apresenta-se com
85 movimentação moderada das correntes, relevo suave e o fundo coberto, principalmente,
86 por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos. A presença de linhas de
87 arenito paralelas à praia é constante na plataforma continental, servindo como substrato

88 para o desenvolvimento de organismos recifais (Manso et al. 2003). Não ocorre
89 estratificação térmica ou salina, estando a plataforma coberta por uma única massa
90 d'água, com temperatura média anual de 27 °C e salinidade entre 35 e 37. Os rios
91 continentais que fertilizam as águas da plataforma são de pequeno porte e o fluxo
92 continental não ultrapassa quatro milhas da costa, sendo mais eficiente durante o
93 período de chuvas. Em áreas mais afastadas, o suprimento de nutrientes depende das
94 correntes costeiras (Koenig & Macedo 1999). Essas características oceanográficas
95 condicionam o desenvolvimento de uma diversificada flora de macroalgas, o que
96 favorece a instalação de microalgas epífitas (Pereira & Eskinazi-Leça 1999).

97 Exemplares macroalgas marinhas foram coletadas em abril de 2012,
98 manualmente através de mergulhos autônomos em ambientes recifais, no infralitoral da
99 plataforma continental de Pernambuco, nordeste do Brasil (08°00.63' S – 34° 48.81' W),
100 a uma profundidade de 10 metros, distando da costa cerca de 4 milhas. As espécies
101 coletadas foram, *Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff (Scytothamnales,
102 Phaeophyceae), alga parda de talo filamentoso unisseriado, com cerca de 2-3 cm de
103 altura, de consistência áspera, filamento pouco e irregularmente ramificado, hábito
104 epilítico, formando tufo densos; *Caulerpa verticillata* J. Agardh (Bryopsidales,
105 Ulvophyceae), alga verde, com cerca de 3 cm de altura, de hábito rastejante, poucos
106 rizóides ramificados, estolões finos, cilíndricos e ramificação verticilada e *Haloplegma*
107 *duperreyi* Montagne (Ceramiales, Rhodophyceae) alga vermelha, com talo achatado e
108 ramificado, cerca de 10 cm de altura, 2-4 cm de largura e 400-600 mm de espessura,
109 margens lisas, filamentos laterais apicais que se unem a filamentos adjacentes formando
110 um tipo de rede retangular, dando um aspecto de almofada.

111 **Separação e análise das diatomáceas epífitas**

112 Foram separados, aleatoriamente, três indivíduos de cada espécie de macroalga, e em
113 seguida, fragmentos de 20 gramas de peso fresco de cada indivíduo foram colocados,

114 separadamente, em frascos plásticos (250 ml de volume) com 100 ml de água destilada.
115 Os frascos foram agitados manualmente e, logo após, toda água destilada foi pipetada
116 para retirada das diatomáceas. Em seguida, os mesmos fragmentos foram oxidados em
117 solução de 100 ml de hipoclorito de sódio (1%), para remoção das diatomáceas que não
118 foram removidas nas agitações. O material resultante das oxidações foi adicionado
119 àqueles das agitações, compondo uma única amostra para cada fragmento de 20 gramas.
120 Tais procedimentos foram necessários para remover e preservar as células das
121 diatomáceas e suas formas de adesão aos hospedeiros, sem que houvesse perda de
122 material.

123 A quantificação das diatomáceas foi realizada em microscópio invertido
124 binocular Zeiss com aumento de 400x e as contagens realizadas em transectos (100
125 campos), de acordo com método de Utermöhl (Utermöhl 1958). Cada amostra foi
126 homogeneizada através de agitações manuais, vertida em câmaras de 10 ml e deixada
127 para sedimentar durante 24 horas. O número de células de diatomáceas foi expressa em
128 grama de peso fresco de macroalga (cel g^{-1} PF), segundo Gillespie et al. (1985) e Costa
129 et al. (2014). Os resultados do nº de células foram representados pela média das
130 réplicas analisadas. A abundância relativa das diatomáceas foi expressa em
131 porcentagem, tendo sido considerada a proporção de cada uma em relação ao número
132 total de células quantificadas (Totti et al. 2009).

133 As diatomáceas foram enquadradas, de acordo com a forma de adesão em quatro
134 categorias: eretas, móveis, adnata e acidentais (espécies planctônicas ou bênticas, não
135 epífitas, que ocorrem ocasionalmente nos bancos de macroalgas) (Round 1981, Round
136 et al. 1990, Totti et al. 2009, Majewska et al. 2013).

137 Para confirmação taxonômica das espécies foram confeccionadas lâminas
138 permanentes de acordo com o método descrito por Ferrario et al. (1995). Quando
139 necessários, objetiva de 100x foram utilizados, com óleo de imersão, em microscópio

140 óptico binocular Axioskop – Carl Zeiss, para a identificação das espécies. Para uma
141 melhor visualização da ornamentação de algumas espécies de diatomáceas foi utilizado
142 o método proposto por Carr et al. (1986). Para identificação foram utilizadas
143 bibliografias especializadas: Van Heurk (1896), Peragallo & Peragallo (1897-1908),
144 Cupp (1943), Hustedt (1961), Takano (1962), Ricard (1987), Round et al. (1990) e
145 Moreno et al. (1996).

146 Foi utilizado o sistema de classificação de Round et al. (1990) para o
147 enquadramento taxonômico das diatomáceas. As macroalgas foram identificadas e
148 descritas com base no trabalho de Littler & Littler (2000) e a ordenação taxonômica de
149 acordo com Wynne (2011). O refinamento de identificação e os nomes científicos das
150 espécies foram confirmadas através do banco de dados on-line AlgaeBase (Guiry &
151 Guiry 2014).

152 **Índices ecológicos**

153 A riqueza correspondeu ao número de táxons encontrados em cada hospedeiro. Para a
154 medida de diversidade ($-\sum p_i \cdot \log_2$) utilizou-se o índice de Shannon (H') (Shannon 1948),
155 Equitabilidade (J') de Pielou (Pielou 1977) e como medida de dominância, o índice de
156 Simpson (Λ) (Magurran 1988).

157 Para estes cálculos foi utilizado o programa estatístico PAST (Hammer et al.
158 2001).

159 **Tratamento estatístico**

160 Normalidade e homogeneidade de variância foram previamente avaliados utilizando o
161 teste de Levene's, quando foram verificados a existência dos pressupostos da estatística
162 paramétrica. Diferenças nas formas de adesão foram avaliadas através de análise de
163 variância (ANOVA). Tukey (*Tukey's pairwise*) foram aplicados quando foram
164 encontradas diferenças significativas ($P < 0.05$).

165 Teste de significância univariada (ANOVA) foi utilizada para a riqueza e
166 número de células entre os hospedeiros, quando foram observadas diferenças
167 significativas, teste *post hoc* Student-Newman-Keul's foi aplicado. Diferenças na
168 estrutura da comunidade de diatomáceas epífitas das macroalgas foram testados por
169 análise multivariada permutacional (PERMANOVA) (Anderson 2001, McArdle &
170 Anderson 2001), a análise é baseada em distâncias euclidianas de dados não
171 normalizados (Anderson & Braak 2003). Diferenças na abundância das diatomáceas
172 mais representativa entre os hospedeiros foram testadas por análise de variância
173 (ANOVA). Teste de comparações múltiplas de Tukey (*Tukey's pairwise*) foram
174 aplicados quando foram encontradas diferenças significativas ($P < 0.05$).

175 ANOVA de medidas repetidas foram utilizadas para avaliar a relação entre os
176 índices ecológicos e hospedeiros. Para todo os procedimentos estatísticos foram
177 utilizados os programas estatísticos PAST (Hammer et al. 2001) e Statistica 7.0
178 (StatSoft, Inc. 2004).

179 **Resultados**

180 Foram identificadas 54 espécies de diatomáceas epífitas, distribuídas nas classes
181 Bacillariophyceae (32 spp.), Coscinodiscophyceae (13 spp.) e Fragilariophyceae (9
182 spp.) (Tabela 1). No talo de *Bachelotia antillarum* ocorreu maior riqueza (48 spp.), em
183 *Haloplegma duperreyi* (47 spp.) e *Caulerpa verticillata* (45 spp.), tendo sido
184 confirmadas diferenças significativas entre os hospedeiros ($F = 7, P < 0.05$).

185 O teste Newman-Kuels indicou que *B. antillarum* e *H. duperreyi* foram
186 diferentes significativamente em relação à *C. verticillata* (Tabela 2).

187 Entre os táxons identificados, 24 táxons foram de formas móveis, 20 de formas
188 eretas, cinco adnatas e cinco táxons acidentais (Tabela 1). Através da ANOVA foram
189 observadas diferenças na forma de adesão entre os três hospedeiros ($F = 122.3, P <$
190 0.05). As formas acidentais e adnatas não apresentaram diferenças, com exceção de *H.*

191 *duperreyi*. As formas eretas não se mostraram diferentes, enquanto que as formas
192 móveis em *C. verticillata* e *H. duperreyi* apresentaram diferenças significativas (Figura
193 1).

194 A comunidade epífita foi constituída por espécies de formas eretas (20 spp.,
195 42%) em *Bachelotia antillarum*. Enquanto as formas móveis (22 spp., 49%) e (22 spp.,
196 47%) foram as mais representativas em *Caulerpa verticillata* e *Haloplegma duperreyi*,
197 respectivamente (Figura 1).

198 A análise multivariada permutacional (PERMANOVA) comprovou que a
199 composição da comunidade de diatomáceas epífitas em termos da forma de adesão foi
200 significativamente diferentes entre os tipos morfológicos das macroalgas. ($P < 0.05$)
201 (Tabela 2).

202 Diferenças significativas do nº de células (abundância) entre os hospedeiros
203 foram observados de acordo com ANOVA ($F = 3028.4$, $P < 0.05$) (Figura 2). O teste
204 Newman-Kuels indicou que houve diferença significativa entre *B. antillarum* em
205 relação à *C. verticillata* e *H. duperreyi* (Tabela 3).

206 Sumário de ANOVA e teste *pos hoc* Student-Newman-Kuels realizada com os
207 dados de riqueza, total do nº de células e das diatomáceas epífitas mais representativas
208 estão apresentados na Tabela 3.

209 O menor nº de células foi observado em *H. duperreyi* (29783 cel g⁻¹ PF), com
210 dominância de *Melosira moniliformis*, cujo percentual atingiu 49% das células
211 quantificadas. *Entomoneis alata* e *Petroneis humerosa*, com percentual de 0.8%, foram
212 encontradas apenas neste hospedeiro. Em *Caulerpa verticillata* o nº de células foi de
213 30321 cel g⁻¹ PF, com destaque para *Melosira moniliformis* (46%) e *Cocconeis*
214 *scutellum* (18%). *Lyrella lyra* foi encontrada apenas no talo desta alga, com percentual
215 de 0.8%. *Bachelotia antillarum* apresentou o maior nº de células (45842 cel g⁻¹ PF),
216 destacando-se *Melosira moniliformis* (24%), *Rhabdonema adriaticum* (20%) e

217 *Surirella fastuosa* (16%). *Achnanthes brevipes* (0.7%) e *Opephora pacifica* (0.4%)
218 estiveram presentes apenas no talo desta alga (Figura 3, Tabela 1).

219 As formas acidentais, adnata, eretas e móveis que ocorreram com percentuais
220 abaixo de 10% e menos representativas foram incluídas na Figura 3 como “outros.

221 Com relação aos índices ecológicos, a diversidade de Shannon (H'),
222 equitatividade de Pielou (J') e dominância de Simpson (λ), não apresentaram diferenças
223 significativas entre os hospedeiros analisados (ANOVA, $F = 0.45$, $P = 0.65$, $F = 1.20$, P
224 $= 0.33$, $F = 1.67$, $P = 0.23$, respectivamente). Os valores mínimos, máximos, média,
225 desvio padrão e sumário da ANOVA estão apresentados na Tabela 4.

226 **Discussão**

227 As espécies de macroalgas marinhas coletadas no infralitoral de Pernambuco (Nordeste
228 do Brasil) apresentaram uma comunidade de diatomáceas epífitas diversificada, entre as
229 quais, 59% dos indivíduos quantificados foram de simetria bilateral (penadas),
230 confirmando a predominância táxons monorafídeos e birafídeos pertencentes à classe
231 Bacillariophyceae que apresentam maior força de adesão. Esses valores foram
232 semelhantes aos encontrado por Costa et al. (2014) em macroalgas do arquipélago de
233 Fernando de Noronha, nordeste do Brasil.

234 Diatomáceas rafídeas são as mais frequentes entre os colonizadores de
235 macroalgas de todos os oceanos, onde fazem a construção do biofilme primário através
236 de produção de mucilagem através da face valvar, deslizar na superfície do hospedeiro
237 ou secretar estruturas próprias mucilaginosas formando pedúnculos (“*stalks*”)
238 (Wetherbee et al. 1998, Higgins et al. 2003, Chiovitti et al. 2006, Madkour & El-
239 Shoubaky 2007).

240 O conjunto das diatomáceas identificadas confirmou que ocorreram diferenças
241 quanto à forma de adesão nos hospedeiros analisados. Em *Bachelotia antillarum* a
242 comunidade epífita foi constituída principalmente por diatomáceas de formas eretas

243 (42%), enquanto em *Caulerpa verticillata* e *Haloplegma duperreyi* a comunidade foi
244 constituída por espécies móveis (49% e 47%, respectivamente), confirmando uma maior
245 ocorrência de espécies eretas e móveis. A forma adnata foi a menos representativa. Esse
246 padrão esteve diferente ao encontrado por Totti et al. (2009), ao analisar a comunidade
247 de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas, os quais encontraram maior
248 ocorrência de formas eretas (50%), seguidas de adnata (29%) e móveis (21%).

249 Para Al-Handal & Wulff (2008) e Majewska et al. (2013) a forma de adesão das
250 epífitas difere entre diversos tipos de hospedeiros, confirmando diferenças na
251 abundância de espécies eretas, adnatas e móveis. De acordo com Chung & Lee (2008),
252 as macrófitas com talos altamente ramificados ou estreitos oferecem um grande número
253 de microhabitat, proporcionando várias oportunidades de colonização, principalmente
254 das formas eretas (*Licmophora* e *Synedra*) e móveis (*Nitzschia*), enquanto talos
255 achatados, lisos ou frondosos, que disponibilizam maior superfície, são especialmente
256 colonizados por formas adnatas, principalmente por espécies de *Cocconeis*.

257 Neste estudo, as formas eretas, *Melosira moniliformis* foi a espécie que
258 apresentou os maiores valores de abundância, caracterizando quantitativamente a flora
259 epífita nos três hospedeiros.

260 As formas móveis foram as mais afetadas pela morfologia dos hospedeiros
261 analisados, com marcadas diferenças no percentual de abundância entre as formas de
262 crescimento. As diatomáceas adnatas representaram uma menor fração da comunidade
263 epífita (*Cocconeis scutellum*) e ocorreram com maior abundância em talos com
264 superfície articulada (*C. verticillata*).

265 Totti et al. (2009) analisando a forma de crescimento das diatomáceas
266 populações de macroalgas marinhas, confirmaram que *Fucus evanescens*, as
267 diatomáceas móveis foram as mais abundantes (ex. *Nitzschia* cf. *amphibia*, *Navicula*
268 *perminuta*, *Navicula* spp.), enquanto as formas eretas foram mais frequentes e

269 abundantes em *Fucus vesiculosus* (*Achnanthes* cf. *brevipes* var. *parvula*,
270 *Gomphoseptatum aestuarii*, *Hyalosira* cf. *delicatula* e *Tabularia investiens*) e *Ulva*
271 *lactuca* (*Tabularia fasciculata* e *T. investiens*). Em *Polysiphonia lanosa*, as formas
272 adnatas foram as mais frequentes, representadas por *Cocconeis stauroneiformis*.

273 Os dados confirmaram que, quanto às formas de crescimento, a comunidade de
274 diatomáceas epífitas nas macroalgas analisadas apresentou características diferentes
275 daquelas encontradas em trabalhos realizados mundialmente. De um modo geral,
276 espécies adnatas, especialmente do gênero *Cocconeis*, têm sido citadas como as mais
277 frequentes e abundantes em macrófitas aquáticas (Siqueiros-Beltrones et al. 2002;
278 Govindasamy & Anantharaj 2013).

279 Neste caso, nas macroalgas marinhas analisadas no presente trabalho, o maior
280 percentual de diatomáceas eretas está associado aos morfotipos dos hospedeiros, como
281 também ao fato de terem sido coletados em local com hidrodinamismo moderado
282 (observação pessoal). A maior riqueza e abundância de células observadas em
283 *Bachelotia antillarum* confirma que a estrutura morfológica filamentosa da espécie,
284 formando tufos densos criou condições mais adequadas para o estabelecimento de uma
285 comunidade epífita mais abundante e diversificada.

286 Os valores do nº de células encontradas no presente estudo foram considerados
287 elevados, quando comparados com os obtidos em macroalgas marinhas de regiões
288 temperadas (Tanaka 1986, Pinckney & Micheli 1998, Snoeijs 1994, 1995, Totti et al.
289 2009, Majewska et al. 2013) e regiões subtropicais e tropicais (Siqueiros-Beltrones et al.
290 2002, Costa et al. 2014).

291 Para Round (1971) macroalgas que secretam substâncias mucilaginosas possuem
292 menor quantidade de diatomáceas epífitas, enquanto gêneros de macroalgas
293 filamentosas suportam uma maior densidade de epífitas, corroborando com os dados
294 obtidos na presente pesquisa.

295 A abundância de algumas espécies como *Cocconeis scutellum*, *Melosira*
296 *moniliformis*, *Rhabdonema adratium* e *Surirella fastuosa* influenciaram os índices de
297 diversidade, equitabilidade e dominância. Nesse aspecto, vale salientar que no talo das
298 três macroalgas a ocorrência de espécies com valores de dominância elevados implicou
299 em índices médios de diversidade biológica, mostrando uma tendência semelhante de
300 outros hospedeiros já analisados em diversas regiões geográficas (McIntire & Moore
301 1977, Costa et al. 2009).

302 De acordo com Ferreira & Seeliger (1985), a baixa e média diversidade
303 biológica é uma característica marcante na comunidade de diatomáceas epífitas, cujo
304 padrão pode ser influenciado diretamente por poucas espécies, que contribuem com
305 número de indivíduos e na caracterização da estrutura da comunidade, sendo este
306 padrão confirmado em diversas macrófitas marinhas (Lopez-Fuerte & Siqueiros-
307 Beltrones 2006, Hernández-Almeida & Siqueiros-Beltrones 2008, Costa et al. 2009).

308 A presente pesquisa demonstrou que os diferentes morfotipos dos talos
309 resultaram em variações nas formas de adesão e nos aspectos quantitativos da
310 comunidade das diatomáceas epífitas.

311 Referências

- 312 Al-Handal, A.Y. and A. Wulff. 2008. Marine epiphytic diatoms from the shallow
313 sublittoral zone in Potter Cove, King George Island, Antarctica. *Bot. Mar.* 51(5):
314 411-435.
- 315 Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of
316 variance. *Austral. Ecol.* 26: 32-46.
- 317 Anderson, M.J. and C.J.F. Braak. 2003. Permutation tests for multifactorial analysis of
318 variance. *J. Stat. Comp. Sim.* 73: 85-113.
- 319 Carr, J. M., G.L. Hergenrader and N.H. Troelstrup. 1986. A simple inexpensive method
320 for cleaning diatoms. *Trans. of Amer. Microsc. Soc.* 105: 152-157.

- 321 Chiovitti, A., T. Dugdale and R. Wetherbee. 2006. Diatom Adhesives: Molecular and
322 Mechanical Properties. *In:* (A.M. Smith and J.A. Callow, eds.) *Biological*
323 *Adhesives*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 79-103.
- 324 Chung, M.H. and K.S. Lee. 2008. Species composition of the epiphytic diatoms on the
325 leaf tissues of three *Zostera* species distributed on the southern coast of Korea.
326 *Algae* 23(1): 75-81.
- 327 Costa, M.M.S., E. Eskinazi-Leça, S.M.B. Pereira and M.E. Bandeira-Pedrosa. 2009.
328 Diatomáceas epífitas em *Galaxaura rugosa* (J. Ellis and Solander) J.V. Lamouroux
329 (Rhodophyta) no Arquipélago de Fernando de Noronha, PE, Nordeste do Brasil.
330 *Acta Bot. Bras.* 23: 713-719.
- 331 Costa, M.M.S., S.M.B. Pereira, P.C. Arruda and E. Eskinazi-Leça. 2014. Quantitative
332 variation of epiphytic diatoms in *Galaxaura rugosa* (Nemaliales: Rhodophyta).
333 *Mar. Biod. Records* 7: 1-7.
- 334 CPRH. *Companhia Pernambucana do Meio Ambiente*. 2003. Diagnóstico sócio
335 ambiental do litoral sul de Pernambuco. Recife, CPRH.
- 336 Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. of*
337 *the Scrip. Inst. Oceanogr. Univ. California* 5: 1-238.
- 338 Ferrario, M.E., E. Sar and S. Sala. 1995. Metodología Básica para el estudio del
339 fitopláncton com especial referéncia a las diatomáceas. *In* (K. Alveal, M.E.
340 Ferrario, E.C. Oliveira and E. Sar, eds.). *Manual de Metodos Ficológicos*.
341 Concepcion, Universidad de Concepcion. pp. 1-23.
- 342 Ferreira, S. and U. Seeliger. 1985. The colonization process of algal epiphytes on
343 *Ruppia Maritima* Linnaeus. *Bot. Mar.* 28: 245-249.
- 344 Gillespie, N.C., M.J. Holmes, J.B. Burke and J. Doley. 1985. Distribution and
345 periodicity of *Gambierdiscus toxicus* in Queensland, Australia. *In* (D.M. Anderson;

- 346 A. White and D. Baden, eds.). *Toxic dinoflagellates*. Elsevier Science Publishing
347 Co. Inc. pp. 183-188.
- 348 Govindasamy, C. and K. Anantharaj. 2013. Epiphytic Diatoms on the seagrass blades
349 from Palk Strait, Tamilnadu, India. *Bot. Res. Int.* 6(3): 67-70.
- 350 Guiry, M.D. and G.M. Guiry. 2014. *Algae Base: Worldwide electronic publication*.
351 National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (accessed on 5
352 January 2015).
- 353 Hammer, Ø., D.A.T. Harper and P.D. Ryan. 2001. *PAST: Paleontological Statistics*
354 *Software Package for Education and Data Analysis*. Palaeontologia Electronica 4.
355 pp. 9.
- 356 Hernández-Almeida, O.U. and D.A. Siqueiros-Beltrones. 2008. Variaciones en la
357 Estructura de Asociaciones de Diatomeas Epífitas de Macroalgas en una Zona
358 Subtropical. *Hidrobiológ.* 18(1): 51-61.
- 359 Higgins, M.J., P. Molino, P. Mulvaney and R. Wetherbee. 2003. The structure and
360 nanomechanical properties of the adhesive mucilage that mediates diatom-
361 substratum adhesion and motility. *J. Phycol.* 39: 1181-1193.
- 362 Hustedt, F. 1961. Die Kieselalgen. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von
363 Deutschland. *Österreich und der Schweiz* 7(3): 1-160.
- 364 Kasim, M. and H. Mukai. 2006. Contribution of Benthic and Epiphytic Diatoms to
365 Clam and Oyster Production in the Akkeshi-ko Estuary. *J. of Oceanog.* 62: 267-
366 281.
- 367 Koenig, M.L. and S.J. Macêdo. 1999. Hydrology and phytoplankton community
368 structure at Itamaracá-Pernambuco (north-east Brazil). *Braz. Arch. Biol. Techn.* 42
369 (2): 381-392.
- 370 Köppen, W. 1918. Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlag und
371 jahreslauf. *Peter. Geograp. Mitteil.* 64: 193-203.

- 372 Littler, S.C. and M.M. Littler. 2000. *Caribbean Reef Plants*. OffShore Graphics Inc,
373 Washington.
- 374 López-Fuerte, F.O. and D.A. Siqueiros-Beltrones. 2006. Distribución y estructura de
375 asociaciones de diatomeas en sedimentos de um sistema de manglar. *Hidrobiológ.*
376 *16(1): 23-33.*
- 377 Madkour, F.F. and G.A. El-Shoubaky. 2007. Spatial and temporal distribution of
378 epiphytic diatoms on macroalgae inhabiting Port Said Coast, Mediterranean Sea,
379 Egypt. *New Egypt. J. of Microb.* *17(2): 285-296.*
- 380 Majewska, R., M.C. Gambi, C.M. Totti, C. Pennesi and M. De Stefano. 2013. Growth
381 form analysis of epiphytic diatom communities of Terra Nova Bay (Ross Sea,
382 Antarctica). *Polar Biol.* *36(1): 73-86.*
- 383 Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University
384 Press. New Jersey. 179p.
- 385 Manso, V.A.V., I.C.S. Correa and N.C. Guerra. 2003. Morfologia e Sedimentologia da
386 Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos, Litoral
387 Sul de Pernambuco, Brasil. *Rev. Pesq. Geoc.* *30: 17-25.*
- 388 McArdle B.H. and M.J. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to community
389 data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* *82: 290-297.*
- 390 McIntire, C.D. and W.W. Moore. 1977. Marine littoral diatoms: Ecological
391 considerations. In: (D. Werner, ed.) *The Biology of Diatoms*. University of
392 California Press, Oxford. pp. 333-371.
- 393 Moncreiff, C.A., M.J. Sullivan and A.E. Daehnick. 1992. Primary production dynamics
394 in seagrass beds of Mississippi sound: The contributions of seagrass, epiphytic
395 algae, sand microflora and phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* *87: 161-171.*

- 396 Moreno, J.L., S. Licea and H. Santoyo. 1996. *Diatomeas del Golfo de California*.
397 Mexico. Universidad Autonoma de Baja California Sur, SEP-FOMES,
398 PROMARCO. 1ed.
- 399 Norton, T.A., M. Melkonian and R. Andersen. 1996. Algal Biodiversity. *Phycologia*
400 35(4): 308-326.
- 401 Peragallo, H. and M. Peragallo. 1897-1908. Diatoms marines de France et des districtes
402 maritimes voisins. *J. Témperere*.
- 403 Pereira, S.M.B. and E. Eskinazi-Leça. 1999. *Estuarine management and sustainable*
404 *development*. Southampton: WIT Press. pp. 70-77.
- 405 Pielou, E.C. 1977. *Mathematical ecology*. New York, J. Wiley.
- 406 Pinckney, J.L. and F. Micheli. 1998. Microalgae on seagrass mimics: does epiphyte
407 community structure differ from live seagrasses? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 221: 59-
408 70.
- 409 Ricard, M. 1987. *Atlas Du Phytoplankton Marin: Diatomophycées*. Paris, Editions Du
410 Centre National de la Recherche Scientifique.
- 411 Round, F.E. 1971. Benthic marine diatoms. *Ocean.and Mar. Biol. – An Ann. Rev.* 9: 83-
412 139.
- 413 Round, F.E. 1981. *The ecology of algae*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 414 Round, F.E., R.M. Crawford and D.G. Mann. 1990. *The diatoms: Biology and*
415 *morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 416 Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bull. of Syst. Tech. J.*
417 27: 379-423.
- 418 Siqueiros-Beltrones, D.A., E. Serviere-Zaragoza and U. Argumedo-Hernández. 2002.
419 Epiphytic diatoms of *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh from the Baja
420 California Peninsula, Mexico. *Oceánides* 17(1): 31-39.

- 421 Snoeijs, P. 1994. Distribution of epiphytic diatom species composition, diversity and
422 biomass on different macroalgal host along seasonal and salinity gradients in the
423 Baltic Sea. *Diat. Research* 9: 189-211.
- 424 Snoeijs, P. 1995. Effects of salinity on epiphytic diatom communities on *Pilayella*
425 *littoralis* (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. *Ecoscience* 2: 382-394.
- 426 Statsoft, Inc. 2004. *Statistica (data analysis software system)*, version 7.
- 427 Takano, H. 1962. Notes on Epiphytic Diatom upon Seaweeds from Japan. *J. of the*
428 *Oceanog. Soc. of Jap.* 18(1): 29-33.
- 429 Tanaka, N. 1986. Adhesive strength of epiphytic diatoms on various seaweeds. *Bull. of*
430 *Jap. of Scient. Fish.* 52(5): 817-821.
- 431 Totti, C., M. Poulin, T. Romagnoli, C. Perrone, C. Pennesi and M. De Stefano. 2009.
432 Epiphytic diatom communities on intertidal seaweeds from Iceland. *Polar Biol.* 32:
433 1681-1691.
- 434 Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung ver quantitativen Phytoplankton-Methodic.
435 *Mitt. Int. Verein. Limnol.* 9: 1-38.
- 436 Van Heurk, H. 1896. *A Treatise on the Diatomaceae*. London, William Wesley & Son.
- 437 Wetherbee, R., L.J. Lind, J. Burke and S.R. Quatrano. 1998. The first kiss:
438 establishment and control of initial adhesion by raphid diatoms. *J. of Phycology* 34:
439 9-15.
- 440 Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthics marine algae of the tropical and subtropical
441 western Atlantic: third revision. *Nov. Hedw. Beih.* 140: 1-166.

442 **Legenda das figuras**

443 **Figura 1** Contribuição das formas de adesão das diatomáceas epífitas em macroalgas
444 marinhas do Nordeste do Brasil. (*B. antillarum*) *Bachelotia antillarum*, (*C.*
445 *verticillata*) *Caulerpa verticillata*, (*H. duperreyi*) *Haloplegma duperreyi*, (□)
446 acidentais, (▣) adnata, (▤) eretas, (▥) móveis. Letras acima das barras indicam

447 diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$), (MS = 226, dF =
448 8), *B. antillarum* (*acidentais*, *adnatas* < *eretas*, *móveis*), *C. verticillata* (*acidentais*,
449 *adnatas* < *eretas* < *móveis*), *H. duperreyi* (*acidentais* < *adnatas* < *eretas* < *móveis*).

450 **Figura 2** N° de células de diatomáceas epífitas ($\text{cel g}^{-1} \text{PF } 10^3$) em macroalgas marinhas
451 do Nordeste do Brasil. (*B. antillarum*) *Bachelotia antillarum*, (*C. verticillata*)
452 *Caulerpa verticillata*, (*H. duperreyi*) *Haloplegma duperreyi*. Letras acima das barras
453 indicam diferenças significativas de acordo com o teste Student-Newman-Keuls ($P <$
454 0.05), (df = 6, MS = 82398), SNK (*H. duperreyi*, *C. verticillata* < *B. antillarum*).

455 **Figura 3** Abundância relativa (%) das diatomáceas epífitas mais representativas em
456 macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (▣) *Cocconeis scutellum*, (■) *Melosira*
457 *moniliformis*, (▤) *Rhabdonema adriaticum*, (■) *Surirella fastuosa*, (▨) outros.

Tabela 1 Riqueza, formas de adesão e abundância relativa (%) das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (*B. antillarum*) *Bachelotia antillarum*, (*C. verticillata*) *Caulerpa verticillata*, (*H. duperreyi*) *Haloplegma duperreyi*, (FA) forma de adesão, (AC) acidentais, (AD) adnata, (ET) eretas, (MO) móveis, (-) dados não existentes.

Táxons	<i>B. antillarum</i>	<i>C. verticillata</i>	<i>H. duperreyi</i>	FA
DIVISÃO BACILLARIOPHYTA				
CLASSE COSCINODISCOPHYCEAE				
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.1	0.1	-	AC
<i>Auliscus sculptus</i> (Smith) Brightwell	0.1	0.1	-	AC
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (Smith) Boyer	2.5	3.5	5.0	ET
<i>Biddulphia tridens</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.2	0.2	0.3	ET
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg	0.2	0.5	-	ET
<i>Melosira moniliformis</i> (Müller) Agardh	24.0	46.0	49.0	ET
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	0.2	-	0.2	ET
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	1.0	-	0.3	ET
<i>Terpsinoë musica</i> Ehrenberg	0.1	-	0.2	ET
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	0.3	0.3	0.1	AC
<i>Triceratium dubium</i> Brightwell	-	0.3	0.2	ET
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	0.2	0.2	0.2	ET
<i>Triceratium pentacrinus</i> (Ehrenberg) Wallich	1.5	2.5	3.5	ET
CLASSE FRAGILARIOPHYCEAE				
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	0.5	0.3	0.2	ET
<i>Grammatophora angulosa</i> Ehrenberg	0.3	1.0	1.0	ET
<i>Grammatophora hamulifera</i> Kützing	0.5	0.2	0.4	ET
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	3.0	3.0	2.0	ET
<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg	0.3	0.3	0.5	ET
<i>Opephora pacifica</i> (Grunow) Petit	0.4	-	-	AC
<i>Podocystis adriatica</i> (Kützing) Ralfs	5.5	2.0	5.5	ET
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	20.0	2.0	1.0	ET
<i>Toxarium undulatum</i> Bailey	0.2	0.5	0.3	ET
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE				
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	0.6	-	-	ET
<i>Amphora</i> sp1.	0.3	0.2	1.0	AD
<i>Amphora</i> sp2.	0.3	0.2	0.1	AD
<i>Amphora proteus</i> Gregory	0.1	-	0.2	AD
<i>Campylodiscus clypeus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing	1.5	1.5	2.0	MO
<i>Cocconeis heteroidea</i> Hantzsch	1.0	0.5	0.2	AD
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	12.0	18.0	9.0	AD
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.2	0.3	0.3	MO
<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.1	0.2	0.2	MO
<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.1	0.2	0.3	MO
<i>Diploneis splendida</i> Cleve	-	0.3	0.4	MO
<i>Diploneis weissflogii</i> (Schmidt) Cleve	0.1	0.2	0.3	MO
<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	-	0.8	AC
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	0.3	0.4	0.3	ET
<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva	-	0.8	-	MO
<i>Mastogloia binotata</i> (Grunow) Cleve	0.1	0.5	0.2	MO
<i>Navicula directa</i> (Smith) Ralfs	0.3	0.2	0.1	MO
<i>Navicula tripunctata</i> (Müller) Bory de Saint-Vincent	0.3	-	0.2	MO
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs in Pritchard	0.2	0.3	2.5	MO
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith	-	0.2	0.3	MO
<i>Petroneis humerosa</i> (Brébisson ex Smith) Stickle & Mann	-	-	0.8	MO
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queckett) Smith	0.3	1.0	0.2	MO
<i>Pleurosigma formosum</i> Smith	1.0	2.0	2.5	MO
<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs in Pritchard	0.3	0.2	0.3	MO
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Gregory) Mann	1.0	1.0	1.0	MO
<i>Seminavis macilenta</i> (Gregory) Danielidis & Mann	0.3	0.3	0.2	MO
<i>Seminavis robusta</i> Danielidis & Mann	0.1	0.3	0.2	MO
<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	16.0	6.0	3.0	MO
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	0.5	0.3	0.2	MO
<i>Tryblionella acuminata</i> Smith	0.2	0.2	0.3	MO
<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow) Mann	1.5	1.5	3.0	MO
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) Mann	0.2	0.2	-	MO

Tabela 2 Análise Multivariada Permutacional com base na distância de variância (PERMANOVA) realizada com o conjunto de dados. * Diferenças significativas $P < 0.05$.

	df	MS	F	P
Hospedeiros	2	0.145	130.7	*
Formas de adesão	2	12.304	1109.2	*
Resíduo	18	0.001		
Total	26			

Tabela 3 ANOVA, teste de Tukey's e Student Newman-Keuls realizada com os dados de riqueza, total do nº de células e das diatomáceas epífitas mais representativas nas macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil. (*Bant*) *Bachelotia antillarum*, (*Cvert*) *Caulerpa verticillata*, (*Hdup*) *Haloplegma duperreyi*.

*diferenças significativas pelo teste *pos hoc* Student Newman-Keuls (SNK) e Tukey's (Tukey's pairwise) ($P < 0.05$).

Táxons	Macroalgas				ANOVA			Tukey's
	<i>Bant</i>	<i>Cvert</i>	<i>Hdup</i>	df	MS	F	P	
<i>Cocconeis scutellum</i>	5588	5522	2579	6	8.86E+11	664.5	*	<i>Hdup</i> < <i>Cvert</i> , <i>Bant</i>
<i>Melosira moniliformis</i>	11228	13989	14615	6	9.74E+11	56.2	*	<i>Bant</i> < <i>Cvert</i> < <i>Hdup</i>
<i>Rhabdonema adriaticum</i>	9357	654	170	6	8.02E+12	7425.0	*	<i>Hdup</i> < <i>Cvert</i> < <i>Bant</i>
<i>Surirella fastuosa</i>	7158	1754	929	6	3.42E+12	2.40E+07	*	<i>Hdup</i> < <i>Cvert</i> < <i>Bant</i>
Outros	12511	8401	11490	6	1.37E+12	3713.0	*	<i>Hdup</i> < <i>Cvert</i> < <i>Bant</i>
Dados suplementares								SNK
Total do nº de células	45842	30321	29783	6	8.23E+04	3028.4	*	<i>Hdup</i> , <i>Cvert</i> < <i>Bant</i>
Riqueza	48	45	47	6	1.00	7.0	*	<i>Cvert</i> < <i>Hdup</i> , <i>Bant</i>

Tabela 4 Índices biológicos das associações de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas do Nordeste do Brasil. (*B. antillarum*) *Bachelotia antillarum*, (*C. verticillata*) *Caulerpa verticillata*, (*H. duperreyi*) *Haloplegma duperreyi*, (H') diversidade de Shannon, (J) equitabilidade de Pielou, (λ) dominância de Simpson, (mín) mínimo, (máx) máximo, (\bar{X}) média, (DP) desvio padrão.

Índices	Hospedeiros						ANOVA			
	<i>B. antillarum</i>		<i>C. verticillata</i>		<i>H. duperreyi</i>		dF	MS	F	P
	mín ± máx	\bar{X} ± DP	mín ± máx	\bar{X} ± DP	mín ± máx	\bar{X} ± DP				
H'	1.63 ± 2.56	2.15 ± 0.38	1.05 ± 2.34	1.94 ± 0.51	1.77 ± 2.42	2.14 ± 0.27	12	0.071	0.84	0.46
J'	0.58 ± 0.75	0.67 ± 0.07	0.40 ± 0.67	0.60 ± 0.11	0.58 ± 0.73	0.66 ± 0.06	12	0.008	1.67	0.24
λ	0.16 ± 0.28	0.22 ± 0.06	0.23 ± 0.60	0.34 ± 0.15	0.20 ± 0.38	0.28 ± 0.07	12	0.017	2.36	0.15

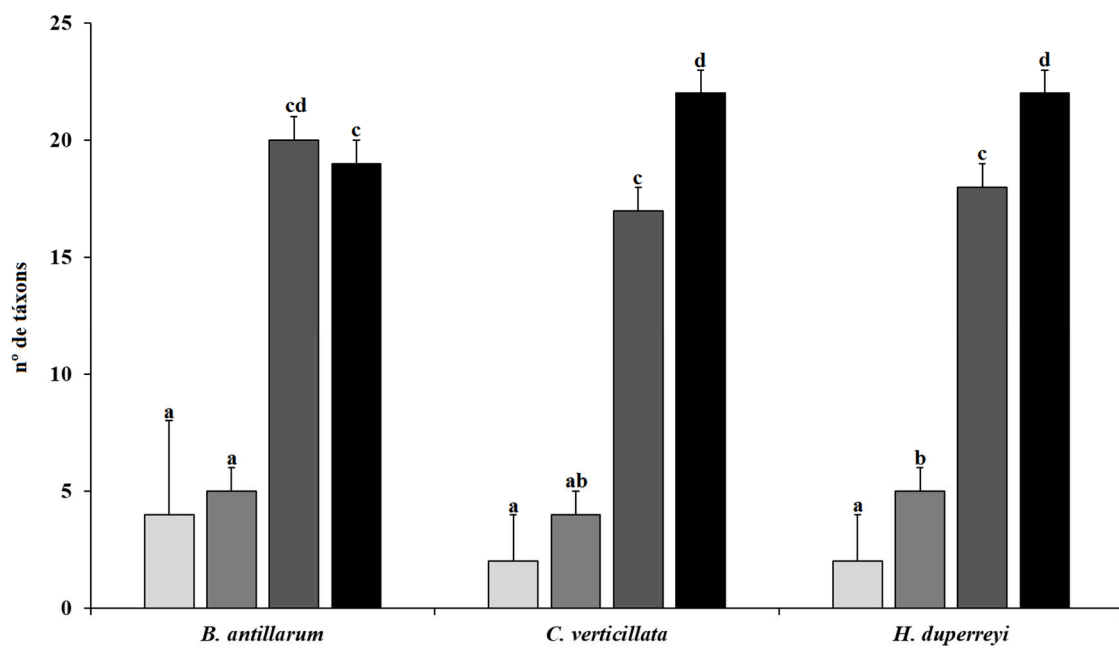


Figura 1

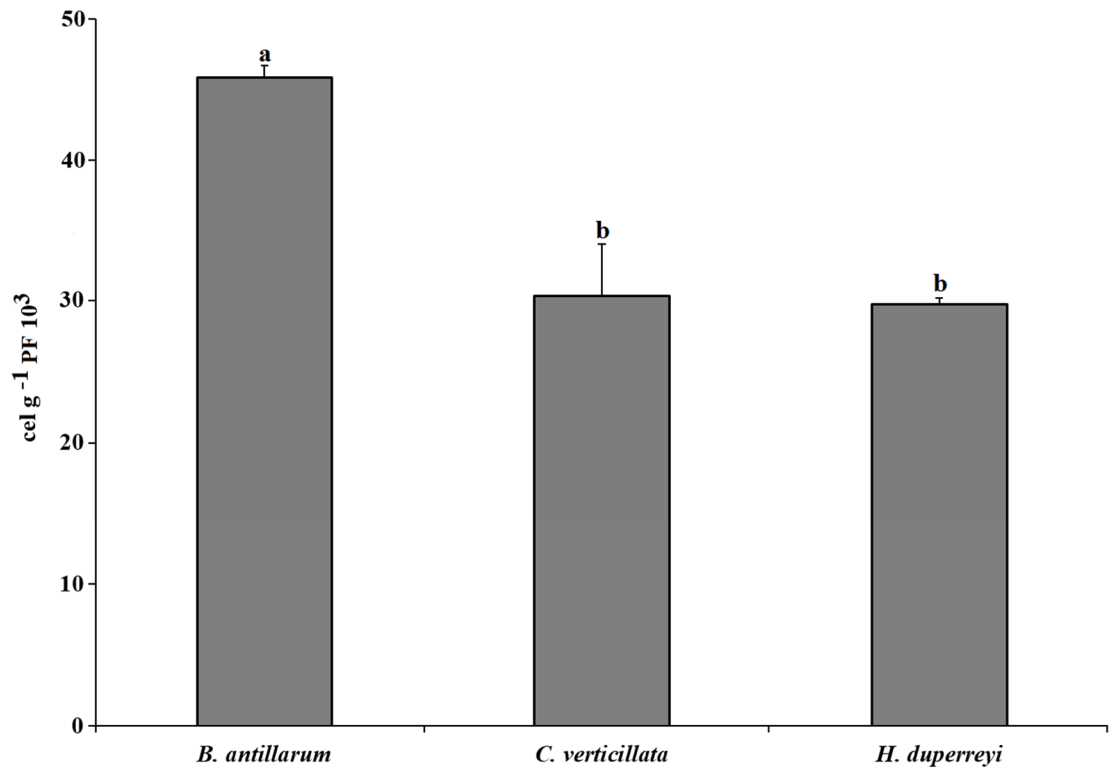


Figura 2

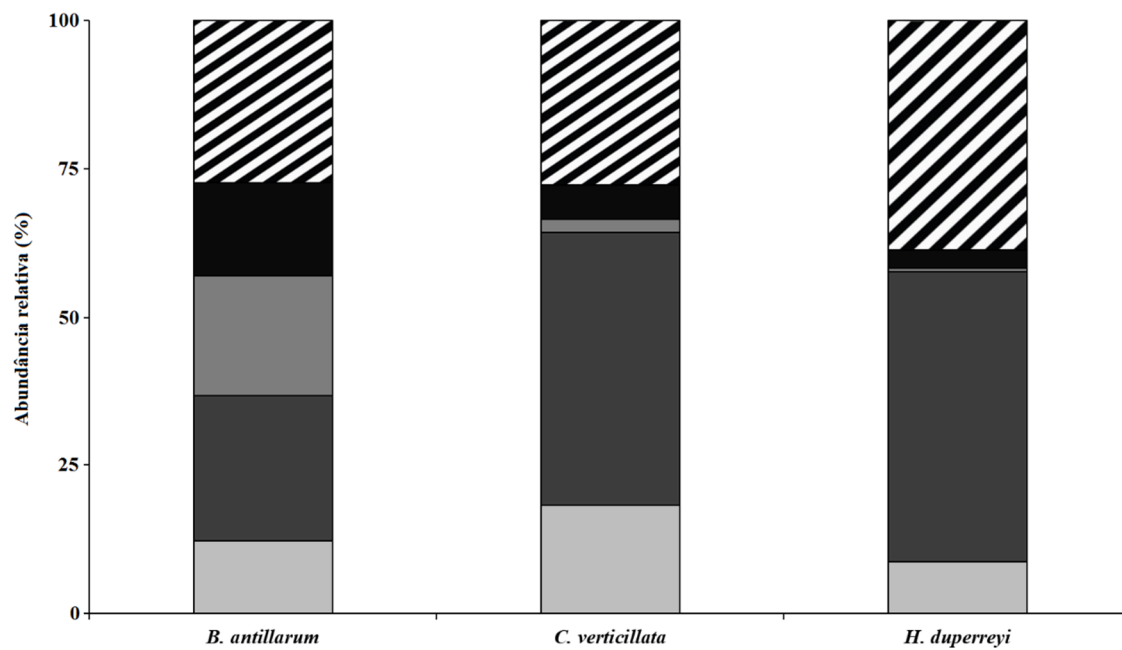


Figura 3

ARTIGO 2

**DISTRIBUIÇÃO DAS DIATOMÁCEAS EPÍFITAS NO TALO DE MACROALGAS MARINHAS DO
NORDESTE DO BRASIL**

*Artigo a ser enviado para a Journal of the Marine Biological Association
of the United Kingdom*

Qualis Capes B1

Fator de impacto: 1.129



Recife

2015

1 **Distribuição das diatomáceas epífitas no talo de macroalgas marinhas do Nordeste do**
2 **Brasil**

3 Manoel Messias da Silva Costa¹, Élica Amara Cecília Guedes², Sonia Maria Barreto Pereira¹ &
4 Enide Eskinazi Leça¹.

5 ¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52.171-900,
6 Recife, Pernambuco, Brasil.

7 ²Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, s/n, 57072-900, Maceió, Alagoas,
8 Brasil.

9 **RESUMO:** *O objetivo do trabalho foi analisar a distribuição das diatomáceas epífitas em*
10 *diversas porções do talo (apical, mediana, basal) das macroalgas *Codium isthmocladum* Vickers*
11 *(Ulvophyceae), *Hydropuntia cornea* (J. Agardh) M.J. Wynne (Rhodophyceae) e *Spatoglossum**
12 *schroederi (C. Agardh) Kützing (Phaeophyceae). As amostras foram coletadas no mesolitoral do*
13 *estado de Alagoas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem*
14 *(setembro de 2010). Foram identificadas 50 espécies de diatomáceas, entre as quais *Cocconeis**
15 *scutellum, *Diploneis cabro*, *Navicula cryptocephala* e *Nitzschia sigmoidea* foram como as mais*
16 *representativas. Os testes estatísticos confirmaram que as variações na riqueza (número de*
17 *espécies) e na abundância (cel g⁻¹ PF) estiveram condicionadas aos dois períodos anuais e às*
18 *diversas partes de cada hospedeiro (apical, mediana e basal).*

19 **Palavras-chave:** distribuição vertical, riqueza, abundância, região tropical.

20 **Running title**

21 *Distribuição das diatomáceas no talo de macroalgas*

22 **Autor para correspondência:**

23 M.M.S. Costa. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de
24 Pernambuco. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52.171-900. Recife, Pernambuco, Brasil.

25 **E-mail:** manobio@hotmail.com

26 INTRODUÇÃO

27 As populações de diatomáceas epífitas são consideradas altamente produtivas nos ecossistemas
28 aquáticos (Booth, 1986; Mann, 1999). Por apresentarem uma natureza oportunista às condições
29 ambientais, as diatomáceas epífitas exibem ampla distribuição no talo dos hospedeiros ao qual
30 estão aderidas (Siqueiros-Beltrones, 2002). No entanto, a estrutura dessas populações pode sofrer
31 variações entre hospedeiros da mesma ou de diferentes espécies, como também, nas diversas
32 partes de um mesmo hospedeiro, em virtude da ação de fatores bióticos e abióticos (Hillebrand
33 & Sommer, 2000; Worm & Sommer, 2000; Gross *et al.*, 2003; Amsler *et al.*, 2005; Frankovich
34 *et al.*, 2006).

35 Para Takahashi (1934), as diatomáceas que apresentam grande força de adesão
36 predominam na porção superior dos hospedeiros (*Striatella* e *Nitzschia*), enquanto espécies com
37 fraca adesão (*Coccinodiscus* e *Biddulphia*) são dominantes na porção inferior. Tanaka *et al.*
38 (1984), descreveram que as diatomáceas podem ser classificadas em três grupos de acordo com a
39 distribuição nos hospedeiros: na porção superior, a flora epífita é composta por espécies que se
40 aderem diretamente ao hospedeiro através das valvas (*Cocconeis*), na porção mediana, por
41 espécies móveis ativas (*Navicula* e *Nitzschia*) e na porção inferior, encontram-se espécies que se
42 aderem firmemente ao hospedeiro através de pedúnculos mucilaginosos (*Grammatophora*,
43 *Licmophora*, *Synedra*).

44 Comte & Cazaubon (2002) analisando a distribuição das diatomáceas em folhas de
45 *Potamogeton densus* L., notaram que o ápice e bordas das folhas favoreceram o desenvolvimento
46 das diatomáceas em comparação com à região central. Essa diferenciação na superfície foliar
47 esteve relacionada com a morfologia da planta e parâmetros ambientais, tais como, trocas
48 gasosas, liberação de nutrientes e pastoreio por macroinvertebrados. Tais fatores têm sido
49 relatados, especialmente quando a superfície dos hospedeiros é plana, lisa e jovem, implicando
50 uma distribuição específica das microalgas epífitas (Burkholder & Wetzel, 1990; Jones *et al.*,
51 1998; Jones, 2000).

52 No litoral do nordeste do Brasil, estudos sobre a distribuição das diatomáceas epífitas em
53 macroalgas marinhas têm sido poucos (Bandeira-Pedrosa *et al.*, 2008). Algumas informações
54 estão direcionadas ao conhecimento da flora epífita em macroalgas marinhas em áreas insulares
55 do Arquipélago de Fernando de Noronha, cujos resultados comprovaram variações quantitativas
56 entre as diversas partes do talo de macroalgas coletadas em locais com características ambientais
57 diferentes (Costa *et al.*, 2014).

58 O presente estudo tem como objetivo avaliar a riqueza e a abundância das diatomáceas
59 associadas em diversas partes do talo (apical, mediana e basal) de três espécies de macroalgas
60 marinhas que habitam a região do mesolitoral do estado de Alagoas, nordeste do Brasil. Com os
61 resultados obtidos pretende-se provar a hipótese que as diatomáceas não apresentam distribuição
62 uniforme no talo dos hospedeiros.

63 MATERIAIS E MÉTODOS

64 **Área de estudo**

65 A área de coleta está localizada no litoral centro do estado de Alagoas, entre as coordenadas
66 9°34'0" S e 35°39'0" W, caracterizada por ser uma planície de origem sedimentar protegida por
67 uma barreira de recifes do tipo franja que se estende em linhas paralelas à costa, aflorando em
68 alguns locais ou parcialmente imersos em outros pontos, sendo coberta pelo mar ou por
69 sedimentos. Apresenta clima quente e úmido, do tipo As', segundo a classificação de Köppen
70 (Köppen, 1918), poucas diferenciações térmicas e precipitações distribuídas em dois períodos
71 anuais: chuvoso, entre março e agosto, e estiagem (entre setembro e fevereiro). As temperaturas
72 médias mensais do ar oscilam em torno de 25°C e temperatura da água de 24°C. O índice
73 pluviométrico é sempre superior a 1410 mm/ano e salinidade de 32.

74 **Coleta e análises**

75 Exemplares de macroalgas foram coletadas manualmente na região do mesolitoral, durante as
76 marés de sizígia, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010), e
77 preservadas em formol neutro a 4%. As espécies coletadas foram: 1) *Codium isthmocladum*

78 Vickers (Bryopsidales, Ulvophyceae), alga verde de talo ereto cilíndrico, ramificação dicotômica
79 regular com até 20 cm de altura e fixos ao substrato por um apressório basal discoide; 2)
80 *Hydropuntia cornea* (J. Agardh) M.J. Wynne (Gracilariales, Rhodophyceae), alga vermelha com
81 talo cilíndrico ereto e ligeiramente comprimido, medindo cerca de 30 cm altura, com
82 ramificações sub dicotômicas a irregular; 3) *Spatoglossum schroederi* (C. Agardh) Kützing
83 (Dictyotales, Phaeophyceae) alga marrom, com talo laminar, medindo cerca de 13 cm de
84 comprimento, 0,5-5 cm de largura, presa ao substrato por filamentos rizoidais que formam um
85 apressório bulboso.

86 De cada coleta, foram selecionados aleatoriamente três exemplares de cada espécie de
87 macroalga, que foram lavados com água destilada para remoção do sedimento. Em seguida, cada
88 exemplar foi fragmentado em três porções simetricamente iguais (apical, mediana e basal).
89 Fragmentos de cinco gramas de peso fresco de cada porção foram submetidos à oxidação direta
90 com hipoclorito de sódio a 1%, para remoção das células das diatomáceas. A quantificação foi
91 realizada em câmeras com capacidade para 1 ml utilizando o método de Sedgwick-Rafter
92 (APHA, AWWA, WEF, 2005; Legresley & McDermott, 2010).

93 A abundância de células foi expressa em grama de peso fresco de macroalga (cel g^{-1} PF)
94 (Costa *et al.*, 2014) e a abundância relativa acumulada foi expressa em porcentagem, tendo sido
95 considerada a proporção de células de cada porção do hospedeiro (apical, mediana e basal), em
96 relação ao número total de células quantificadas (Totti *et al.*, 2009).

97 Parte do material oxidado foi utilizado para confecção de lâminas permanentes,
98 necessárias à identificação das espécies. As lâminas foram examinadas em microscópio óptico
99 binocular Axioskop – Carl Zeiss, com objetiva de 100x. Para a identificação foi utilizada
100 bibliografia especializada: Van Heurk (1896), Peragallo & Peragallo (1897-1908), Cupp (1943),
101 Hustedt (1961), Takano (1962), Ricard (1987), Round *et al.* (1990) e Moreno *et al.* (1996).

102 Para o enquadramento dos táxons utilizou-se o sistema de classificação de Round *et al.*
103 (1990). As macroalgas marinhas foram identificadas e descritas com base no trabalho de Littler

104 & Littler (2000) e a ordenação taxonômica de acordo com Wynne (2011). O refinamento de
105 identificação e os nomes científicos das espécies foram confirmadas através do banco de dados
106 on-line AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2014).

107 A frequência de ocorrência (%) foi calculada a partir do número de vezes em que cada
108 táxon ocorreu nas porções do talo dos hospedeiros, por intermédio da fórmula: $F=P \times 100/p$, onde,
109 P = número de amostras contendo a espécie; p = número total de amostras, sendo estabelecidos
110 os seguintes critérios: muito frequente – ocorrência em mais de 70% das amostra; frequente –
111 ocorrência entre 70 e 40% das amostras; pouco frequente – ocorrência entre < 40 e 20% das
112 amostras e esporádica < 20% (Mateucci & Colma, 1982).

113 **Dados ecológicos**

114 A riqueza correspondeu ao número de espécies encontrado em cada parte da macroalga. Para a
115 diversidade específica utilizou-se o índice de Shannon (H') ($-\sum p_i \cdot \log_2$) (Shannon, 1948),
116 equitabilidade de Pielou (J') (Pielou, 1977) e dominância de Simpson (λ) (Magurran, 1988). Para
117 estes cálculos foi utilizado o programa estatístico PAST (Hammer *et al.*, 2001).

118 **Tratamento estatístico**

119 Teste de Levene's foi utilizado para avaliar a normalidade e homogeneidade de variância.
120 Análises de variância (ANOVA unifatorial) foram usadas para testar a riqueza, abundância de
121 diatomáceas e porções do talo (apical, mediana e basal) durante os períodos de coleta. Teste de
122 comparações múltiplas de Tukey (*Tukey's pairwise*) para riqueza e teste Student-Newman-Keul's
123 para abundância de células foram aplicados quando ocorreram diferenças significativas ($P <$
124 0.05).

125 Análise multivariada permutacional (PERMANOVA), com base na distância Euclidiana
126 foram realizadas para avaliar a distribuição da riqueza das diatomáceas nas diferentes partes do
127 talo das macroalgas (Anderson, 2001; McArdle & Anderson, 2001; Anderson & Braak, 2003).
128 ANOVA de medidas repetidas foram utilizadas para avaliar a relação entre os índices ecológicos

129 e partes do talo das macroalgas. Para esses procedimentos foi utilizado o programa estatístico
130 PAST (Hammer *et al.*, 2001).

131 RESULTADOS

132 **Distribuição no talo das macroalgas**

133 Foram identificadas 50 espécies de diatomáceas epífitas, distribuídas nas classes
134 Bacillariophyceae (33 spp.), Coscinodiscophyceae (08 spp.) e Fragilariophyceae (09 spp.).
135 *Hydropuntia cornea* foi o hospedeiro que apresentou uma maior diversidade (38 spp.), sendo
136 *Amphora bigibba*, *Bacillaria paxillifer*, *Cocconeis discrepans*, *Guinardia striata*, *Gyrosigma*
137 *fasciola*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira eccentrica* e *Tryblionella punctata* de ocorrência
138 exclusiva nesse hospedeiro. *Spatoglossum schroederi* (29 spp.) foi o segundo hospedeiro mais
139 representativo, tendo sido *Cylindrotheca closterium*, *Diploneis weissflogii* e *Stephanodiscus*
140 *hantzschii* encontradas apenas no talo desse hospedeiro. *Codium isthmocladum* (23 spp.) foi o
141 hospedeiro com diversidade mais baixa, com *N. longissima* e *Thalassionema nitzschioides* e
142 *Pleurosigma acutum* como as espécies exclusivas (Tabela 1).

143 Através da análise multivariada permutacional (PERMANOVA), a distribuição da
144 diatomáceas no talo dos três hospedeiros apresentaram diferenças significativas. Pelas análises
145 da distância Euclidiana ($F = 60473$, $P < 0.05$) foi comprovado que essas variâncias estiveram
146 condicionadas as diferentes partes do talo das macroalgas (Tabela 2).

147 Com relação aos dois períodos anuais, a riqueza de diatomáceas nas macroalgas
148 apresentou diferenças significativas, com valores sempre mais elevados durante o período de
149 estiagem ($F = 298.4$, $P < 0.05$) (Figura 1).

150 Diferenças significativas na riqueza entre as três partes dos hospedeiros foram observadas
151 no período de estiagem ($F = 27.73$, $P < 0.05$). Maiores diversidades foram observadas nas
152 porções apical e mediana de *H. cornea* (23 spp.) e *S. schroederi* (14 spp.), respectivamente. Em
153 *C. isthmocladum* (10 spp.) maior riqueza ocorreu na parte basal do hospedeiro (Figura 1). De

154 acordo com o teste de Tukey's ocorreram diferenças significativas entre as três porções de um
155 mesmo hospedeiro como entre os três hospedeiros (Tabela 3).

156 Foram observadas diferenças significativas na abundância das diatomáceas (cel g^{-1} PF)
157 entre os hospedeiros ($F = 39000$, $P < 0.05$). O teste Newman-Kuels indicou que houve diferença
158 entre os três hospedeiros, com maior concentração de células em *H. cornea* (19368 g^{-1} PF, na
159 porção apical). Nos períodos anuais, a abundância apresentou diferenças significativas, com
160 maiores valores no período de estiagem ($F = 13800$, $P < 0.05$).

161 De acordo com ANOVA, diferenças na abundância de células ocorreram, também, nas
162 partes do talo dos hospedeiros ($F = 9.04$, $P < 0.05$). O teste Newman-Kuels indicou diferenças
163 significativas na porção basal de *C. isthmocladum* (no período de estiagem) e nas porções apical,
164 mediana e basal de *H. cornea* e *S. schroederi* (Figura 2).

165 *Nitzschia longissima* (25%) e *Cocconeis scutellum* (15%) foram as espécies mais
166 representativas em *Codium isthmocladum*, com maior abundância de células observado na
167 porção basal (2356 cel g^{-1} PF) (Figura 2, Tabela 1). *Cocconeis scutellum* (50%), *Diploneis*
168 *bombus* e *Ulnaria ulna* com 25% (Tabela 3) foram as mais abundantes no talo de *S. schroederi*
169 que apresentou maior abundância na porção apical (4188 cel g^{-1} PF) (Figura 2, Tabela 1).

170 A maior abundância de células foi encontrada na porção apical de *H. cornea* (7852 cel g^{-1}
171 PF), destacando-se *Ulnaria ulna* (18.3%) e *Grammatophora hamulifera* (16.5%), com
172 percentuais mais representativos (Figura 2, Tabela 1).

173 Dados da ANOVA e teste de comparação múltipla (*Tukey's pairwise*) realizados com
174 dados de riqueza e abundância de células nas diversas partes do talo das macroalgas, durante os
175 períodos de estudo, estão apresentados na Tabela 3.

176 Índices ecológicos

177 A Tabela 4 apresenta os valores de média, desvio padrão e sumário da ANOVA dos índices de
178 diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e dominância de Simpson (λ).

179 Os maiores valores de diversidade de Shannon (H') foram encontrados nas partes apicais
180 de *H. cornea* (2.79), mediana de *S. schroederi* (2.56) na porção mediana e basal de *C.*
181 *isthmocladum* (2.20), no período de estiagem (Figura 3). Enquanto os maiores valores de
182 equitabilidade (J') foram observados nas porções mediana de *C. isthmocladum* (0.98) e *S.*
183 *schroederi* (0.98) e apical e basal de *H. cornea* (0.97) (período chuvoso) (Figura 3).

184 A dominância de Simpson (λ) foi de 0.88 na porção basal de *C. isthmocladum*, 0.91 na
185 porção apical de *H. cornea* e 0.92 na porção mediana de *S. schroederi* (período de estiagem)
186 (Figura 3). De um modo geral as a distribuição das diatomáceas partes do talo dos hospedeiros se
187 mostraram de média diversidade biológica e com distribuição equitativa.

188 DISCUSSÃO

189 A riqueza de diatomáceas das três macroalgas analisadas ($S = 50$) foi considerada semelhante
190 aos trabalhos realizados com macroalgas de região tropical (Costa *et al.*, 2009), subtropical e fria
191 (Siqueiros-Beltrones & Valenzuela-Romero, 2004; Totti *et al.*, 2009). Comparando os
192 hospedeiros, *Hydropuntia cornea* (38 spp.) apresentou uma maior riqueza de diatomáceas em
193 relação a *Spatoglossum schroederi* (29 spp.) e *Codium isthmocladum* (23 spp.).

194 Segundo Huang & Boney (1985), a diatomoflora epífita foi mais abundante em
195 macroalgas marinhas verdes e vermelhas, porém em outros estudos realizados no mundo, as
196 macroalgas marinhas pardas e vermelhas apresentaram uma maior diversidade de espécies
197 epífitas, estando de acordo com o presente estudo (Siqueiros-Beltrones & Valenzuela-Romero,
198 2004; Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida, 2006).

199 A diferença na estrutura das comunidades de diatomáceas epífitas pode ocorrer quando os
200 hospedeiros crescem em diferentes locais de exposição à luz e por estarem sujeitas ao
201 hidrodinamismo, pois o tipo de movimentação das correntes pode selecionar a flora associada
202 (Navarro, 1983; Navarro *et al.*, 1989).

203 A menor riqueza observada em *C. isthmocladum*, foi associada ao fato dos exemplares
204 terem sido encontradas em regiões do mesolitoral com maior influência da movimentação das

205 marés. Além disso as macroalgas verdes apresentam substâncias mucilaginosas para proteção
206 contra choques mecânicos e produção de compostos bioativos (terpenóides), como defesa
207 química contra herbivoria e, com isso, impedir ou dificultar a adesão de microorganismos
208 epifíticos em sua superfície (Hay & Fenical, 1988).

209 A abundância das diatomáceas epífitas foi maior nas porções apicais de *H. cornea* e *S.*
210 *schroederi*, por terem sido coletadas em locais mais protegidos (platô e poças recifais). *C.*
211 *isthmocladum*, que foi coletada em locais com maior influência das correntes marinhas (crista
212 recifal), apresentou maior concentração de células nas porções basais do talo. Isto sugere que a
213 movimentação das marés é um fator de influência na distribuição das diatomáceas nas diversas
214 partes do talo dos hospedeiros. De acordo com Costa et al. (2009, 2014), a abundância de
215 diatomáceas epífitas na rodófitica *Galaxaura rugosa*, coletada em locais com forte
216 hidrodinamismo, na região insular do Arquipélago de Fernando de Noronha – PE, foi maior nas
217 porções mediana e basal. Este fato, confirma que o hidrodinamismo contribui para a ocorrência
218 de diferenças na distribuição das diatomáceas epífitas no talo dos hospedeiros.

219 Os valores de densidade encontrados na presente pesquisa (7852 cel g⁻¹ PF) em
220 *Hydropuntia cornea* (período de estiagem), foram considerados similares, quando comparado
221 aos resultados por obtidos em *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh, do México (Siqueiros-
222 Beltrones et al., 2002) e de 10 macroalgas marinhas, da Islândia (Totti et al., 2009) e menores
223 quando comparados com 10 macroalgas marinhas do Japão (Tanaka, 1986) e *Galaxaura rugosa*
224 do arquipélago de Fernando de Noronha (Costa et al., 2014).

225 A abundância de células de diatomáceas apresentou diferenças significativas entre os
226 meses estudados, com maiores valores sempre no período de estiagem. Este fato foi atribuído ao
227 movimento das marés, com maior dinamismo durante o período das chuvas, facilitando a
228 liberação das espécies com menor poder de adesão. *Codium isthmocladum* apresentou uma
229 menor abundância, quando comparada com *Hydropuntia cornea* e *Spatoglossum schroederi*.

230 Esta diferença foi atribuída às diferenças morfológicas do talo e pela maior exposição do
231 hospedeiro a movimentação das marés.

232 Tanaka *et al.* (1984) descreveram a estrutura das diatomáceas de acordo com a
233 distribuição no hospedeiro. Nas porções superiores, a comunidade foi composta por *Cocconeis*
234 spp. (espécies adnatas), nas porções medianas, foi composta por *Amphora* spp., *Navicula* sp.,
235 *Nitzschia closterium*, *N. hybrida* e *N. longissima* e *Synedra tabulata* (espécies móveis ativas), e
236 nas porções inferiores, por espécies de *Gomphonema* sp., e *Licmophora* sp., que se aderem
237 firmemente ao substrato através de peduncúlos. Nas espécies de macroalgas presentemente
238 analisadas, a estrutura da flora das diatomáceas esteve dominada por *Cocconeis scutellum* (50%
239 na porção apical de *Spatoglossum schroederi*), *Navicula cryptocephala* (50% na porção
240 mediana) e *Nitzschia sigmoidea* (50% na porção mediana).

241 Para Cebrian *et al.* (1999) e Müller (1999), em *Fucus* e *Laminaria* a maior abundância de
242 diatomáceas ocorre na porção superior (fronde) do que na porção inferior (estipe) do talo, devido
243 à proximidade da fronde com a superfície da água e maior disponibilidade de luz. No entanto, tal
244 conceito não pode ser generalizado para todas as macroalgas. Em algumas algas vermelhas, as
245 partes mais jovens do talo (regiões apicais) são menos colonizadas por diatomáceas epífitas,
246 devido à diferença na natureza física e/ou química das espécies, em comparação com a partes
247 mediana e inferior dos talos (Totti *et al.*, 2009). Porém, Comte & Cazaubon (2002) analisando a
248 distribuição vertical de diatomáceas em folhas de *Potamogeton densus* L., observaram que em
249 partes específicas da folha, como o ápice e periferia da folha, favoreciam o desenvolvimento das
250 diatomáceas, em comparação com a região central, que que teriam menor ocorrência de
251 microalgas. Além disso, a morfologia da planta e os parâmetros ambientais, como as trocas
252 gasosas, a superfície dos hospedeiros e o pastoreio feito por macroinvertebrados, podem
253 provocar diferenças na distribuição das microalgas epífitas em macrófitas aquáticas (Burkholder
254 & Wetzel, 1990; Jones *et al.*, 1998; Jones, 2000).

255 No presente estudo, as três espécies de macroalgas, apesar de terem sido coletadas em
256 região com características ambientais semelhantes, apresentaram diferenças na estrutura
257 florística ao longo do talo das macroalgas, comprovando que a riqueza e abundância das
258 diatomáceas não ocorreu de modo uniforme nas diversas partes do talo, o que pode ter sido
259 influenciado, tanto pela morfologia dos hospedeiros, como pelo hidrodinamismo.

260 REFERÊNCIAS

261 **Amsler C.D., Okogbue I.N., Landry D.M., Amsler M.O., McClintock J.B. and Baker B.J.**

262 (2005) Potential chemical defenses against diatom fouling in Antarctic macroalgae. *Botanica*
263 *Marina* 48, 318-322.

264 **Anderson M.J.** (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.
265 *Austral Ecology* 26, 32-46.

266 **Anderson M.J. and C.J.F. Braak.** (2003) Permutation tests for multifactorial analysis of
267 variance. *Journal of Statistical Computation and Simulation* 73, 85-113.

268 **APHA, AWWA and WEF.** (2005) *Standard Methods for the examination of water and*
269 *wastewater*. 21ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

270 **Bandeira-Pedrosa M.E., Pereira S.M.B. and Eskinazi-Leça E.** (2008) Flora epífita no gênero
271 *Halimeda* Lamouroux (Chlorophyta, Bryopsidales) na costa nordeste do Brasil. *Série Livros*
272 *do Museu Nacional* 1, 103-112.

273 **Booth W.E.** (1986) A method for removal of some epiphytic diatoms. *Botanica Marina* 24, 603-
274 609.

275 **Burkholder J.M. and Wetzel R.G.** (1990) Epiphytic alkaline phosphatase on natural and
276 artificial plants in an oligotrophic lake: reevaluation of the role of macrophytes as a
277 phosphorus source for epiphytes. *Limnology and Oceanography* 35, 736-747.

278 **Cebrián J., Enríquez S., Fortes M., Agawin N., Vermaat J.E. & Duarte C.M.** (1999)
279 Epiphyte accrual on *Posidonia oceanica* (L.) Délile leaves: implication for light absorption.
280 *Botanica Marina* 42, 123-128.

- 281 **Comte K. and Cazaubon A.** (2002) Structural variations of epiphytic diatom communities on
282 three macrophytes in a regulated river (Durance) in South-East of France. *Annals of*
283 *Limnology* 38, 4, 297-305.
- 284 **Costa M.M.S., Eskinazi-Leça E., Pereira S.M.B. & Bandeira-Pedrosa M.E.** (2009)
285 Diatomáceas epífitas em *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J. V. Lamouroux
286 (Rhodophyta) no Arquipélago de Fernando de Noronha, PE, Nordeste do Brasil. *Acta*
287 *Botanica Brasilica* 23, 713-719.
- 288 **Costa M.M.S., Pereira S.M.B., Arruda P.C. and Eskinazi-Leça E.** (2014) Quantitative
289 variation of epiphytic diatoms in *Galaxaura rugosa* (Nemaliales: Rhodophyta). *Marine*
290 *Biodiversity Records* 7, 1-7.
- 291 **Cupp E.E.** (1943) Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bulletin of the*
292 *Scripps Institution of Oceanography of the University of California* 5, 1-238.
- 293 **Frankovich T.A., Gaiser E.E., Ziemann J.C. and Wachnicka A.H.** (2006) Spatial and temporal
294 distribution of epiphytic diatoms growing on *Thalassia testudinum* Banks ex König:
295 relationships to water quality. *Hydrobiologia* 569, 259-271.
- 296 **Gross E.M., Feldbaum C. and Graf A.** (2003) Epiphyte biomass and elemental composition on
297 submersed macrophytes in shallow eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 506-509, 559-565.
- 298 **Guiry M.D. and Guiry G.M.** (2014) *Algae Base: Worldwide electronic publication*. National
299 University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (accessed on 5 January 2015).
- 300 **Hammer Ø., Harper D.A.T. and Ryan P.D.** (2001) *PAST: Paleontological Statistics Software*
301 *Package for Education and Data Analysis*. Palaeontologia Electronica 4.
- 302 **Hay M.E. & Fenical W.** (1988) Marine Plant-Herbivore Interactions: The Ecology of Chemical
303 Defense. *The Annual Review of Ecology and Systematics* 19, 111-145.
- 304 **Hillebrand H. and Sommer U.** (2000) Effect of continuous nutrient enrichment on microalgae
305 colonizing hard substrates. *Hydrobiologia* 426, 185-192.

- 306 **Huang R. & Boney A.D.** (1985) Individual and combined interactions between littoral diatoms
307 and sporelings of red algae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 85, 101-
308 111.
- 309 **Hustedt F.** (1961) Die Kieselalgen. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland.
310 *Österreich und der Schweiz* 7, 3, 1-160.
- 311 **Jones M.R., Weatherhead M., Stanger C. and Graynoth E.** (1998) Macroinvertebrate
312 distribution in the littoral zone of Lake Coleridge, South Island, New Zealand- effects of
313 habitat stability, wind exposure and macrophytes. *New Zealand Journal of Marine &*
314 *Freshwater Research* 32, 287-305.
- 315 **Jones J.I., Moss B., Eaton J.W. and Young J.O.** (2000) Do submerged aquatic plants influence
316 periphyton community composition for the benefit of invertebrate mutualists? *Freshwater*
317 *Biology* 43, 591-604.
- 318 **Köppen W.** (1918). Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf.
319 *Peter Geograph Mitteil* 64, 193-203.
- 320 **Legresley M. and McDermott G.** (2010) Counting chamber methods for quantitative
321 phytoplankton analysis – haemocytometer, Palmer-Maloney cell and SedgewickRafter cell.
322 In Karlson B., Cusack C. and Bresnan E. (eds) *Microscopic and molecular methods for*
323 *quantitative phytoplankton analysis*. Paris, UNESCO. (IOC Manuals and Guides, nº 55.)
324 (IOC/2010/MG/55).
- 325 **Littler S.C. and Littler M.M.** (2000) *Caribbean Reef Plants*. OffShore Graphics Inc,
326 Washington.
- 327 **Magurran A.E.** (1988) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
328 New Jersey.
- 329 **Mann D.G.** (1999) The species concept in diatoms. *Phycologia* 38, 437-495.
- 330 **Mateucci S. and Colma A.** (1982) La metodologia para El estudio de La vegetacion. Coleccion
331 de monografias cientificas. *Serie Biologia* 22, 1-168.

- 332 **McArdle B.H. and Anderson M.J.** (2001) Fitting multivariate models to community data: a
333 comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* 82, 290-297.
- 334 **Moreno J.L., Licea S. and Santoyo H.** (1996) *Diatomeas del Golfo de California*. 1ed. Mexico.
335 Universidad Autonoma de Baja California Sur, SEP-FOMES, PROMARCO.
- 336 **Müller U.** (1999). The vertical zonation of adressed diatoms and other epiphytic algae on
337 *Phragmites australis*. *European Journal of Phycology* 34, 487-496.
- 338 **Navarro J.N.** (1983) A survey of the marine diatoms of Puerto Rico. *Botanica Marina* 26, 119-
339 136.
- 340 **Navarro J.N., Perez C., Arce N. & Arroyo B.** (1989) Benthic marine diatoms of Caja de
341 Muertos Island, Puerto Rico. *Nova Hedwigia* 49, 333-367.
- 342 **Peragallo H. and Peragallo M.** (1897-1908) Diatoms marines de France et des districtes
343 maritimes voisins. *Journal Témperé*.
- 344 **Pielou E.C.** (1977) *Mathematical ecology*. New York, J. Wiley.
- 345 **Ricard M.** (1987) *Atlas Du Phytoplancton Marin: Diatomophycées*. Paris, Editions Du Centre
346 National de la Recherche Scientifique.
- 347 **Round F.E., Crawford R.M. and Mann D.G.** (1990) *The diatoms: Biology and morphology of*
348 *the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 349 **Siqueiros-Beltrones D.A.** (2002) *Diatomeas Bentónicas de La Península de Baja California;*
350 *Diversidad y Potencial Ecológico*. Instituto Politécnico Nacional – Centro Interdisciplinario
351 de Ciencias Marinas – Universidad Autónoma de B.C.S., La Paz, México.
- 352 **Siqueiros-Beltrones D.A., Serviere-Zaragoza E. & Argumedo-Hernández U.** (2002)
353 Epiphytic diatoms of *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh from the Baja California
354 Peninsula, Mexico. *Océanides* 17, 1, 31-39.
- 355 **Siqueiros-Beltrones D.A. & Valenzuela-Romero G.** (2004) Benthic diatom assemblages in an
356 abalone (*Haliotis* spp.) habitat in the Baja Peninsula. *Pacific Science* 58, 3, 435-446.

- 357 **Siqueiros-Beltrones D.A. & Hernández-Almeida O.U.** (2006) Florística de diatomeas epífitas
358 en macroalgas de un manchón subtropical. *Oceánides* 21, 1, 11-61.
- 359 **Shannon C.E.** (1948) A mathematical theory of communication. *Bulletin Systems Technical*
360 *Journal* 27, 379-423.
- 361 **Takahashi K.** (1934) Microalgae adhered on glass slides in Bay Moroiso, Kanagawa. *Suisan-*
362 *Gakkai-Ho* 6, 35-37
- 363 **Tanaka N., Likura T., Sugiyama M., Ohwada K., Asakawa A. and Kitamura S.** (1984)
364 Diatoms adhered on artificial substrates in the Ago Bay, Mie Prefecture. *Bulletin Natural*
365 *Research Institute Aquaculture* 5, 52-62.
- 366 **Tanaka N.** (1986) Adhesive strength of epiphytic diatoms on various seaweeds. *Bulletin of the*
367 *Japanese Society for the Science of Fisheries* 52, 5, 817-821.
- 368 **Totti C., Poulin M., Romagnoli T., Perrone C., Pennesi C. and De Stefano M.** (2009)
369 Epiphytic diatom communities on intertidal seaweeds from Iceland. *Polar Biology* 32, 1681-
370 1691.
- 371 **Van Heurk H.** (1896) *A Treatise on the Diatomaceae*. London, William Wesley & Son.
- 372 **Worm B. and Sommer U.** (2000) Rapid direct and indirect effects of a single nutrient pulse in a
373 seaweed-epiphyte-grazer system. *Marine Ecology Progress Series* 202, 283-288.
- 374 **Wynne M.J.** (2011) A checklist of benthics marine algae of the tropical and subtropical western
375 Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia, Beiheft* 140, 1-166.

376 LEGENDA DAS FIGURAS

- 377 **Fig. 1.** Riqueza de diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas,
378 Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (*C.*
379 *isthmocladum*) *Codium isthmocladum*, (*H. cornea*) *Hydropuntia cornea*, (*S. schroederi*)
380 *Spatoglossum schroederi*, (■) porção apical da macroalga, (■) porção mediana da macroalga,
381 (■) porção basal da macroalga, (†) desvio padrão. Letras acima das colunas indicam
382 diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$).

383 **Fig. 2.** Abundância de células (cel g^{-1} PF) das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de
384 macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem
385 (setembro de 2010). (■) porção apical da macroalga, (■) porção mediana da macroalga, (■)
386 porção basal da macroalga, (*C. isthmocladum*) *Codium isthmocladum*, (*H. cornea*) *Hydropuntia*
387 *cornea*, (*S. schroederi*) *Spatoglossum schroederi*, (±) desvio padrão. Letras acima das colunas
388 indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$).

389 **Fig. 3.** Valores médios dos índices ecológicos das diatomáceas epífitas nas diversas partes do
390 talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e
391 estiagem (setembro de 2010). (*C. isthmocladum*) *Codium isthmocladum*, (*H. cornea*)
392 *Hydropuntia cornea*, (*S. schroederi*) *Spatoglossum schroederi*, (PA) porção apical da macroalga,
393 (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, (□) diversidade de
394 Shannon (H'), (■) dominância de Simpson (λ) (→) equitabilidade de Pielou (J'), (±) desvio
395 padrão.

Tabela 1. Percentual de distribuição das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, (FO) frequência de ocorrência, (F) frequente, (PF) pouco frequente, (E) esporádico, (-) dados não existentes.

TÁXONS	<i>Codium isthmocladum</i>			<i>Hydropuntia cornea</i>			<i>Spatoglossum schroederi</i>			FO									
	Chuvoso			Estiagem			Chuvoso				Estiagem								
	PA	PM	PB	PA	PM	PB	PA	PM	PB		PA	PM	PB	PA	PM	PB			
DIVISÃO BACILLARIOPHYTA																			
CLASSE COSCINODISCOPHYCEAE																			
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (Smith) Boyer	-	20.0	-	-	-	-	20.0	33.0	-	-	37.0	20.0	-	-	-	12.2	-	PF	
<i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran & Angst	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	3.7	-	-	E	
<i>Guinardia striata</i> (Stoltherfoth) Hasle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Melosira moniliformis</i> (Müller) Agardh	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	9.4	E	
<i>Psammodiscus nitidus</i> (Gregory) Round & Mann	-	-	-	-	-	-	10.0	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	11.5	E
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4	E	
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	E	
CLASSE FRAGILARIOPHYCEAE																			
<i>Climacosphenia monilifera</i> Ehrenberg	-	-	-	-	11.0	-	-	-	-	5.0	8.6	15.2	-	-	-	-	-	PF	
<i>Grammatophora hamulifera</i> Kützing	-	-	-	-	20.0	-	-	11.0	25.0	16.5	5.7	11.5	-	-	-	13.0	-	PF	
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	25.0	-	16.7	-	-	-	20.0	-	12.5	-	2.9	-	-	-	-	-	-	PF	
<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehrenberg) Grunow	-	-	-	-	-	10.0	-	-	12.5	-	5.7	-	-	-	-	6.7	-	PF	
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	7.7	-	-	6.0	-	9.4	7.7	PF
<i>Rhaphoneis castracanei</i> Grunow & Wood	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.7	-	-	11.1	-	-	E	
<i>Tabularia tabulata</i> (C.Agardh) Snoeijs	50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Van Heurck	-	-	-	-	-	8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	-	-	50.0	-	-	-	-	-	-	18.3	-	-	25.0	-	-	-	-	E	
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE																			
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	-	-	-	-	-	-	25.0	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	E	
<i>Achnanthes longipes</i> C. Agardh	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	9.4	E	
<i>Amphora bigibba</i> Grunow ex Schmidt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Amphora gibba</i> Schmidt	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	25.0	-	-	-	11.5	E
<i>Bacillaria paxillifer</i> (Müller) Hendey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Cocconeis discrepans</i> Schmidt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-	-	E	
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>acuta</i> Meister	25.0	-	-	-	11.0	5.5	-	25.0	-	5.0	-	-	-	-	-	13.3	-	PF	

Tabela 1. Continuação.

TÁXONS	<i>Codium isthmocladum</i>			<i>Hydropuntia cornea</i>			<i>Spatoglossum schroederi</i>			FO										
	Chuvoso		Estiagem	Chuvoso		Estiagem	Chuvoso		Estiagem											
	PA	PM	PB	PA	PM	PB	PA	PM	PB											
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE																				
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	-	-	-	25.0	-	15.0	10.0	-	12.5	6.7	2.9	-	50.0	-	25.0	20.0	3.1	-	-	F
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	-	-	E
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	3.1	-	-	E
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	12.5	-	5.5	5.0	-	-	-	-	-	25.0	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Diploneis cabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	31.0	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Diploneis weissflogii</i> (Schmidt) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	-	-	-	-	E
<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	-	-	16.7	25.0	-	10.0	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) Griffith & Henfrey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Licmophora abbreviata</i> Agardh	-	-	-	-	-	10.0	-	-	25.0	-	17.0	15.4	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8 E
<i>Mastogloia binotata</i> (Grunow) Cleve	-	-	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.0	-	-	-	-	-	7.5 E
<i>Mastogloia exigua</i> Lewis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	E
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	-	40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.0	-	-	-	-	-	E
<i>Navicula longa</i> (Gregory) Ralfs ex Pritchard	-	-	16.6	-	25.0	-	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-	6.3	-	-	PF
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	14.0	-	-	-	E
<i>Neidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Cleve & Grunow	-	-	-	-	33.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs in Pritchard	-	-	-	-	-	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.3	-	58.0	-	E
<i>Pleurosigma acutum</i> Norman ex Ralfs	-	-	-	12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Staurophora amphioxys</i> (Gregory) Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	13.0	6.3	-	-	E
<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	10.0	-	12.5	-	-	11.5	-	-	25.0	-	6.3	-	-	PF
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>aspera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	11.1	-	6.3	-	-	E
<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow) Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.1	-	9.4	-	-	E
<i>Tryblionella punctata</i> Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E

Tabela 2. Análise Multivariada Permutacional (PERMANOVA) dos dados de riqueza dos hospedeiros e porções do talo. * diferenças significativas $P < 0.05$.

	df	MS	F	<i>P</i>
Hospedeiro	2	123.50	60473.0	*
Porção	2	6.00	0.294	*
Resíduo	45	20.420		
Total	53			

Tabela 3. Sumário de ANOVA e teste de Tukey's realizada com os dados de riqueza e abundância de células (cel g⁻¹ PF) nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (*C. isthmocladum*) *Codium isthmocladum*, (*H. cornea*) *Hydropuntia cornea*, (*S. schroederi*) *Spatoglossum schroederi*, (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, * Diferenças significativas pelo teste de Tukey's ($P < 0.05$).

Dados	Porções	<i>C. isthmocladum</i>		<i>H. cornea</i>		<i>S. schroederi</i>		ANOVA			Tukey's	
		Chuvoso (1)	Estiagem (2)	Chuvoso (3)	Estiagem (4)	Chuvoso (5)	Estiagem (6)	df	MS	F		P
Riqueza	PA	3	5	7	23	3	8	5	170.9	75.4	*	(1), (2), (3), (5), (6) < (4)
	PM	4	5	4	13	3	14	5	73.7	17.7	*	(1), (2), (3), (5) < (4) < (6)
	PB	4	10	6	9	8	6	5	14.9	4.43	*	(1), (3), (5), (6) < (4), (2)
Abundância	PA	523	1047	1309	7852	523	4188	5	2.57E+12	4099.0	*	(1), (2), (3), (4) < (6) < (4)
	PM	523	1178	1178	4580	393	3402	5	8.79E+11	1762.0	*	(1), (2), (3), (5) < (4) < (6)
	PB	785	2356	1047	3402	393	1963	5	3.81E+11	2771.0	*	(1), (3), (5) < (2), (6) < (4)

Tabela 4. Valores médios (\bar{X}) e desvio padrão (DP) dos índices ecológicos das diatomáceas epífitas nas diversas partes do talo de macroalgas marinhas, Nordeste do Brasil, nos períodos chuvoso (abril de 2010) e estiagem (setembro de 2010). (*C. isthmocladum*) *Codium isthmocladum*, (*H. cornea*) *Hydropuntia cornea*, (*S. schroederi*) *Spatoglossum schroederi*, (PA) porção apical da macroalga, (PM) porção mediana da macroalga, (PB) porção basal da macroalga, (H') diversidade de Shannon, (J') equitabilidade de Pielou, (λ) dominância de Simpson. * Letras indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey's ($P < 0.05$).

Hospedeiros	Chuvoso			Estiagem			ANOVA	
	PA	PM	PB	PA	PM	PB	F	P
<i>C. isthmocladum</i>								
H'	1.04±0.01 a	1.39±0.01 c	1.24±0.04 b	1.56±0.01 d	1.52±0.03 d	2.20±0.10 e	383.8	*
J'	0.95±0.10 b	0.98±0.01 b	0.90±0.05 a	0.97±0.01 b	0.95±0.02 b	0.95±0.02 b	4092.0	*
λ	0.63±0.10 a	0.75±0.10 b	0.67±0.01 a	0.78±0.10 b	0.77±0.02 b	0.88±0.02 c	9161.0	*
<i>H. cornea</i>								
H'	1.89±0.10 b	1.31±0.01 a	1.73±0.01 b	2.79±0.01 d	2.08±0.01 c	2.11±0.10 c	292.5	*
J'	0.97±0.01 c	0.95±0.02 c	0.97±0.01 c	0.89±0.01 b	0.82±0.02 a	0.96±0.01 c	94.8	*
λ	0.84±0.10 b	0.72±0.02 a	0.82±0.02 b	0.91±0.02 d	0.81±0.02 b	0.87±0.02 c	8532.0	*
<i>S. schroederi</i>								
H'	1.89±0.10 c	1.31±0.01 a	1.73±0.01 b	2.79±0.01 e	2.08±0.01 d	2.11±0.10 d	186.8	*
J'	0.97±0.01 c	0.95±0.02 c	0.97±0.01 c	0.89±0.01 b	0.82±0.02 a	0.96±0.01 c	15.4	*
λ	0.84±0.10 b	0.72±0.02 a	0.82±0.02 b	0.91±0.02 c	0.81±0.02 b	0.87±0.02 c	6504.0	*

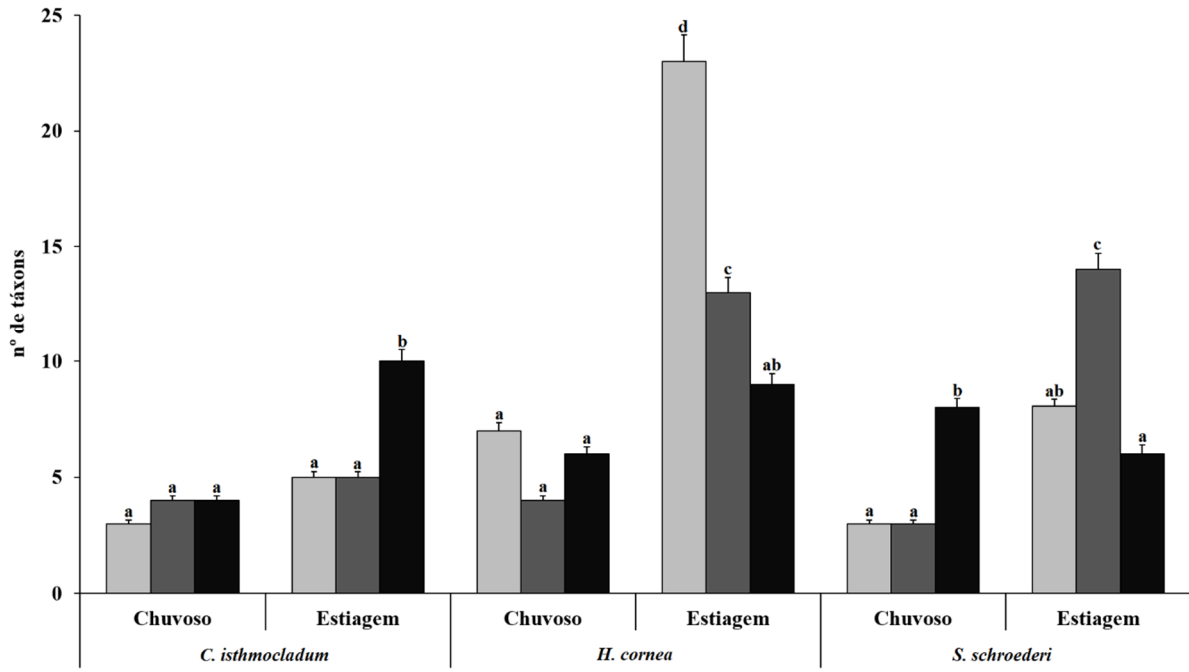


Fig. 1.

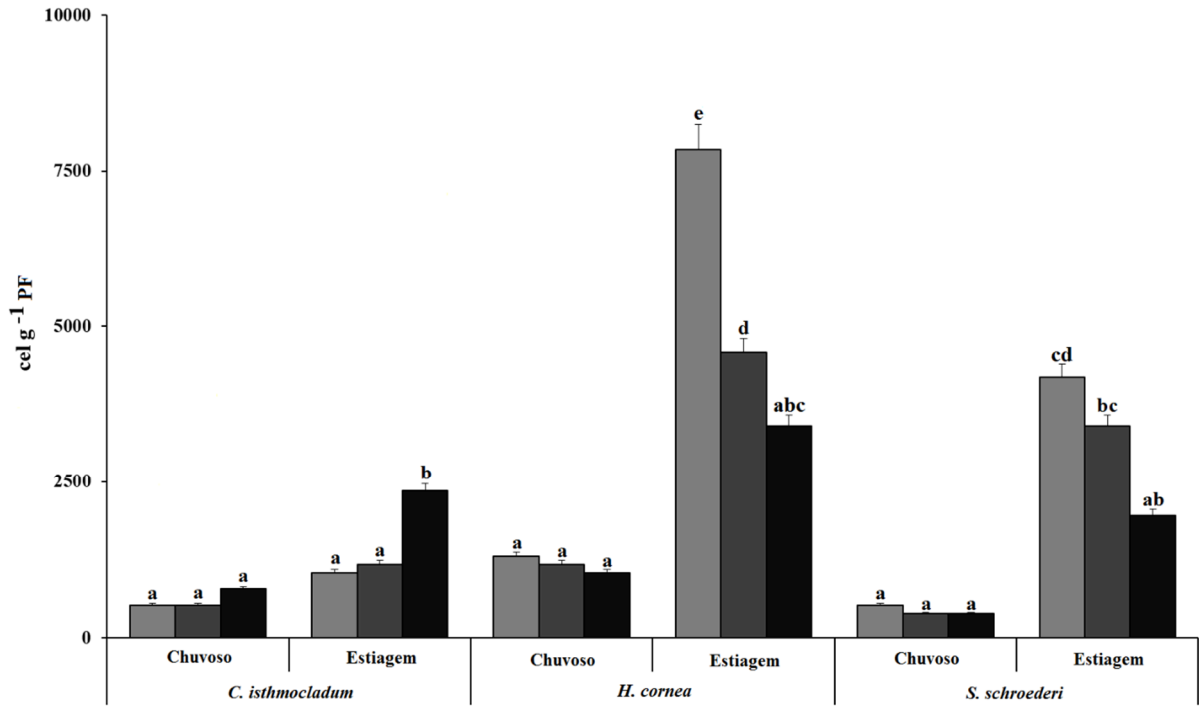


Fig. 2.

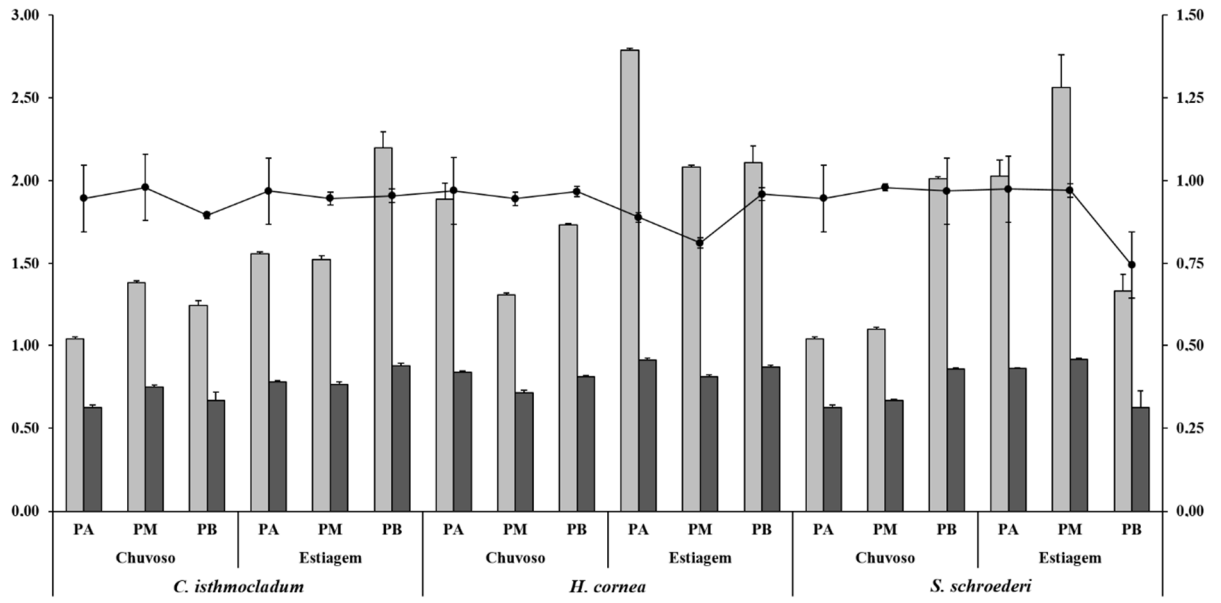


Fig. 3.

ARTIGO 3

Varição quantitativa de diatomáceas epífitas em *Galaxaura rugosa* (Nemaliales: Rhodophyta)

Artigo publicado na Marine Biodiversity Records

Qualis Capes B2

doi:10.1017/S1755267214000529; vol. 7, p. 1-7. 2014.



Recife

2015

1 **Variação quantitativa de diatomáceas epífitas em *Galaxaura rugosa* (Nemaliales:**
2 **Rhodophyta)**

3 Manoel Messias da Silva Costa*, Sonia Maria Barreto Pereira, Patrícia Campos de Arruda &
4 Enide Eskinazi Leça

5 **Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo descrever as variações quantitativas das
6 diatomáceas epífitas na rodófito *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux,
7 coletada no Arquipélago de Fernando de Noronha (Nordeste do Brasil), durante dois períodos
8 anuais (junho de 2006 e junho de 2007). A distribuição das diatomáceas epífitas em *G. rugosa*
9 confirmou a ocorrência de uma variação/zonação quantitativa ao longo do talo do hospedeiro
10 analisado, tendo ocorrido um incremento da densidade (células por grama de peso fresco de
11 macroalga) das porções superiores em direção às partes inferiores da alga, independentemente
12 dos pontos de coleta e dos períodos anuais. As densidades foram caracterizadas por
13 indivíduos de simetria penada e portadores de rafe, pertencentes à classe Bacillariophyceae.
14 Este fato é decorrente do hospedeiro ter sido coletado em ambiente insular com grande
15 movimentação das águas, sob a ação direta de ventos alísios e de correntes marinhas durante
16 maior parte do ano. A pesquisa confirmou que em ecossistemas marinhos com forte
17 hidrodinamismo, a flora epífita tende a se apresentar constituída por espécies que apresentam
18 forte poder de adesão ao hospedeiro.

19 **Palavras-chaves:** Arquipelago de Fernando de Noronha, nordeste do Brasil, densidade,
20 variação vertical.

21 _____

22 ***Autor para correspondência:**

23 M.M.S. Costa. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de
24 Pernambuco. Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52.171-900. Recife, Pernambuco, Brasil.

25 **E-mail:** manobio@hotmail.com

26 INTRODUÇÃO

27 As macrófitas marinhas (macroalgas e fanerógamas marinhas) são de primordial importância
28 nos ecossistemas marinhos costeiros, pois além de serem produtores primários, também
29 transportam vários organismos epífitos, os quais contribuem para o aumento da produtividade
30 de zonas costeiras de todos os oceanos (Booth, 1986).

31 Entre os organismos epífitos em macrófitas, as diatomáceas se destacam, pois são
32 responsáveis por cerca de 40% da produção primária processada nos ecossistemas costeiros
33 representando uma velocidade de produção muitas vezes maior que a das plantas nas quais
34 estão aderidas (Moncreiff *et al.*, 1992; Mann, 1999).

35 Em virtude de sua importância ecológica, a comunidade das diatomáceas epífitas tem
36 sido estudada em diferentes macrófitas, como macroalgas (Bergey *et al.*, 1995; Ruesink,
37 1998; Hernández-Almeida & Siqueiros-Beltrones, 2008), fanerógamas marinhas (Jewett-
38 Smith, 1991; Frankovich *et al.*, 2006; Chung & Lee, 2008) e raízes de mangues (Wah & Wee
39 1988; Siqueiros-Beltrones and López-Fuerte, 2006; Chen *et al.*, 2010). A maioria destes
40 trabalhos, entretanto, abordam aspectos qualitativos da flora e destaca a grande diversidade
41 das diatomáceas epífitas, suas variações entre os hospedeiros e as relações existentes com as
42 variáveis ambientais.

43 Por outro lado, apesar da existência de uma vasta lista de trabalhos sobre a flora das
44 diatomáceas epífitas, a estrutura quantitativa de suas populações continua mal caracterizada,
45 dificultando um conhecimento mais aprofundado sobre a função desta comunidade epífita nos
46 ciclos produtivos marinhos (Frankovich & Zieman, 1994).

47 A carência de estudos quantitativos reside na dificuldade em se estabelecer um método
48 quantitativo para avaliação das diatomáceas epífitas em macrófitas marinhas submersas. Esta
49 dificuldade está relacionada à textura e à complexidade arquitetural das macrófitas, como
50 também na dificuldade em remover as epífitas de seus hospedeiros, em virtude das diversas
51 formas de adesão que as espécies apresentam (Tanaka, 1986; Totti *et al.*, 2009). A maioria

52 dos métodos utilizados para a remoção de organismos epífitos são mecânicos, destacando-se a
53 agitação do hospedeiro (Tanaka, 1986), pulverização com jatos d'água, escovação e sonicação
54 (Cattaneo & Kalff, 1978), hidrólise ácida (Gough & Woelkerling, 1976) e fragmentação do
55 hospedeiro (Borum & Wium-Andersen, 1980).

56 No caso das diatomáceas epífitas, a remoção das células através de métodos mecânicos
57 não é eficaz, pois muitas células, caracterizadas por se aderirem diretamente ao hospedeiro
58 através das valvas, sendo de difíceis de remoção (Chung & Lee, 2008).

59 Um dos métodos que aborda análises quantitativas das diatomáceas epífitas foi
60 idealizado por Tanaka (1986), a qual desenvolveu uma metodologia capaz de avaliar a
61 quantidade de diatomáceas em diversas espécies de macroalgas, através da quantificação das
62 células por grama de seco de alga. O método introduzido pelo autor possibilitou uma
63 avaliação total das populações, favorecendo uma caracterização mais precisa sobre a
64 distribuição vertical da flora epífita ao longo do talo, as variações espaciais e sazonais. e uma
65 relação dos fatores ambientais que atuam na coluna d' água.

66 Deste modo, considerando a carência de estudos quantitativos sobre diatomáceas
67 epífitas, o presente trabalho teve como objetivo descrever as variações na densidade das
68 diatomáceas epífitas em talos de *Galaxaura rugosa*, que crescem em diferentes locais do
69 Arquipélago de Fernando de Noronha (nordeste do Brasil), como uma forma de contribuir
70 para o conhecimento da participação desta microvegetação na cadeia trófica de um
71 ecossistema insular localizado no Atlântico Tropical.

72 MATERIAIS E METÓDOS

73 **Área de estudo**

74 Arquipélago de Fernando de Noronha é de origem vulcânica, situado no Atlântico Sul
75 equatorial (3°51'03" – 3°58'55" S; 32°22'29" – 32°29'40" W), distando 545 km da cidade de
76 Recife (nordeste do Brasil) (Figura 1). Constitui-se de uma ilha principal com cerca de 16.4
77 km², que representa 91% da área do arquipélago e ao seu redor encontram-se 20 ilhotas. O

78 clima é tropical do tipo AWI, segundo sistema Köppen. A temperatura média anual do ar fica
79 em torno de 27 °C e da água de 24 °C, salinidade de 36 e precipitação anual em torno de 1.300
80 mm. Durante o ano ocorrem duas estações bem definidas: chuvosa (fevereiro a julho) e
81 estiagem (agosto a janeiro). A umidade relativa do ar apresenta valores entre 85% (chuvoso) e
82 81% (estiagem). Ocorrem ventos alísios, que têm ações diretas no lado meridional do
83 Arquipélago voltado para o continente africano, que é chamado de “mar de fora” e, devido a
84 isso, possui águas revoltas durante o ano todo. O lado setentrional da ilha voltado para o
85 Atlântico norte é mais protegido de ventos e correntes, sendo chamado de “mar de dentro”
86 (Villaça *et al.*, 2006).

87 **Análise dos dados**

88 Exemplos de *Galaxaura rugosa* foram coletados durante duas campanhas (junho de 2006 e
89 junho de 2007), nas regiões entre-marés e infralitoral do Arquipélago de Fernando de
90 Noronha nas seguintes localidades: praia de Atalaia (ponto 1 (P1)), maior influência dos
91 ventos e correntes marinhas, Porto (ponto 2 (P2)) e Cagarras (ponto 3 (P3)), ambos com
92 hidrodinamismo moderado, durante as marés de sizígia (Figura 1). Em Cagarras foram
93 examinados apenas exemplares coletados em junho de 2006, em virtude da ausência da alga
94 durante as coletas de junho de 2007.

95 *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J.V. Lamouroux (Nemaliales, Rhodophyta) é
96 uma alga vermelha macroscópica que apresenta o talo com forma ereta, do tipo cilíndrico e
97 parede celular ligeiramente impregnada de carbonato de cálcio. Tem hábito epilítico medindo
98 de 3 cm a 8 cm de altura e com ramificações subdicotômicas ao longo do talo (Littler &
99 Littler, 2000). É coberta por filamentos assimiladores longos, disposto em verticilos definidos
100 da porção mediana até o ápice. A sua distribuição vai desde o litoral do sudeste até o litoral
101 nordestino do Brasil, incluindo o Arquipélago de Fernando de Noronha.

102 Exemplos de *G. rugosa* foram coletados com auxílio de espátulas para remoção das
103 plantas por inteiro. Após a coleta, o material foi fixado em solução com formol a 4%,

104 neutralizado com bórax a 1%. De cada coleta foram selecionados aleatoriamente exemplares
105 de *G. rugosa* e fragmentados divididos em três porções simetricamente iguais (apical mediana
106 e basal). Os fragmentos foram secados em papel absorvente, pesado em balança analítica e
107 submetidos à oxidação direta com hipoclorito de sódio a 1%, por 24 horas, para a remoção
108 das diatomáceas do hospedeiro. O material oxidado passou por sucessivas lavagens com água
109 destilada em centrífuga a 1000 rpm, por aproximadamente dois minutos (Costa *et al.*, 2009).
110 Para a quantificação das células de diatomáceas, o material oxidado foi vertido em câmaras de
111 10 mL e deixado para sedimentar durante 24 horas. Para a quantificação das células, o
112 material oxidado foi vertido em câmaras de 10 mL e deixado para sedimentar durante 24
113 horas. Para as contagens, utilizou-se microscópio invertido binocular ZEISS, seguindo o
114 método descrito por Hasle & Fryxell (1970), sendo quantificados 30 campos aleatórios. A
115 abundância foi expressa em número de células por grama de peso fresco de macroalga e os
116 resultados representam a média das tréplicas analisadas. A identificação das diatomáceas
117 foram feitas com base em Hustedt (1961), Ricard (1987) e Moreno *et al.* (1996). Para o
118 enquadramento taxonômico foi utilizado o sistema de classificação de Round *et al.* (1990).

119 **Análise estatística**

120 Diferenças na abundância nas três porções simetricamente iguais (apical, mediana e basal) dos
121 dados obtidos foram avaliadas através da ANOVA *one-way*. Quando foram observadas
122 diferenças significativas, foi realizado teste *post hoc* de Student-Newman-Keuls (SNK'), com
123 nível de significância de $P < 0.05$, utilizando o software PAST (Hammer *et al.*, 2001).

124 **RESULTADOS**

125 Foram identificados 52 táxons de diatomáceas epífitas no talo de *G. rugosa*, coletados no
126 arquipélago de Fernando de Noronha, distribuídos entre os Coscinodiscophyceae (19.2%),
127 Fragilariophyceae (21.2%) e Bacillariophyceae (59.6%), confirmando dominância de espécies
128 monoráfideas e biráfideas. Onze espécies foram consideradas muito frequentes e caracterizam
129 a estrutura florística das diatomáceas, uma vez que eles estavam presentes em mais de 70%

130 das amostras analisadas: *Amphora* sp.; *Cocconeis scutellum* Ehrenberg; *Diploneis bombus*
131 Ehrenberg; *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing; *Mastogloia binotata* (Grunow)
132 Cleve; *Navicula longa* Grunow; *Nitzschia* sp.; *Psammodiscus nitidus* (Gregory) Round in
133 Mann; *Rhabdonema adriaticum* Kützing; *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve; e
134 *Tryblionella coarctata* (Grunow) Mann. Táxons de diatomáceas epífitas observados no talo de
135 *G. rugosa* são mostrados na Tabela 1.

136 As diatomáceas epífitas ocorreram em todo o talo da rodófito *Galaxaura rugosa*, tendo
137 ocorrido uma maior densidade (células por grama de peso fresco de alga) de indivíduos
138 pertencentes à classe Bacillariophyceae em relação às classes Coscinodiscophyceae e
139 Fragilariophyceae, confirmando que a flora esteve caracterizada por indivíduos com
140 morfologia penada e portadoras de rafe, com cerca de 92% do percentual de cobertura do talo
141 de *G. rugosa* (Figura 2, Tabela 1).

142 De maneira geral, a densidade média do número de células de diatomáceas epífitas
143 variou entre 7198.4 células por grama de peso fresco de macroalga, nas amostras coletadas
144 em Atalaia (junho de 2006) a 61977.4 células por grama de peso fresco de macroalga, nas
145 amostras coletadas na praia de Porto (P2) (junho de 2006), havendo diferenças significativas
146 entre os pontos de coleta no período de junho de 2006 ($F = 174.98$, $P = 0.01$) (Figura 3).

147 Em Atalaia (P1), a densidade das diatomáceas foi menor, variando de 5724.0 células
148 por grama de peso fresco de macroalga, na porção mediana (junho de 2006) a 16244.6 células
149 por grama de peso fresco de macroalga, na porção basal (junho de 2007). De maneira geral,
150 nesta estação os maiores valores de densidade ocorreram em junho de 2007, independente da
151 parte da alga analisada (Figura 4).

152 Em Porto (P2) a densidade variou entre de 4312.4 células por grama de peso fresco de
153 macroalga, na porção apical a 61977.4 células por grama de peso fresco de macroalga na
154 porção basal, ambos em (junho de 2006). Neste ponto de coleta, os maiores valores de
155 densidade foram sempre encontrados na porção basal do hospedeiro (Figura 4).

156 Nos exemplares de *G. rugosa* coletados em Cagarras (P3) foram observadas de um
157 modo geral as maiores densidades de diatomáceas, variando de 21049.9 células por grama de
158 peso fresco de macroalga na porção apical a 53791.7 células por grama de peso fresco de
159 macroalga na porção basal (junho de 2006) (Figure 4).

160 Considerando assim, os atributos quantitativos da comunidade epífita, verificou-se um
161 incremento da abundância das partes apicais dos hospedeiros em direção às partes basais,
162 independentemente dos locais de coleta e dos períodos anuais. Houve diferenças significativas
163 ($F = 1.22$, $P < 0.05$), ao longo do talo de *Galaxaura rugosa*, com maior concentração nas
164 porções basais dos hospedeiros.

165 DISCUSSÃO

166 O número máximo de diatomáceas epífitas registradas neste estudo é comparável a aqueles
167 relatados em macrófitas de diversas áreas e profundidades (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2002;
168 Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida, 2006; Siqueiros-Beltrones & López-Fuerte, 2006;
169 Totti *et al.*, 2009). No entanto, os dados quantitativos são relatados apenas em poucos estudos
170 e utilizando diferente medidas, como biomassa de clorofila-a (Pinckney & Micheli, 1998),
171 biovolume (Snoeijs, 1994), peso (Worm & Sommer, 2000), células cm^{-2} (Coleman &
172 Burkholder, 1994), células mm^{-2} (Totti *et al.*, 2009), células mg^{-1} peso seco (Snoeijs, 1995) e
173 abundância relativa (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2005; Sutherland, 2008).

174 A maior riqueza de diatomáceas foi encontrada em indivíduos coletados em locais que
175 sofrem menos influência do vento e da ação de correntes oceânicas, enquanto que a menor
176 riqueza foi detectada em amostras coletadas em Atalaia, localizada ao leste do arquipélago de
177 Fernando de Noronha, sujeito a uma maior movimentação das correntes marinhas. Este fato
178 está de acordo com Navarro *et al.* (1989), que revelaram que em praias de Puerto Rico, a
179 maior riqueza de espécies foi observada em hospedeiros de locais com movimento moderado
180 de água e menos diversidade em locais com forte ação das correntes.

181 A distribuição quantitativa das diatomáceas epífitas variou nas diversas partes do talo
182 da rodofícea *Galaxaura rugosa*, com maiores concentrações na parte basal da macroalga, com
183 importante ocorrência de indivíduos de simetria penada e portadores de rafe, pertencentes à
184 classe Bacillariophyceae.

185 Diferenças na estrutura das comunidades de diatomáceas epífitas podem ocorrer
186 quando os hospedeiros crescem em diferentes locais de exposição à luz e sujeitos a diferenças
187 na direção e velocidade das correntes oceânicas. Além disso, as diferenças de colonização em
188 hospedeiros podem variar de acordo com a forma de aderência, mobilidade, capacidade da
189 espécie de formar colônias e produção de mucos (Wetherbee *et al.*, 1998).

190 Tanaka (1986) classificou as diatomáceas epífitas em quatro grupos de acordo com o
191 poder de adesão: Grupo I, espécies planctônicas sem poder de adesão, como *Thalassiosira* sp.,
192 e *Skeletonema costatum*; Grupo II, espécies que possuem movimento ativo como *Amphora*,
193 *Nitzschia* e *Navicula*; Grupo III, constituído por espécies com pequena área de adesão,
194 aderidas ao hospedeiro através de pedúnculos, tais como espécies de *Licmophora* e *Synedra*;
195 Grupo IV, espécies de diatomáceas de forma oval, que se aderem diretamente ao hospedeiro
196 através das valvas, produção de mucos e forte poder de adesão como *Achnanthes*, *Cocconeis* e
197 *Mastogloia*.

198 Espécies pertencentes ao Grupo IV, de simetria penada, principalmente aquelas
199 pertencentes à classe Bacillariophyceae, têm sido consideradas como verdadeiramente
200 epífitas, pois se apresentam fortemente aderidas e são mais difíceis de serem removidas dos
201 hospedeiros. Por este motivo, são frequentemente citadas em macrófitas marinhas que
202 habitam ambientes sujeitos à ação de correntes ou áreas de grande movimentação da água
203 (Navarro 1989) ou que possuam morfologia folhosa (Chung & Lee, 2008).

204 Siqueiros-Beltrones *et al.* (2002) comparando a diatomoflora epífita na feófito
205 *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh na baía da Califórnia no México, observaram que a
206 espécie mais abundante foi *Cocconeis* cf. *britannica*, que formava um grande mosaico

207 cobrindo toda a superfície do talo da macroalga, permanecendo constante em diferentes
208 épocas do ano (maio a novembro).

209 Na presente pesquisa, os aspectos quantitativos das diatomáceas epífitas em *G. rugosa*,
210 provenientes do Arquipélago de Fernando de Noronha, seguiram o mesmo padrão qualitativo,
211 uma vez que cerca de 80% das células quantificadas foram de indivíduos pertencentes à classe
212 Bacillariophyceae. Este fato confirma que tanto no aspecto qualitativo como no quantitativo, a
213 flora epífita em macroalgas do arquipélago de Fernando de Noronha necessita de fortes
214 elementos de adesão. Isto se justifica pelo fato do hospedeiro ter sido coletado em ambiente
215 insular com grande movimentação das águas, decorrente da ação direta de ventos alísios e das
216 correntes marinhas durante maior parte do ano.

217 Sendo assim, em ecossistemas marinhos com forte hidrodinamismo, a flora tende a se
218 apresentar constituída por espécies que apresentam forte poder de adesão ao hospedeiro, tal
219 como ocorreu na área presentemente estudada.

220 Por outro lado, os resultados quantitativos que foram obtidos confirmaram que a
221 metodologia aplicada na contagem das diatomáceas epífitas em *G. rugosa* foi válida, pois
222 possibilitou a quantificação de todos os indivíduos aderidos em cada parte da alga. Como
223 consequência disto, foi possível identificar uma variação/zonação quantitativa ao longo do
224 talo do hospedeiro analisado, com maiores abundância de diatomáceas nas porções basais.

225 De acordo com Chung & Lee (2008), a ocorrência de uma variação/zonação na
226 distribuição da composição e abundância da flora epífita, é resultado de uma ação de
227 diferentes fatores ambientais, sobretudo a luz solar, ação dos ventos, correntes e morfologia
228 dos hospedeiros.

229 A maior abundância de diatomáceas nas partes basais dos hospedeiros,
230 independentemente do local de coleta, sugerem que as correntes marinhas e movimentação na
231 superfície da água, pode afetar a adesão de espécies ao longo do talo macroalgas, favorecendo

232 a instalação de indivíduos com maior força de adesão, como os representantes da classe
233 Bacillariophyceae.

234 Os resultados confirmaram que exemplares de *Galaxaura rugosa* foram considerados
235 como bons hospedeiros para a adesão de diatomáceas.

236 AGRADECIMENTOS

237 Este trabalho teve apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
238 Tecnológico (CNPq) (Proc. 477354/2004-1).

239 REFERÊNCIAS

240 **Bergey E.A., Boettiger C.A. and Resh V.H.** (1995) Effects of water velocity on the
241 architecture and epiphytes of *Cladophora glomerata* (Chlorophyta). *Journal of Phycology*
242 31, 264-271.

243 **Booth W.E.** (1986) Contribution by diatoms to marine algal host-epiphyte photosynthesis.
244 *Botanica Marina* 30, 129-140.

245 **Borum J. and Wium-Andersen S.** (1980) Biomass and production of epiphytes on eelgrass
246 (*Zostera marina* L.) in the Oresund, Denmark. In Proceedings of the 6th Symposium of
247 the Baltic Marine Biologists. *Ophelia* (Supplement 1), 57-64.

248 **Cattaneo A. and Kalff J.** (1978) Seasonal changes in the epiphyte community of natural and
249 artificial macrophytes in Lake Memphremagog. *Hydrobiologia* 60, 135-144.

250 **Chen C.P., Ya-Hui G. and Ling P.** (2010) Geographical and seasonal patterns of epiphytic
251 diatoms on a subtropical mangrove (*Kandelia candel*) in southern China. *Ecological*
252 *Indicators* 10, 143-147.

253 **Chung M.H. and Lee K.S.** (2008) Species composition of the epiphytic diatoms on the leaf
254 tissues of three *Zostera* species distributed on the southern coast of Korea. *Algae* 23, 75-
255 81.

- 256 **Coleman V.L. and Burkholder J.M.** (1994) Community structure and productivity of
257 epiphytic microalgae on eelgrass (*Zostera marina* L.) under water-column nitrate
258 enrichment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 179, 29-48.
- 259 **Costa M.M.S., Eskinazi-Leça E., Pereira S.M.B. and Bandeira-Pedrosa M.E.** (2009)
260 Diatomáceas epífitas em *Galaxaura rugosa* (J. Ellis and Solander) J.V. Lamouroux
261 (Rhodophyta) no Arquipélago de Fernando de Noronha, PE, Nordeste do Brasil. *Acta*
262 *Botanica Brasilica* 23, 713-719.
- 263 **Frankovich T.A. and Zieman J.C.** (1994) Total epiphyte and epiphytic carbonate production
264 on *Thalassia testudinum* across Florida Bay. *Bulletin of Marine Science* 54, 679-695.
- 265 **Frankovich T.A., Gaiser E.E., Zieman J.C. and Wachnicka A.H.** (2006) Spatial and
266 temporal distribution of epiphytic diatoms growing on *Thalassia testudinum* Banks ex
267 König: relationships to water quality. *Hydrobiologia* 569, 259-271.
- 268 **Gough S.B. and Woelkerling W.J.** (1976) On the removal and quantification of algal
269 Aufwuchs from macrophyte hosts. *Hydrobiologia* 48, 203-207.
- 270 **Hammer Ø., Harper D.A.T. and Ryan P.D.** (2001) PAST: Paleontological Statistics
271 Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4, 1-9.
272 Available at: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (accessed 1
273 December 2013).
- 274 **Hasle G.R. and Fryxell G.A.** (1970) Diatoms: cleaning and mouting for light and electron
275 microscopy. *Transactions of the American Microscopical Society* 89, 469-474.
- 276 **Hernández-Almeida O.U. and Siqueiros-Beltrones D.A.** (2008) Variaciones en la
277 estructura de asociaciones de diatomeas epífitas de macroalgas en una zona subtropical.
278 *Hidrobiológica* 18, 51-61.
- 279 **Hustedt F.** (1961) Die Kieselalgen. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland,
280 *Österreich und der Schweiz* 7, 1-160.

- 281 **Jewett-Smith J.** (1991) Factors influencing the standing crop of diatom epiphytes of the
282 seagrass *Halodule wrightii* Aschers in South Texas seagrass beds. Contributions in
283 *Marine Science* 32, 28-40.
- 284 **Littler S.C. and Littler M.M.** (2000) *Caribbean reef plants*. Washington, DC: OffShore
285 Graphics Inc.
- 286 **Mann D.G.** (1999) The species concept in diatoms. *Phycologia* 38, 437-495.
- 287 **Moncreiff C.A., Sullivan M.J. and Daehnick A.E.** (1992) Primary production dynamics in
288 seagrass beds of Mississippi Sound: the contributions of seagrass, epiphytic algae, sand
289 microflora, and phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 87, 161-171.
- 290 **Moreno J.L., Licea S. and Santoyo H.** (1996) *Diatomeas del Golfo de California*. 1st
291 edition. Mexico: Universidad Autonoma de Baja California Sur, SEP-FOMES,
292 PROMARCO.
- 293 **Navarro J.N., Perez C., Arce N. and Arroyo B.** (1989) Benthic marine diatoms of Caja de
294 Muertos Island, Puerto Rico. *Nova Hedwigia* 49, 333-367.
- 295 **Pinckney J.L. and Micheli F.** (1998) Microalgae on seagrass mimics: does epiphyte
296 community structure differ from live seagrasses? *Journal of Experimental Marine*
297 *Biology and Ecology* 221, 59-70.
- 298 **Ricard M.** (1987) Atlas du phytoplancton marin: diatomophycées. Paris: Editions du Centre
299 National de la Recherche Scientifique.
- 300 **Round F.E., Crawford R.M. and Mann D.G.** (1990) *The diatoms – biology and*
301 *morphology of the genera*. Cambridge, Cambridge University Press, 747 pp.
- 302 **Ruesink J.L.** (1998) Diatom epiphytes on *Odonthalia floccosa*: the importance of extent and
303 timing. *Journal of Phycology* 34, 29-38.
- 304 **Siqueiros-Beltrones D.A., Serviere-Zaragoza E. and Argumedo-Hernández U.** (2002)
305 Epiphytic diatoms of *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh from the Baja
306 California Peninsula, Mexico. *Oceánides* 17, 31-39.

- 307 **Siqueiros-Beltrones D.A., López-Fuerte F.O. and Gárate-Lizárragua I.** (2005) Structure
308 of diatom assemblages living on prop roots of the red mangrove (*Rhizophora mangle*
309 Linnaeus) from the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Pacific Science* 59, 79-96.
- 310 **Siqueiros-Beltrones D.A. and Hernández-Almeida O.U.** (2006) Florística de diatomeas
311 epifitas en un machón de macroalgas subtropicales. *Oceánides* 21, 11-61.
- 312 **Siqueiros-Beltrones D.A. and López-Fuerte F.O.** (2006) Epiphytic diatoms associated with
313 red mangrove (*Rhizophora mangle*) prop roots in Bahía Magdalena, Baja California Sur,
314 Mexico. *Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and*
315 *Conservation* 54, 287-297.
- 316 **Snoeijs P.** (1994) Distribution of epiphytic diatom species composition, diversity and
317 biomass on different macroalgal hosts along seasonal and salinity gradients in the Baltic
318 Sea. *Diatom Research* 9, 189-211.
- 319 **Snoeijs P.** (1995) Effects of salinity on epiphytic diatom communities on *Pilayella littoralis*
320 (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. *Ecoscience* 2, 382-394.
- 321 **Sutherland D.L.** (2008) Surface-associated diatoms from marine habitats at Cape Evans,
322 Antarctica, including the first record of living *Eunotogramma marginopunctatum*. *Polar*
323 *Biology* 31, 879-888.
- 324 **Tanaka N.** (1986) Adhesive strength of epiphytic diatoms on various seaweeds. *Bulletin of*
325 *the Japanese Society of Scientific Fisheries* 52, 817-821.
- 326 **Totti C., Poulin M., Romagnoli T., Perrone C., Pennesi C. and De Stefano M.** (2009)
327 Epiphytic diatom communities on intertidal seaweeds from Iceland. *Polar Biology* 32,
328 1681-1691.
- 329 **Villaça R., Pedrini A.G., Pereira S.M.B. and Figueiredo M.A.O.** (2006) Flora marinha
330 bentônica das ilhas oceânicas Brasileiras. In Alves R.J.V. and Castro J.W.A. (eds) *Ilhas*
331 *Oceânicas Brasileiras da Pesquisa ao Manejo*. Brasília: MMA-SBF, pp. 105-146.

332 **Wah T.T. and Wee Y.C.** (1988) Diatoms from mangrove environments of Singapore and
333 southern peninsular Malaysia. *Botanica Marina* 31, 317-327.

334 **Wetherbee R., Lind L.J., Burke J. and Quatrano S.R.** (1998) The first kiss: establishment
335 and control of initial adhesion by raphid diatoms. *Journal of Phycology* 34, 9-15.

336 LEGENDAS DAS FIGURAS

337 **Fig. 1.** Localização dos pontos de coletas: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras, no
338 arquipélago de Fernando de Noronha (FN), Pernambuco, nordeste do Brasil (modificado de
339 Costa *et al.*, 2009).

340 **Fig. 2.** Percentual de cobertura (%) das classes de diatomáceas epífitas em *Galaxaura*
341 *rugosa*, coletados no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil,
342 nos meses de junho de 2006 e junho de 2007: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras; AP,
343 porção apical da macroalga; MP, porção mediana da macroalgas; BP, porção basal da
344 macroalga.

345 **Fig. 3.** Média \pm desvio padrão da densidade de diatomáceas epífitas (células por grama de
346 peso fresco de macroalga 10^3), em *Galaxaura rugosa*, coletada no arquipélago de Fernando
347 de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007:
348 P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras. *, diferença significativa $P < 0.05$.

349 **Fig. 4.** Média \pm desvio padrão da densidade de diatomáceas epífitas (células por grama de
350 peso fresco de macroalga 10^3), em diferentes porções de *Galaxaura rugosa*, coletada no
351 arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, nordeste do Brasil, nos meses de junho de
352 2006 e junho de 2007: P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras; AP, porção apical da macroalga;
353 MP, porção mediana da macroalga; BP, porção basal da macroalga. *, diferença significativa
354 $P < 0.05$.

Tabela 1. Táxons de diatomáceas epífitas registrados em *Galaxaura rugosa*, coletados no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, Nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007.

DIVISÃO BACILLARIOPHYTA	<i>Cont.</i>
CLASSE COSCINODISCOPHYCEAE	CLASSE BACILLARIOPHYCEAE
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E. Smith) Boyer	<i>Amphora</i> sp.
<i>Biddulphia tridens</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	<i>Campylodiscus innominatus</i> Ross & Abdin
<i>Eunotogramma laeve</i> Grunow in Cleve et Möller	<i>Cocconeis heteroidea</i> Hantzsch
<i>Odontella dubia</i> (Brightwell) Chávez y Baumgartner	<i>Cocconeis molesta</i> var. <i>crucifera</i> Grunow
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg
<i>Psammodiscus nitidus</i> (Gregory) Round in Mann	<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg
<i>Sthepanodiscus</i> sp.	<i>Diploneis crabro</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	<i>Diploneis vacillans</i> (Schmidt) Cleve
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	<i>Diploneis weissflogii</i> (Schmidt) Cleve
<i>Triceratium pentacrinus</i> (Ehrenberg) Wallich	<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
CLASSE FRAGILARIOPHYCEAE	<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karayeira
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	<i>Mastogloia binotata</i> (Grunow) Cleve
<i>Delphineis karstenii</i> (Boden) Fryxell	<i>Mastogloia quinquecostata</i> Grunow
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	<i>Mastogloia minuta</i> Greville
<i>Grammatophora oceanica</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Mastogloia splendida</i> (Gregory) Cleve
<i>Plagiogramma pulchellum</i> Greville	<i>Navicula longa</i> Grunow
<i>Podocystis adriatica</i> Kützing	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Podocystis guadalupensis</i> Ricard	<i>Petroneis humerosa</i> (Brébisson) Stickle and Mann
<i>Podocystis spathulata</i> (Shadbolt) Van Heurk	<i>Plagiodiscus martensianus</i> Grunow & Eulenstein
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing	<i>Pleurosigma formosum</i> Wm. Smith
<i>Rhaphoneis castracanei</i> Grunow & Wood	<i>Psammodictyon panduriforme</i> Gregory
<i>Tabularia tabulata</i> (C.Agardh) Snoeijs	<i>Rhopalodia musculus</i> (Kützing) Müller
CLASSE BACILLARIOPHYCEAE	<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Amphora angusta</i> Gregory	<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow) Mann
<i>Amphora bigibba</i> Hagelstein	<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) Mann
<i>Amphora macilenta</i> Gregory	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Mann

Tabela 2. Variação quantitativa de diatomáceas epifitas (células por grama de peso fresco de macroalgas) em *Galaxaura rugosa*, coletados no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco, Nordeste do Brasil, nos meses de junho de 2006 e junho de 2007. P1, Atalaia; P2, Porto; P3, Cagarras; AP, porção apical da macroalga; MP, porção mediana da macroalga; BP, porção basal da macroalga. ---, dados não existentes.

Classes	Junho de 2006								
	P1			P2			P3		
	AP	MP	BP	AP	MP	BP	AP	MP	BP
Coscinodiscophyceae	238.8	124.4	226.3	107.8	45.6	584.7	465.7	295.1	730.9
Fragilariophyceae	364.1	486.0	1132.2	304.6	122.0	3500.0	1750.0	3252.7	3060.8
Bacillariophyceae	5310.0	5113.6	8599.9	3900.0	10400.5	57892.7	18834.2	42579.1	50000.0
Total	5912.9	5724.0	9958.4	4312.4	10568.1	61977.4	21049.9	46126.9	53791.7
Classes	Junho de 2007								
	P1			P2			P3		
	AP	MP	BP	AP	MP	BP	AP	MP	BP
Coscinodiscophyceae	636.7	161.2	303.6	159.7	138.3	289.3	---	---	---
Fragilariophyceae	1075.0	960.1	1141.0	673.0	500.9	871.0	---	---	---
Bacillariophyceae	11500.7	15000.5	14800.0	5634.1	14301.0	24442.9	---	---	---
Total	13212.4	16121.8	16244.6	6466.8	14940.2	25603.2	---	---	---

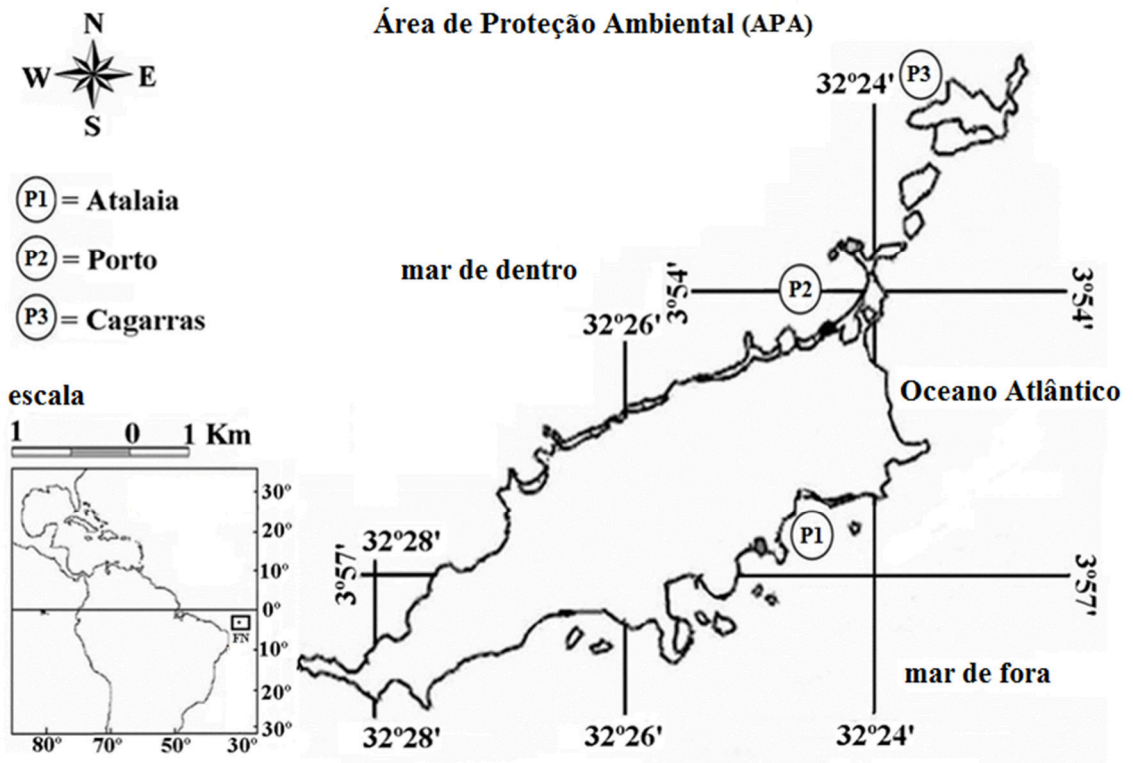


Fig. 1

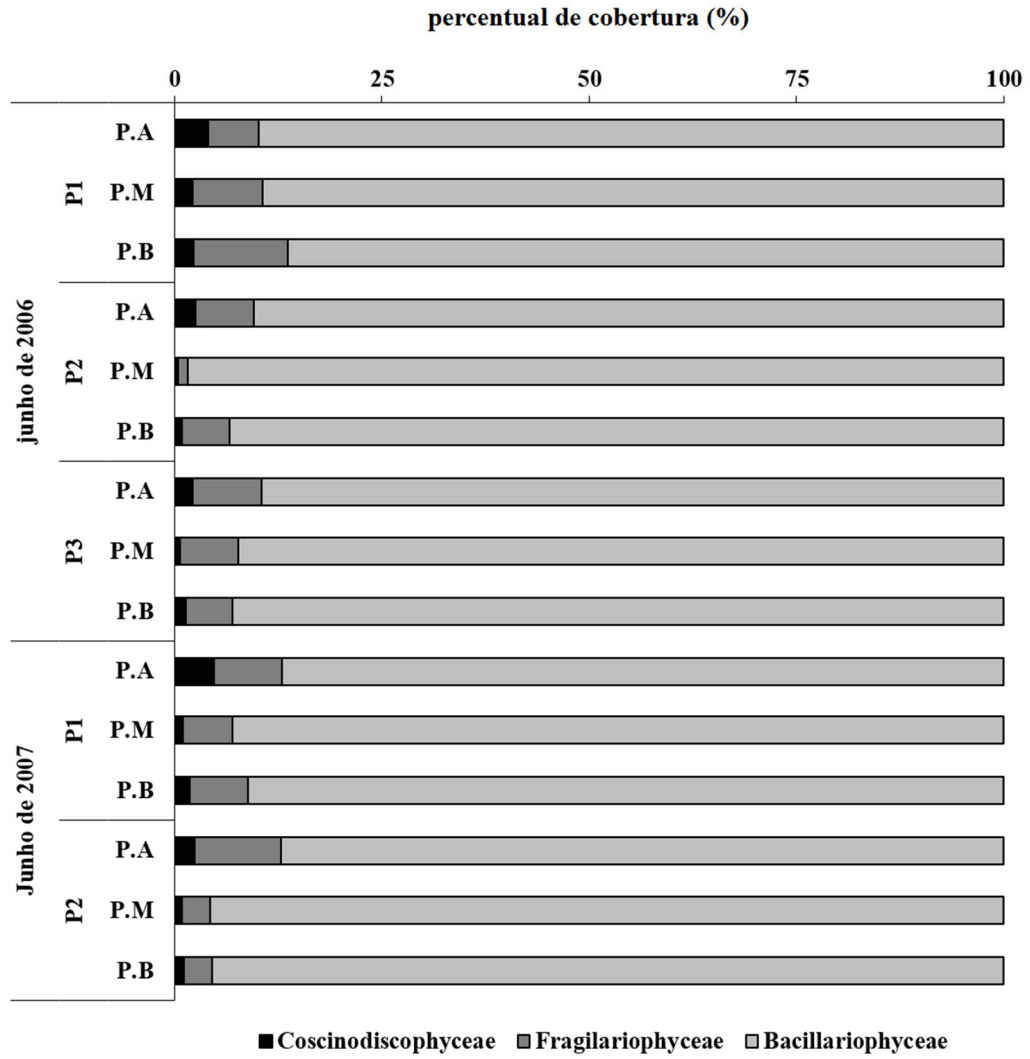


Fig. 2

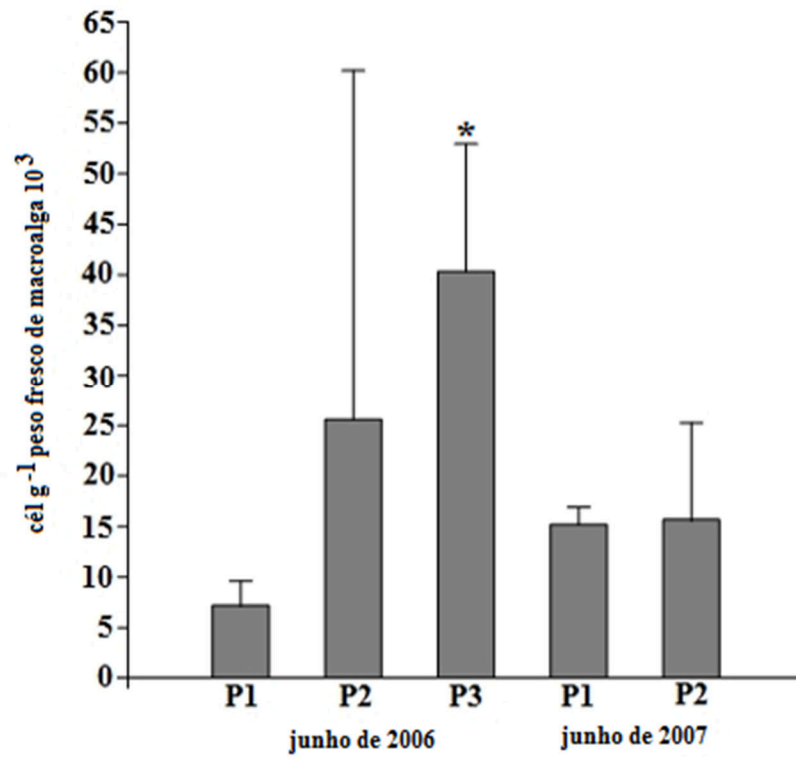


Fig. 3

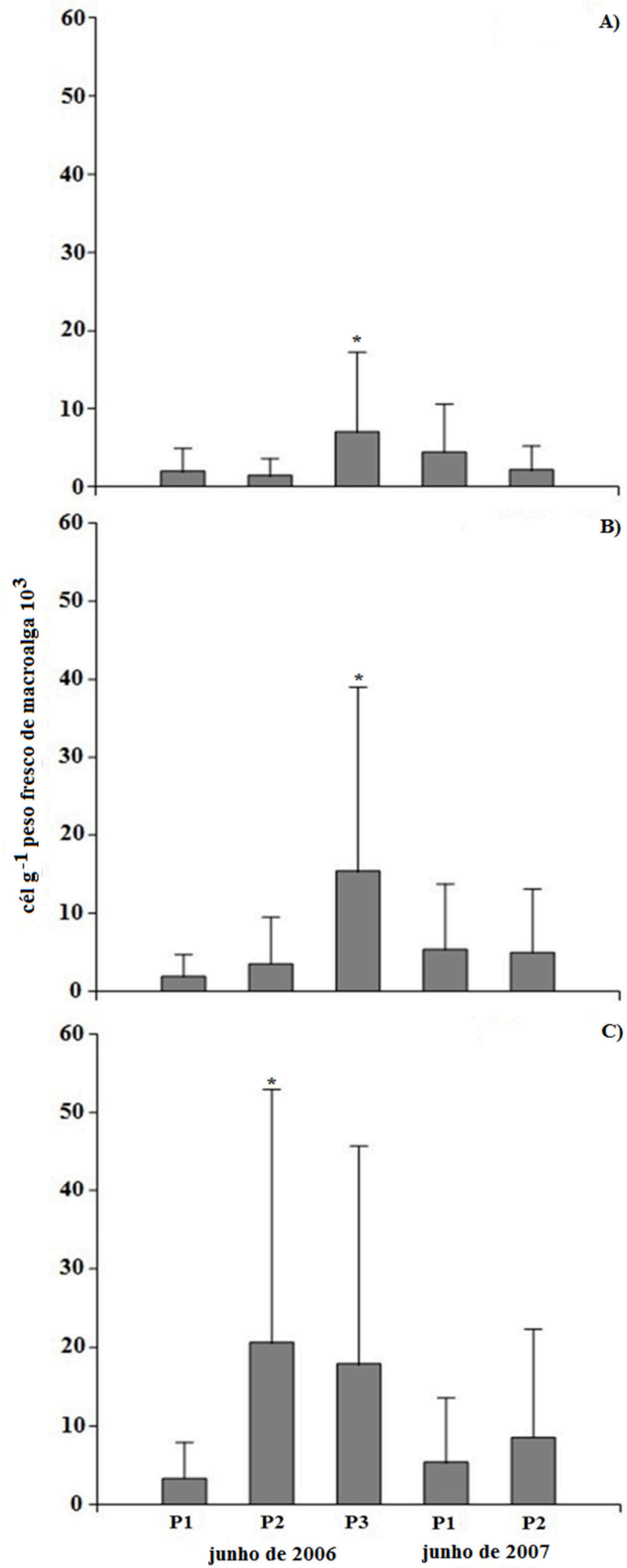


Fig. 4

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As macroalgas marinhas são de primordial importância nos ecossistemas costeiros, sendo consideradas como grandes produtores primários e em seus talos suportam vários organismos epífitos, contribuindo assim, para o aumento da produtividade de zonas costeiras de todos os oceanos.

Os estudos realizados evidenciam a estrutura da comunidade das diatomáceas epífitas associadas em sete macroalgas marinhas coletadas em diversos locais do litoral do nordeste do Brasil, em diferentes aspectos, porém correlacionados. O primeiro indicando variações nas formas de adesão e nº de células, o segundo demonstrando variação na distribuição das diatomáceas ao longo do talo, enquanto o terceiro estudo apresenta diferenças quantitativas em macroalgas de ambientes diferentes.

No que concerne às alterações das associações das diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas, as formas de adesão estiveram diretamente influenciadas pelos tipos morfológicos dos hospedeiros. Talos com estrutura filamentosa, como em *Bachelotia antillarum* (Phaeophyceae), suportaram um maior número de células, tornando-se o mais adequado à adesão de diatomáceas de formas eretas.

E que a distribuição das diatomáceas no talo macroalgas marinhas, associados aos períodos anuais, condicionam variações qualitativa e quantitativas na flora das diatomáceas epífitas ao longo do talo das macroalgas. Nos locais mais protegidos a flora epífita tende a ser mais variada e mais abundante na porção apical do talo, enquanto macroalgas coletadas em locais mais expostos à movimentação, a maior ocorrência de epífitas ocorreu na porção basal.

Diatomáceas epífitas presentes em um mesmo hospedeiro e coletadas em diferentes ambientes (locais de coleta) do arquipélago de Fernando de Noronha/PE, sugere que a movimentação na superfície da água, pode afetar a adesão de espécies ao longo do talo das macroalgas, que apresentaram maior abundância nas partes basais dos hospedeiros, favorecendo a instalação de indivíduos com maior força de adesão, como os representantes da classe Bacillariophyceae.

Os resultados obtidos no presente estudo com estudos ecológicos futuros, tais como interações químicas, diferentes ciclos de vida dos hospedeiros e sobre condições ambientais diferenciadas, descreverá a real participação da comunidade de diatomáceas epífitas em macroalgas marinhas.

ANEXOS

Botanica Marina: Information for authors**Scope of *Botanica Marina***

The journal publishes contributions from all of the disciplines of marine botany at all levels of biological organisation from subcellular to ecosystem. Subject areas are: marine algal and marine angiosperm systematics, floristics, biogeography, ecology, biochemistry, molecular biology, genetics, chemistry, industrial processes and utilisation; marine mycology and marine microbiology. Original knowledge is disseminated to provide synopses of global or interdisciplinary interest, and to stress aspects of utilisation.

Applied science papers are especially welcome, when they illustrate the application of emerging conceptual issues or promote developing technologies.

Checklists or equivalent manuscripts may be considered for publication only if they contribute new information on taxonomy (e.g., new combinations), ecology or biogeography of more than just local relevance. Checklists should be focused to highlight original information.

Editorial policy

Botanica Marina publishes full-length contributions, short communications, reviews and book reviews in English only. Manuscripts submitted are read critically by at least two referees. The Editor-in-Chief is responsible for all decisions regarding publication. In most cases, a decision will be made in consultation with an Associate Editor.

Botanica Marina is accredited with the International Association for Plant Taxonomy for the registration of new names of algae and fungi (including fossils).

Submissions must be original in that the information is not copyrighted, published or submitted elsewhere, except in abstract form. Scientific originality should be demonstrated by a contribution to knowledge beyond the confirmation state. Originality should relate to more than a particular year, place, taxon or chemical compound.

Contributors must conform to standards of responsible authorship in the following ways:

1. All of the authors must accept responsibility for the entire content of submitted manuscripts. Multi-authored submissions must provide cover letters signed by all co-authors (may be provided by e-mail or fax), plus forms "Responsible authorship" (see below).
2. Authorship is restricted to those who have made a significant contribution to the conceptual design of the work, the execution of the study, data analysis or writing of the manuscript. "Honorary" authorship is strongly discouraged. The cover letter with each submission should show how authors have contributed significantly.
3. The authors must describe safeguards to meet standards of ethical conduct of research (e.g. approval of research protocols by institutional committees).
4. All manuscripts must be free of any kind of prejudice, including gender and racial stereotyping.
5. Excessive "splitting" of work to produce more publications is strongly discouraged.

The journal has a "Forum" section. Authors are invited to write letters to the editor expressing their opinions on hot/difficult scientific issues pertinent to the biology and/or utilisation of marine algae, fungi, other microorganisms and marine angiosperms (e.g., introduction of commercial algal species for farming in exotic locations; or genetic engineering of farmed seaweeds).

There are no special instructions for formatting letters to the editor, except that they must be prepared in MS Word for online submission.

When there is more than one author, each must sign accepting responsibility for the entire content of the letter. Letters may or may not be externally reviewed.

Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted online

at: <http://botmar.edmgr.com>

At this web site, you will find detailed information on allowable document types and file formats. Check carefully before proceeding with submissions. Each manuscript should be accompanied by

a cover letter containing a brief statement by the authors as to the element of novelty upon which they base their request for publication in *Botanica Marina*. Each submission must be accompanied by the journal-specific "Checklist" and form "Responsible authorship" (see below). The authors may indicate the names, full postal addresses, telephone and fax numbers, and e-mail addresses of four impartial potential peer reviewers.

Please note: Authors without access to high speed internet, please contact the Editorial Office for immediate assistance.

Preparation of manuscripts**General format and length**

Before submitting a manuscript, authors should check to ensure that the following instructions have been rigorously followed. Manuscripts that differ from the specifications will be returned for correction before review.

The text must be carefully checked for grammatical and typing errors to avoid correction in the proof. All tables and calculations should also be carefully checked. Non-Englishspeakers are strongly encouraged to have their manuscripts checked by a native speaker before submission.

Manuscripts must be prepared in 12-point font size, double-spaced throughout, with a left-hand margin of 4 cm and a right-hand margin of 2 cm for A4 or American letter-sized paper. Do not right justify the text. Full-length papers and reviews should not exceed 30 manuscript pages. Shortcommunications should not exceed 10 manuscript pages.

Use upper and lower case for headings and names. Do not use the ampersand (&) between names (with the exception of company names). References within the text body are quoted by the author name and year system and, if necessary, by page number(s). If the reference consists of three or more author names, the first name is followed by et al.

Font marking/Dimensions and units

italics are used for Latin (though not for standard abbreviations like et al., i.e., ca., vs.), names of periodicals and volume, titles of books in references and certain parts of chemical formulas.

SMALL CAPITALS are used for M (molar) or N (normal).

The metric system must be used (with the exception of nautical mile = one minute of latitude). SI units are required. Compound units are given with the proper exponent without a point (period), e.g., gO₂ g⁻¹ dw h⁻¹.

Nomenclature

Authors are asked to follow the recommendations of the CBE Style Manual (Council of Biological Editors, Committee on Form and Style, American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C., U.S.A.).

The recommendations of the

–International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC),

–International Union of Biochemistry (IUB),

–International Code of Botanical Nomenclature,

–Système International d'Unités (SI),

–American National Standard for the Abbreviation of Titles of Periodicals,

–World List of Scientific Periodicals

are binding.

Structure of the text body

General. Full-length papers should be organised into Title page, Abstract, Keywords, list of non-standard Abbreviations, Introduction, Materials and methods, Results, Discussion and Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, and Figure legends.

Short communications should be subdivided into Abstract, Key-words, list of non standard Abbreviations, and a single section of main text without headings. Experimental procedures should be described in legends to figures or footnotes to tables. Acknowledgements and References should be presented as in full-length papers.

Botanica Marina: Information for authors

Title page. The title page should contain a concise title, the name(s) of author(s), the complete postal address(es), e-mail addresses and/or fax numbers, and a running title of maximum 50 characters. Footnotes may be added on this page only.

Abstract/Keywords/Abbreviations. A concise abstract of maximum 200 words for full-length papers and reviews, or maximum 100 words for short communications should be on the second page. The content of the title must not be repeated. Do not give authorities for species/genus names in the abstract. Begin the abstract by stating the scientific question of concern. Explain the methods used to tackle the question. The results should be outlined briefly and put into a concise broad perspective.

Up to 5 keywords, specific of the article, are to be listed after the abstract.

The journal accepts standard *Journal of Biological Chemistry* abbreviations.

All non-standard abbreviations should be listed alphabetically (e.g.: DIN, dissolved inorganic nitrogen;)

after the key- words. In the text body, the abbreviation is spelled out at first mention. Thereafter, only these abbreviations are to be used.

Introduction. The introduction must define the problem within the context of existing knowledge. Ensure that those not working in your particular field are able to understand the objectives of the work.

Materials and methods. Be as concise as possible, but with sufficient detail to enable others to repeat your work. All Latin binomials should have the correct authorities quoted at their first citation (but not in the abstract) or at some convenient point such as a list of species.

Results. Only material pertinent to the subject may be included. Data must not be repeated in figures and tables.

Discussion and Conclusion. This part should interpret the results in relation to the problem outlined in the introduction. The discussion should place the results within the context of the broad scientific discipline of the study. A conclusion should be added if results and discussion are combined.

Acknowledgements. Acknowledgements may be used to credit support.

References. The reference section must contain an alphabetical list of all published works cited in the text body, tables or in figure legends. Only the initials of the first author's name are placed behind the surname (family name). Repeated names in consecutive references are typed out in full. All works in the list of references must have author, date, title, full details of publication and page numbers. When referring to a thesis, the name of the institution from where it is available must be given. Titles of theses should not be italicised. Abbreviate journal titles according to the World List of Scientific Periodicals. If a journal is not within the World List, use the same abbreviation procedure. In case of uncertainty, write out a journal title in full. The number of a fascicle in brackets after the volume number should be given only if the volume is not paginated consecutively. National origin of a journal is to be provided only in cases of possible confusion. Citation of transliterated or translated titles must include an indication of the original language, e.g. (in Russian).

Please note the following bibliographical examples: *

Articles in journals:

Thake, B., L. Herfort, M. Randone and G. Hill. 2003. Susceptibility of the invasive seaweed *Caulerpa taxifolia* to ionic aluminium. *Bot. Mar.* 46: 17 – 23.

* Books:

Sze, P. 1998. *A biology of the algae*. 3rd edition. WCB/McGraw-Hill, Boston. pp. 278.

* Articles/Chapters in books:

Uden, N. van and J.W. Fell. 1968. Marine yeasts. In: (M.R. Droop and E.F. Ferguson Wood, eds) *Advances in microbiology of the sea*. Academic Press, London. pp. 167 – 201.

Figures. Figures must be numbered in Arabic numerals consecutively as they are mentioned in the text. Legends of figures must be typed together as a list on a separate page. The size of the figure, its

lettering and its lines, must be carefully considered. Figures will be reduced as far as possible, preferably either to the width of one column (80 mm) or two columns (165 mm). The length of a column is 252 mm. The size of a letter in a reduced figure should be about 2 mm high. For a figure that is to be reduced to 1/4 of its size, lines of 0.5 to 0.8 mm and 12 to 16 point bold or medium bold letters are recommended.

Magnifications should be given as bar lines in the figure and defined in the legend. Photographic illustrations may be mounted as plates, but must be clearly marked with the figure number and divided by white lines not more than 2 mm wide.

When drawing bar graphs, use patterning instead of grey scales. Lettering of all figures should be uniform in style.

Do not embed figures within the text body of submitted manuscripts. Submit figures separately.

Photographs must be of good contrast as there is a loss of contrast in printing. The printing of coloured photographs is possible on request. To partially offset the cost of production, colour figures will be printed with the following charges to the author: e 350.00 for the first illustration and e 250.00 for each subsequent illustration in one article.

Electronically submitted figures should be provided in a generic graphics format as pointed out at <http://botmar.edmgr.com> (link "Supported file formats"). For reproduction, high resolution images (minimum 600 d.p.i) are required

Tables. Tables are numbered in Arabic numerals followed by the title. Additional explanations should go underneath the table. Footnotes are referenced by superscript numbers. No vertical lines will be printed. The maximum width of a printed table is 60 characters in 1 column, 125 characters in two columns, and 190 characters in broadside.

Each table should be printed on a separate manuscript page with its legend.

Processing of manuscripts

Reviewing/Revised manuscripts

Submitted papers will be reviewed independently by at least two peers selected either by the Editor-in-

Chief, or by an Associate Editor. The corresponding author will be informed directly by the Editor-in-Chief when a decision has been made on manuscript acceptability. Papers subject to revision must be returned within three months (two months if a Short Communication) after the author has been notified of the decision. Revised manuscripts must also be submitted online at <http://botmar.edmgr.com> Please note: Authors without access to high speed internet, please contact the Editorial Office for immediate assistance.

Manuscripts accepted for publication

For typesetting of accepted manuscripts, a Microsoft Word document containing the final text must be submitted. In this final version, adherence to the guidelines given above is a strict requirement. For reproduction, figures must be saved as separate files; only TIFF or EPS formats are acceptable. Please check the final file of the article carefully because spelling mistakes, inconsistencies and errors will be faithfully translated into the typeset version.

Proofs/Copyright Transfer Statement

After typesetting, the corresponding authors will receive proofs of their manuscripts. The proofs should be carefully checked for printer's errors. Changes other than printer's errors will be charged at cost. With the proof, the author receives a copyright transfer statement to be signed by the author. The proofs and the copyright transfer statement should be returned immediately.

Offprints

The electronic files of typeset articles in Adobe Acrobat PDF format are provided free of charge and are sent to the e-mail address of corresponding authors upon publication. Paper offprints can be purchased at a minimum of 100 copies; an offprint order form will accompany the proofs and should be completed and returned immediately.

Please contact the Editorial Office if you have any further questions:

Phone: +49-30-26005-279, Fax: +49-30-26005-325E-mail: bot.mar.editorial@degruyter.com
www.degruyter.com/journals/bm

JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION
INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Revised May 2014

Please read these instructions carefully

Manuscripts submitted to the *JMBA* must be original, not under consideration elsewhere and approved by all authors and institutions prior to submission. Papers should be written in clear succinct English and sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names must be italicized (not underlined) and their first mention after the Abstract must be followed by the Authority and date in parenthesis when appropriate. Manuscripts should be arranged in the following order: Running Head, Title, Author(s), Address(es), Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Figure Legends, Tables and Appendices.

Manuscripts which do not comply with publication standards of written English will be rejected on submission.

Submission. Please submit the manuscript for review to:

<http://mc.manuscriptcentral.com/jmba>

Suggested reviewers. Please suggest the names, institutions and e-mail addresses of up to four potential reviewers.

Suggested reviewers should be selected from an INTERNATIONAL (at least three different countries) and not a LOCAL (from author(s) own country or laboratory) group of

scientists in the research field of the paper.

Experimental design. All studies must have been conducted in accordance with institutional, national and international guidelines concerning the use of animals in research and/or the sampling of endangered species.

Preparation. The *JMBA* invites contributions as:

1. Research articles + figures + tables.
2. Reviews of current topics of interest.

E-mail. Please provide an e-mail address for the corresponding author. This will appear on the title page of each article.

Title (bold font). Should be no more than 20 words with no authorities associated with the species. A running head of not more than 43 characters should be suggested.

Authors addresses should follow the title. Use superscript numbers to indicate different addresses.

Abstracts (italic font). A concise abstract should outline the scope, main results and conclusion(s) of the paper without discussion or authorities associated with species. Species name(s) will be roman (normal).

Keywords. Please provide up to ten key words.

Headings. Follow the style and hierarchy for each section as shown below (but see later for taxonomy):

INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS (1st heading, upper case, left justified).

RESULTS (1st heading, upper case, left justified) then:

The sampled population (2nd heading, bold, left justified)

DENSITY AND BIOMASS (3rd heading, small caps, left justified) *Reproduction and development* (4th heading, lower case italics, left justified)

DISCUSSION (1st heading, upper case, left justified). Subheadings, if used, should follow the instructions under RESULTS.

ACKNOWLEDGMENTS (1st heading, upper case, left justified). You may acknowledge individuals or organizations that provided advice, support (non-financial). Formal financial support and funding should be listed in the following section.

FINANCIAL SUPPORT. Please provide details of the sources of financial support of all authors, including grant numbers. For example, 'This work was supported by the Medical Research Council (grant number XXXXXXXX)'. Multiple grant numbers should be separated by a comma and space, and where research was funded by more than one agency, the different agencies should be separated by a semicolon, with 'and' before the final funder. Grants held by different authors should be identified as belonging to individual authors by the authors' initials. For example, 'This work was supported by the Wellcome Trust (A.B., grant numbers XXXX, yyyy), (C.D., grant number ZZZZ); the Natural Environment Research Council (E.F., grant number FFFF); and the National Institutes of Health (A.B., grant number GGGG), (E.F., grant number HHHH)'. Where no specific funding has been provided for research, please provide the following statement: 'This research received no specific grant from any funding agency, commercial or not-for-profit sectors'.

Taxonomy should be presented as follows:

SYSTEMATICS (1st heading, upper case, centre

justified) Order AMPHIPODA Latreille, 1816

Suborder GAMMARIDEA Latreille, 1803

Family UROTHOIDEAE Bousfield, 1978

Genus *Carangolia* Barnard, 1961

Carangolia barnardi sp. nov. (Figures 1–6)

Carangolia spp.: Elizalde *et al.*, 1993; Sorbe & Weber, 1995; Dauvin & Sorbe, 1995. (left justified)

TYPE MATERIAL (taxonomic sub-headings, small caps, left justified)

Holotype: adult female (oostegites developed) 2.69 mm, completely dissected and mounted on 12 slides. (OXYBENT VIII,

TS05-R, N4; coordinates: 43°49.34'N 02°02.74'W; water depth:

550 m) (MNHN-Am5129); coll. J.-C. Sorbe, 19 April 1999.

Paratype: adult male (penile papillae developed) 3.88 mm partially dissected, with both first antennae, maxillipeds, epimeral plates, pleopods, and second antenna and second gnathopod mounted on three slides; rest as five pieces preserved in 70% ethanol. (ECOMARGE 93, TS08-A, Ni; 44°34.57'N

02°12.60'W; water depth: 740–746 m) (MNHN-Am5130); coll. J.-C. Sorbe, 23 June 1993. Twenty-one additional specimens in J.-C. Sorbe Collection.

COMPARATIVE MATERIAL EXAMINED

Carangolia cornuta Bellan-Santini & Ledoyer, 1986. Holotype: female completely dissected on single slide (Museo Civico di Storia Naturale di Verona, slide no. 3276); RV 'Marion Dufresne' Cruise MD08 to Marion and Prince Edward Islands, Station 17BB97 (Marion Island: 46°52.5'S 37°53.5'E); collected on 25 March 1976 with Okean grab on muddy sand, 110 m depth.

DIAGNOSIS

Carangolia with well developed pointed process on posterolateral corner of head. Coxal plate 1 with anterior and posterior margins subparallel, distal margin straight. Coxal plate 7 pointed. Basis of pereopod 6 slender, not oblong. Dactylus of pereopod 5 elongate (more than 12 times longer than wide). Telson devoid of spines.

KEY FOR THE GENERA OF THE ALVINOCARIDIDAE (small caps, left justified)

1. Posterior telson margin armed only with spines, without plumose
 - seta.....2
 - Posterior telson margin armed with plumose setae.....3
 - (Insert a line space between each point)
 - 2. Rostrum long, depressed laterally; pterygostomal spine present; lash on first maxilliped rudimentary.....*Alvinocaris*
 - Rostrum short, compressed dorsoventrally, without teeth; pterygostomal spine absent; lash on first maxilliped welldeveloped.....*Iorania*
 - 3. Short rostrum present; exposed eyes separated from each other; distolateral spine present on scaphocerite.....*Chorocaris*

Fig. 1. *Ceratothoa collaris* Schioedte & Meinert, 1883, adult female: (A) pereopod 1; (B) pereopod 7; (C–G) pleopods 1–5 ventral view; (H) uropods. Scale bars: A–G, 2 mm; H, 3 mm.

Figures' submission. IMAGES should be submitted as tif (preferably), jpg or png file-types. FIGURES SUPPLIED AS EMBEDDED OBJECTS IN MICROSOFT WORD OR AS PDF FILES CANNOT

BE ACCEPTED. To ensure adequate print quality, please submit greyscale tif files NO LESS than 1200 pixels wide and NO MORE than 2500 pixels wide. These correspond to 300 dpi (118 pixels/cm) resolution at single (8.5 cm) and double (17.5 cm) column size respectively. The width should be checked in image editing software such as Photoshop, PaintShop Pro etc. Very high resolution images should be reduced to 2500 pixel width BEFORE submission to avoid uploading problems during submission. Colour images cost £200 (GBP) per page in print but are free in the online version. To have a colour image online and a greyscale version in print it is ESSENTIAL to submit BOTH greyscale and colour versions. THE JOURNAL WILL

NOT CONVERT COLOUR IMAGES TO GREYSCALE. If you request colour figures in the printed version, you will be contacted by CCC-Rightslink who are acting on our behalf to collect Author Charges. Please follow their instructions in order to avoid any delay in the publication of your article. Failure to follow these guidelines may delay the processing of manuscripts. The bit depth should be set to 2-colour (1 bit) for black and white line drawings or greyscale (8 bit) for images incorporating shades of grey. Colour images may be of whichever depth is most suitable. Halftones should be grouped as composites or as individual pictures and a scanned electronic version submitted with the revised text. All figures should be labelled with a medium weight sans serif font of an appropriate size to result in 8 point (3.33 mm) type when reduced to published size. If figures are in parts, please label with upper case letters (A, B, C etc.) in the top left corner of each part.

Tables should be submitted as Microsoft Word tables. the journal cannot accept text formatted with tab characters or images of tables embedded in word files.

Tables should not be excessive in size and headed by informative legends. Legend, headings and footnote are delimited by horizontal lines as shown in the example below; table headers are centred and roman (normal) typeface. Column headings are bold. The table below gives an example of layout:

Table 1. Tenacity of *Elminius modestus* and *Balanus perforatus* cypris larvae to natural biofilms developed at high (83 s⁻¹) and low (15 s⁻¹) shear rates. Forces of temporary adhesion are given as 104Nm⁻².

Surface	<i>Elminius modestus</i>			<i>Balanus perforatus</i>		
	N	Mean	±SE	N	Mean	±SE
No biofilm	30	8.19	0.258	30	6.75	0.179
Low shear	30	7.59	0.274	30	4.94	0.136
High shear	30	9.20	0.219	30	6.50	0.162
Bartlett's statistic = 1.44;			Bartlett's statistic =			
P = 0.486			2.79; P = 0.248			

N, number; SE, standard error.

Failure to follow these guidelines may delay the processing of manuscripts.

Genus and species names should be *italicized* and appear in full at each mention in a new section and if starting a sentence. In italicized text (Abstracts) species names should be normal typeface.

Citation of literature. References in the text should refer to the author's name (no initials) and year of publication. Two authors should be cited using '&' (Rainbow & Dellinger, 1993); for more than two authors, the name of the first author followed by '*et al.*' (Lallier *et al.*, 1987). When citing more than one publication use date order and a semi-colon as a separator, e.g. (Mykels & Skinner, 1985a, b; Skinner, 1996; Gorind *et al.*, 1997). The manuscript should be carefully checked to ensure the details of authors and dates cited in the text exactly match those in the reference list. Cross checking of references in the text to the cited literature and vice versa is the responsibility of the author. All literature quoted in the text must be listed in alphabetical and chronological order of author names at the end of each manuscript. When more than one publication with the same first author is cited the following order alphabetically applies: (a) single author, according to publication dates; (b) same author and one co-author; (c) same author and more than one co-author.

The style follows the full name according to the 'World List of Scientific Periodicals' latest edition, London. Titles of journals must be written in **FULL** (not abbreviated) and references to books should include the place of publication and the publisher.

Dashes. Hyphen between connecting words; en-dash between ranges e.g. 3–10, B–G, and between opposite words e.g. male–female pairs, size–frequency, etc.

REFERENCES (1st heading, upper case, left justified)

Journals:

Marshall S.M., Nicholls A.G. and Orr A.P. (1939) On the growth and feeding of young herring in the Clyde. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 23, 427–455.

Books:

Cushing D.H. (1981) *Fisheries biology, a study in population dynamics*. 2nd edition. Madison: University of Wisconsin Press.

Chapters frombooks:

Weir B.S. (1990) Intraspecific differentiation. In Hillis D.M. and Moritz C. (eds) *Molecular systematics*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, pp. 373–410.

Symposiumproceedings:

Cinelli F., Fresi E., Mazzella L., Pansini M., Pronzato R. and Svoboda A. (1977) Distribution of benthic phyto- and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In Keegan B.F., Ceidigh P.O. and Boaden P.J.S. (eds)

Proceedings of the Eleventh European Symposium on Marine Biology, University College, Galway, 5–11 October 1976. Biology of benthic organisms. Oxford: Pergamon Press, pp. 173–183.

Book series:

El Haj A.J., Whiteley N.M. and Harrison P. (1992) Molecular regulation of muscle growth over the crustacean moult cycle. In El Haj A.J. (ed.) *Molecular biology of muscle*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 151–165. [SEB Seminar Series, no. 46.]

Occasional publications:

Moore P.G. (1984) The fauna of the Clyde Sea area. Crustacea: Amphipoda. *University Marine Biological Station Millport, Occasional Publications*, no. 2, 84 pp.

Reports:

Gaard E. (1987) An investigation of the squid *Loligo forbesi* Steenstrup on Faroe Bank. *International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports)*, CM 1987/K:18, 9 pp.

Baird Jr F.T. (1953) Observations on the early life history of the giant scallop (*Pecten magellanicus*). *Research Bulletin. Department of Sea and Shore Fisheries, Maine*, no. 14, 7 pp.

Theses:

Leighton D.L. (1968) *A comparative study of food selection and nutrition in the abalone, Haliotis rufescens Swainson, and the purple sea urchin, Strongylocentrotus purpuratus Stimpson*. PhD thesis. University of California, San Diego, USA.

Processing. Manuscripts will be assessed by an expert Associate Editor and their nominated referees. A decision will be made by the Associate Editor based on the referees' reports and their opinions. Authors will be advised of the decision by e-mail from the ScholarOne system via <http://mc.manuscriptcentral.com/jmba>. If papers are sent back to the authors, for revision and for checking editorial corrections, they must be returned within three weeks. The acceptance date will appear on the first page of the published manuscript.

Revised manuscripts and figures must be uploaded to:

<http://mc.manuscriptcentral.com/jmba>

Proofs. The corresponding author will receive the proofs by e-mail as PDF files. Authors should send proof corrections by e-mail to the administrator.

Offprints. The contributing author will be provided with a PDF file of their article on publication. Extra printed offprints must be ordered before publication using the form provided with the proof.

Marine Biodiversity Records

Instructions to Authors

Please read these instructions carefully

Revised March 2013

Marine Biodiversity Records is a rapid peer-reviewed, online publication that complements the long-established *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. *Marine Biodiversity Records* has been launched in response to the changing marine and coastal environment and an increasing demand for the documentation of marine organisms in locations where they have not formerly been recorded, as well as of species changes and loss from habitats. *Marine Biodiversity Records (MBR)* therefore welcomes research articles that document and review the status and changes in geographical ranges of marine species, including the effects of the introduction of novel or alien species to marine ecosystems, and of taxonomic studies relevant to these changes.

Submission

MBR invites contributions as research articles + figures + tables.

All manuscripts should be submitted online at <http://mc.manuscriptcentral.com/mbdr>

Authors who do not yet have an account on the online submission site will need to register before submitting a manuscript. If you are unsure about your login details or whether you have an account or not, please use the password help field on the login page. Do not create a new account if you are unsure.

Please refer to the following site for the file formats acceptable for file submission via ScholarOne:

<http://mchelp.manuscriptcentral.com/tutorials/fileconversion.pdf>

If you experience any difficulties submitting your manuscript, please contact ScholarOne support at <http://mchelp.manuscriptcentral.com/gethelpnow/question.htm>

Manuscripts submitted to the *MBR* must be original, not under consideration elsewhere and be approved by all authors and institutions prior to submission. Papers should be written in clear, succinct English and sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names should be *italicized* (not underlined) and at their first mention after the abstract they should be followed by the Authority and date in parenthesis when appropriate, i.e. *Chaceon gordonae* (Ingle, 1985) with the Authority being cited in the bibliography. Manuscripts should be arranged in the following order: Running Head, Title, Author(s), Address(es), Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References, Figure Legends, Tables and Appendices.

Manuscripts which do not comply with publication standards of written English will be rejected on submission.

Reviewers

Please suggest the names, institutions and e-mail addresses of up to four potential reviewers. Suggested reviewers should be selected from an INTERNATIONAL (at least three different countries) and not a LOCAL (from author(s) own country or laboratory) group of scientists in the research field of the paper. Failure to comply with this instruction will lead to delays in processing the paper for publication.

Preparation of manuscript

Running head: of no more than 43 characters in small capitals.

Title (bold font, lower case): should be concise and informative (no more than 20 words and no authorities associated with the species).

Authors: the names of all authors, in capitals, should be listed and numbered 1,2,3 etc. (the numbers in superscript).

Address(es): should start on a separate line with corresponding superscript number to address.

Abstract: should be in *italic font*—a concise abstract should outline the scope, main results and conclusion(s) of the paper without discussion. Species names (no Authorities) should not be italicized.

Keywords: please provide up to ten key words.

Corresponding author: the name and e-mail address should be listed.

Headings: follow the style and hierarchy for each section as shown below (but see later for taxonomy): INTRODUCTION: (1st heading, upper case, left justified).

MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION: (1st heading, upper case, left justified). Headings within these sections are as follows:

The sampled population (2nd heading, bold, left justified). DENSITY AND BIOMASS (3rd heading, small capitals, left justified).

Reproduction and development (4th heading, lower case italics, left justified). ACKNOWLEDGEMENTS, REFERENCES (1st heading, upper case, left justified).

ACKNOWLEDGEMENTS: you may acknowledge individuals or organizations that provide advice, and support (non- financial). Please also provide details of financial support for all authors, including grant numbers, i.e. 'This work was supported by the Medical Research Council (grant number xxxxxx)'. Multiple grant numbers should be separated by a comma and space, and where research was funded by more than one agency, the different agencies should

be separated by a semi-colon, with 'and' before the final funder. Grants held by different authors should be identified as belonging to individual authors by the author's initials. For example, 'This work was supported by a Wellcome Trust (A.B., grant numbers xxxx, yyyy), (C.D., grant number zzzz); the Natural Environment Research Council (E.F., grant number ffff); and National Institutes of Health (A.B., gggg), (E.F. grant number hhhh).' Where no specific funding has been provided for research, authors should use the following statement 'This research received no specific grant from any funding agency, commercial or not-for-profit sectors.'

Taxonomy should be centred and presented as follows:

SYSTEMATICS

Order AMPHIPODA Latreille, 1816

Suborder GAMMARIDEA Latreille, 1802

Family UROTHOIDEA Bousfield, 1978

Genus *Carangolia* Barnard, 1961

Carangolia bamardi Jaume & Sorbe, 2001

(Figures 1–6)

Carangolia spp.: Elizalde *et al.*, 1993; Sorbe & Weber, 1995; Dauvin & Sorbe, 1995.

TYPE MATERIAL (2nd heading, small capitals, left justified), no line space after.

Holotype: adult ♀, 2.69 mm, Station OXYBENT VIII, T505-R, N4; 43°49.34'N 02°02.74'W, 550 m, MNHN-Am5129, coll. J.-C. Sorbe, 19 April 1999.

Paratype: adult ♂ (3.88 mm, Station ECOMARGE 93, T508-A, NI; 44°34.57'N 02°12.60'W, 740–746 m, MNHN-Am5130, coll. J.-C. Sorbe, 23 June 1993.

COMPARATIVE MATERIAL EXAMINED (2nd heading, small capitals, left justified), no line space after.

Carangolia cornuta Bellan-Santini & Ledoyer, 1986.

Holotype ♀, RV 'Marion Dufresne', Cruise MD08 to Marion and Prince Edward Islands, Station I7BB97, Marion Island, 46°52.5'S 37°53.5'E, 110 m, collected with Okean grab on muddy sand, 25 March 1976.

DIAGNOSIS (2nd heading, small capitals, left justified), no line space after.

Carangolia with well developed pointed process on posterolateral corner of head. Coxal plate 1 with anterior and posterior margins subparallel, distal margin straight. Coxal plate 7 pointed. Basis of pereopod 6 slender, not oblong. Dactylus of pereopod

5 elongate (more than 12 times longer than wide). Telson devoid of spines.

Figures: should be referred to in full in the body of the text (e.g. Figure 1). Colour figures are preferred. Figure legends should take the following style:

Fig. 1. *Ceratothoa collaris* Schioedte & Meinert, 1883, adult female: (A) pereopod 1; (B) pereopod 7; (C–G) pleopods 1–5, ventral view; (H) uropods. Scale bars: A–G, 2 mm; H, 3 mm.

Text

Text files should be submitted as line-numbered Microsoft Word files and should include Figure legends.

Figures' submission

Please submit image files as tif (preferably), jpg or png file-types. Figures supplied as embedded objects in Microsoft Word or as pdf files cannot be accepted.

To ensure adequate print quality, please submit greyscale tif files NO LESS than 1200 pixels wide and NO MORE than 2500 pixels wide as e-mail attachments. These correspond to 300 dpi (118 pixels/cm) resolution at single (8.5 cm) and double (17.5 cm) column size respectively. The width can be checked in image editing software such as Photoshop, PaintShop Pro etc. Very high resolution images should be reduced to 2500 pixel width BEFORE submission to avoid uploading problems during submission. Colour images are free online.

Failure to follow these guidelines may delay the processing of manuscripts.

The bit depth should be set to 2-colour (1 bit) for black and white line drawings or greyscale (8 bit) for images incorporating shades of grey. Colour images may be of whichever depth is most suitable. Halftones should be grouped as composites or as individual pictures and a scanned electronic version submitted with the revised text.

All figures should be labelled with a medium weight sans serif font of an appropriate size to result in 8 point (3.33 mm) type when reduced to published size. If figures are in parts, please label with upper case letters (A, B, C etc.) in the top left corner of each part.

Tables: should not be excessive in size and headed by informative legends. Legend, headings and footnote are delimited by horizontal lines. Table legends are centred and roman (normal) typeface; column headings are bold, as shown below:

Table 1. Suspended particulate matter (seston) at different locations inhabited by the species of bivalves.

Location	Total seston (mg l ⁻¹)	Organic seston mg l ⁻¹)
<i>Mytilus</i> (suspended culture)	1.78 ± 1.02	0.50 ± 0.21
<i>Mytilus</i> (upper-middle intertidal)	30.64 ± 3.58	9.38 ± 0.50
<i>Venus</i> and <i>Tagelus</i> (middle intertidal)	95.69 ± 20.85	22.14 ± 4.70
<i>Mulinia</i> (low intertidal)	67.79 ± 06.67	17.34 ± 1.17

Table submission

Please submit as Microsoft Word tables. Tables submitted as text formatted with tab characters or as image files embedded in Word will NOT be accepted. Failure to follow these guidelines may delay the processing of manuscripts.

Genus and species names should be italicized and appear in full at each first mention in a new section and if starting a sentence.

Citation of literature. References in the text should refer to the author's name (no initials) and year of publication. Two authors should be cited using '&' (Rainbow & Dellinger, 1993); for more than two authors, the name of the first author followed by 'et al.' (Lallier et al., 1987). When citing more than one publication use date order and a semi-colon as a separator e.g. (Mykels & Skinner, 1985a, b; Skinner, 1996; Gorind et al., 1997). The manuscript should be carefully checked to ensure the details of authors and dates cited in the text exactly match those in the reference list. Cross checking of references in the text to the cited literature and vice versa is the responsibility of the author.

All literature quoted in the text must be listed in alphabetical and chronological order of author names at the end of each manuscript. When more than one publication with the same first author(s) is cited the following order alphabetically applies: (i) single author, according to publication dates; (ii) same author and one co-author; (iii) same author and more than one co-author.

The style follows the full name according to the 'World List of Scientific Periodicals' latest edition, London. **Titles of journals must be written in FULL (not abbreviated) and references to books should include the place of publication and the publisher.**

Dashes: hyphen between connecting words; en-dash between ranges, e.g. 3–10, B–G; and between opposite words, e.g. male–female, size–frequency, etc.

REFERENCES**Journals:**

Marshall S.M., Nicholls A.G. and On A.P. (1939) On the growth and feeding of young herring in the Clyde. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 23, 427–455.

Books:

Cushing D.H. (1981) *Fisheries biology, a study in population dynamics*. 2nd edition. Madison: University of Wisconsin Press.

Chapters from books:

Weir B.S. (1990) Intraspecific differentiation. In Hillis D.M. and Moritz C. (eds) *Molecular systematics*. Sunderland: Sinauer Associates, pp. 373–410.

Symposium proceedings:

Cinelli F., Fresi E., Mazzella L., Pansini M., Pronzato R. and Svoboda A. (1977) Distribution of benthic phyto- and zoocenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In Keegan B.F., O'Ceidigh P.O. and Boaden P.J.S. (eds) *Proceedings*

of the Eleventh European Symposium on Marine Biology, University College, Galway, 5–11 October 1976. Biology of benthic organisms. Oxford: Pergamon Press, pp. 173–183.

Book series:

El Haj A.J., Whiteley N.M. and Harrison P. (1992) Molecular regulation of muscle growth over the crustacean moult cycle. In El Haj A.J. (ed.) *Molecular biology of muscle*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 151 – 165. [SEB Seminar Series, no. 46.]

Occasional publications:

Moore P.G. (1984) The fauna of the Clyde Sea area. Crustacea: Amphipoda. *University Marine Biological Station Millport, Occasional Publications*, no. 2, 84 pp.

Reports:

Gaard E. (1987) An investigation of the squid *Loligo forbesi* Steenstrup on Faroe Bank. *International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports)*, CM 1987/K:18, 9 pp.

Baird Jr F.T. (1953) Observations on the early life history of the giant scallop (*Pecten magellanicus*). *Research Bulletin. Department of Sea and Shore Fisheries, Maine*, no. 14, 7 pp.

Theses:

Leighton D.L. (1968) *A comparative study of food selection and nutrition in the abalone, Haliotis rufescens Swainson, and the purple sea urchin, Strongylocentrotus purpuratus Stimpson*. PhD thesis. University of California, San Diego, USA.

At the end of the References, the following should be written:

Correspondence should be addressed to: followed by: your initials and surname, address, and e-mail address.

Manuscript processing

The editorial board reserves the right to reject papers not deemed to have high priority. Manuscripts will be initially assessed by an expert editor before being sent for review. After review, a decision will be made by the editor(s) based on the referees' reports and their own opinions.

Revised manuscripts must be returned online to <http://mc.manuscriptcentral.com/mbdr> and should be submitted as revisions of the original.

The option to revise is only available for a limited time; if you find that the revise option has expired, please contact the editors. Do not submit your revised manuscript as a new submission. The acceptance date will appear on the first page of the published manuscript.

Proofs. The corresponding author will receive the proofs by email as PDF files and may require the downloading of Acrobat Reader from the internet. Printing errors must be carefully corrected. Stylistic changes will not be possible without payment at this stage.

Reprints. PDF files of the electronically-published paper will be sent to the corresponding author from the publisher. There are no paper reprints.