Mariana Mungioli

**Estudos morfológicos e moleculares de algas
pardas filamentosas (Phaeophyceae) no litoral
sudeste do Brasil**

**Morphological and molecular studies of filamentous
brown algae (Phaeophyceae) in the brazilian
southeast coast**

São Paulo, SP

2017

Mariana Mungioli

**Estudos morfológicos e moleculares de algas
pardas filamentosas (Phaeophyceae) no litoral
sudeste do Brasil**

**Morphological and molecular studies of filamentous
brown algae (Phaeophyceae) in the brazilian
southeast coast**

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos necessários à
obtenção do Título de Mestre em Ciências,
na Área de Botânica.

Orientadora: Prof.^a Dra. Valéria Cassano.

São Paulo, SP

2017

Mungioli, Mariana

Estudos morfológicos e moleculares de algas pardas filamentosas (Phaeophyceae) no litoral sudeste do Brasil. Mariana Mungioli – São Paulo: M.M., 2017 154 p.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica, 2017.

1. Phaeophyceae, 2. DNA barcode, 3. Filogenia, 4. COI-5P, 5. *rbcL*. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Botânica. II. Título

Comissão Julgadora:

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Profa. Dra. Valéria Cassano
Orientadora

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Valéria Cassano, pela orientação, dedicação e permanente atenção em todas as etapas no desenvolvimento deste estudo. Sem sua presença, este trabalho não teria sido concluído;

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de mestrado, tornando possível a execução desta pesquisa.

Ao Instituto de Biociências, em especial ao Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Joel Campos de Paula, pelo inestimável auxílio nas primeiras coletas realizadas.

Ao Prof. Dr. Wilson Freshwater, que gentilmente cedeu amostras de especial importância para a compilação dos resultados alcançados.

Às Professoras Dra. Mariana Cabral de Oliveira, Dra. Fanly Fungyi Chow Ho, Dra. Mutue Fujii e Dra. Silvia Guimarães pelas contribuições e recursos disponibilizados em coletas.

Aos colegas, técnicos e professores do Laboratório de Algas Marinhas "Edson José De Paula", da Universidade de São Paulo, pelo incessante e rotineiro apoio prestado ao longo de toda a pesquisa.

Um agradecimento especial às minhas amigas Carolina Azevedo, Silvia Pope e Talita Vieira pela troca de experiências, inúmeras coletas e apoio emocional diário.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, à minha avó materna (*In memoriam*), à minha tia Regina Célia, aos meus padrinhos Rubens e Luisa e à Valéria Henriques, pelo incentivo ao longo destes anos, o meu muito obrigada!

E ao meu amor, Guilherme, pelo companheirismo e por principalmente, participar com tanto afinho de uma, das primeiras etapas das nossas vidas.

ÍNDICE

Resumo.....	10
Abstract	12
1. Introdução Geral	14
2. Justificativa.....	23
3. Objetivos.....	24
3.1 Objetivo Geral	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
4. Materiais e Métodos.....	25
4.1 Área de Estudo.....	25
4.2 Coleta e Processamento das Amostras	26
4.3 Estudos Morfológicos.....	44
4.4 Cultivo	44
4.5. Estudos Moleculares	45
5 Resultados.....	53
5.1 Sinopse dos táxons identificados	54
5.2 Análises moleculares.....	54
5.2.1 Análise do marcador do rbcL	54
5.2.2 Análise do Marcador COI-5P	63
5.3 Análise Morfológica	74
6. Discussão Geral	132
7.Considerações Finais	137
8. Referências Bibliográficas	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista das espécies de algas pardas filamentosas citadas para o Brasil e sua distribuição geográfica.....21

Tabela 2. Listagem das amostras coletadas ao longo do litoral sudeste do Brasil utilizadas para análises morfológicas e moleculares com os marcadores COI-5P e *rbcL*.....28

Tabela 3. Desenvolvimento em vitro de espécies cultivadas no laboratório de algas marinhas
Paula.....45

Tabela 4. Oligonucleotídeos dos marcadores mitocondrial (COI-5P) e plastidial (*rbcL*) utilizados na amplificação e no sequenciamento deste estudo.46

Tabela 5. Oligonucleotídeos testados para a amplificação e para o sequenciamento de cada marcador molecular.....47

Tabela 6. Sequências obtidas do banco de dados GenBank com seus respectivos códigos de acesso utilizadas nas análises moleculares de COI-5P.....49

Tabela 7. Sequências obtidas do banco de dados GenBank com seus respectivos códigos de acesso utilizadas nas análises filogenéticas de *rbcL*.....51

Tabela 08. Amplitude de divergência genética entre os gêneros estudados para o gene *rbcL*.....60

Tabela 09. Amplitude de divergência genética entre os gêneros estudados para o gene COI-5P.....69

Tabela 10. Comparação da amplitude de variação da divergência genética entre os marcadores estudados.70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa político do Brasil com destaque ao litoral Sudeste e número total de amostras coletadas porestado.....	25
Figura2. Ilhote de Ubu, Anchieta, Espírito Santo. Aspecto do ambiente recifal.....	26
Figura 3. Ilhote de Ubu, Anchieta, Espírito Santo. Detalhe de <i>Bachelotia antillarum</i> sobre <i>Udotea</i> sp.....	26
Figuras 4 e 5. Pontal do Atalaia, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro.Costão rochoso.	27
Figura 6. Praia Desertinha, Reserva Juréia-Itatins, Peruíbe, São Paulo.Aspecto do ambiente apresentando poça-de-maré.....	27
Figura 7. Praia Desertinha, Reserva Juréia-Itatins, Peruíbe, São Paulo.Detalhe de pardas filamentosas sobre costão batido.....	28
Figura 8. Árvore consenso gerada a partir da análise de Neighbor-Joining (NJ) para sequências do <i>rbcl</i> . Valores de bootstrap indicados nos ramos são referentes a NJ (2000 réplicas), Máxima Verossimilhança (ML) (100 réplicas) e probabilidade <i>a posteriori</i> (PP), respectivamente. Valores de bootstrapinferiores a 50 não apresentados. Amostras geradas neste estudo estão destacadas em negrito; – indica falta de suporte; * indica suporte total do ramo (valor de bootstrap = 100% e PP (probabilidade <i>a posteriori</i> = 1.00).....	62
Figura 9. Árvore de Neighbor-Joining (NJ) para sequências do COI-5P. Valores de bootstrap estão indicados nos ramos (2000 réplicas). Valores de bootstrapinferiores a 50 não apresentados. Amostras geradas neste estudo estão destacadas em negrito	72
Figura 10 a 16. <i>Acinetospora filamentosa</i> . Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	70
Figura 17 a 23. “ <i>Feldmannia</i> ” <i>irregularis</i> . Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	87
Figura 24 a 33. “ <i>Feldmannia irregularis</i> ” 1. Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	91
Figura 34 a 41: “ <i>Feldmannia irregularis</i> ” 2. Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	95

Figura 42 a 50.	<i>“Feldmannia” mitchelliae.</i>	Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	102
Figura 51 a 59.	<i>“Hincksia” conifera.</i>	Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	108
Figura 60 a 69.	<i>Hincksia sandriana.</i>	Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	113
Figura 70 a 77.	<i>Ectocarpus fasciculatus.</i>	Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	119
Figura 78 a 84.	<i>“Asteronema” breviarticulatum.</i>	Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	126
Figura 85 a 91.	<i>Bachelotia antillarum.</i>	Anatomia vegetativa e reprodutiva.....	131

LISTA DE ABREVIATURAS

atp9: Subunidade 9 da ATP sintase mitocondrial;

atpB: Subunidade B da ATP sintase plastidial;

BOLD: Barcode of Life Database Systems;

COI-5P: região 5' do gene que codifica para a enzima citocromo c oxidase subunidade 1;

cox1: Subunidade I do Citocromo c Oxidase;

cox3: Subunidade 3 do Cytochromo c Oxidase;

DNA: Ácido Desoxirribonucleico;

dNTP: Desoxirribonucleotídeos fosfatados;

EDTA: Ácido etilenodiamino tetra-acético;

GenBank: International Nucleotide Sequence Database Collaboration;

ITS: Espaçador transcrito interno;

Kb: Kilo-Base (1kb equivale à 1000 nucleotídeos);

LSU: Subunidade Grande do Ribossomo;

ML: Máxima Verossimilhança;

nad1: Gene da subunidade 1 da NADH-desidrogenase;

nad4: Gene da subunidade 4 da NADH desidrogenase;

NJ: Neighbor-joining;

pb: Pares de Base nucleotídicas;

PCR: Reação em cadeia da polimerase;

psaA: Proteína do fotosistema I;

psbA: Proteína do fotosistema II;

rbcL: Gene codificante da subunidade grande da Rubisco (ribulose-1, 5-bifosfato carboxilaseoxigenase);

SPF: Herbário da Universidade de São Paulo;

UPA: “Universal Plastid Amplicom” domínio V do gene plastidial que codifica o RNA da subunidade ribossomal grande.

RESUMO

As algas pardas filamentosas (Phaeophyceae) constituem um grupo essencialmente marinho com morfologia extremamente simples. A identificação taxonômica dessas algas é bastante difícil quando empregados apenas caracteres morfológicos devido à grande plasticidade fenotípica que apresentam. No Brasil, nenhum estudo sistemático foi feito com seus representantes empregando-se dados moleculares. Neste contexto, a diversidade de algas pardas filamentosas dos gêneros *Acinetospora*, *Asteronema*, *Bachelotia*, *Ectocarpus*, *Hincksia* e *Feldmannia* foi investigada pela primeira vez no Brasil sob uma abordagem molecular, complementada com dados morfológicos. As coletas abrangeram a região sudeste do Brasil, incluindo a área de ressurgência dos litorais do Rio de Janeiro e Espírito Santo, que abriga quase que a totalidade de táxons de algas pardas filamentosas citadas para o país. Foi utilizado o marcador mitocondrial do tipo DNA Barcode, COI-5P e o marcador plastidial para inferências filogenéticas, o *rbcl*. Os estudos moleculares e morfológicos permitiram identificar no mínimo 10 táxons para o litoral sudeste brasileiro: oito da ordem Ectocarpaceae: *Acinetospora filamentosa*, “*Feldmannia*” *irregularis*, “*Feldmannia irregularis*” 1, “*Feldmannia irregularis*” 2, “*Feldmannia mitchelliae*”, “*Hincksia*” *conifera* e *Hincksiasandriana* (família Acinetosporaceae) e *Ectocarpus fasciculatus* (família Ectocarpaceae) e dois da ordem Scytothamnales: “*Asteronema*” *breviarticulatum* (família Asteronemataceae) e *Bachelotia antillarum* (família Bachelotiaceae). A família Acinetosporaceae se dividiu em dois agrupamentos, Acinetosporaceae 1, que incluiu a maioria dos representantes brasileiros e a espécie tipo da família, *Acinetospora crinita*; e Acinetosporaceae 2, que incluiu os autênticos gêneros *Feldmannia*, *Hincksia* e *Pylaiella* com suas respectivas espécies-tipo, *Feldmannia lebelli*, *Hincksia hincksiae* e *Pylaiella litorallis*. *Hincksia sandriana* foi a única espécie estudada que se agrupou no clado do autêntico gênero *Hincksia* e é citada pela primeira vez para o Brasil, constituindo um caso de introdução recente. Para os demais representantes agrupados em Acinetosporaceae 1, excluindo *Acinetospora*, um novo gênero para a ciência deverá ser proposto. Os táxons “*H.*” *conifera*, “*F.*” *irregularis*, “*F. irregularis*” 1, “*F. irregularis*” 2 e “*F.*” *mitchelliae* não pertencem aos autênticos gêneros *Feldmannia* e *Hincksia*, já que não se agruparam com as respectivas espécies-tipo dos gêneros, e, portanto, devem ser transferidos para um novo gênero. As análises com os dois marcadores moleculares demonstraram que “*F.*” *irregularis*, “*F. irregularis*” 1 e “*F. irregularis*” 2, previamente citados sob uma única espécie (*F. irregularis*), representam três entidades taxonômicas independentes. Sequências do COI-5P de *F. irregularis* da Itália, considerada próxima à localidade tipo (Mar Adriático), confirmaram que parte do material analisado deve ser mantido sob o epíteto *irregularis*, enquanto duas

novas espécies devem ser propostas para a ciência para acomodar "*F. irregularis*" 1 e "*F. irregularis*" 2. As análises moleculares com o COI-5P dividiu "*F. mitchelliae*" em três agrupamentos com alta divergência genética e variabilidade morfológica indicando que "*F. mitchelliae*" forma um complexo. Uma sequência de "*F. mitchelliae*" procedente dos EUA (Carolina do Norte), próxima à localidade tipo (Massachusetts), gerada no presente estudo, confirmou que o material brasileiro deve ser descrito sob o epíteto *mitchelliae*. Nossos resultados moleculares demonstraram claramente que o gênero *Acinetospora* não é monofilético. *Acinetospora filamentosa* é citada pela primeira vez para o Oceano Atlântico e foi revelada por meio de dados moleculares, tanto pelo COI-5P quanto pelo *rbcL*. A espécie *Acinetospora crinita*, referida previamente para o litoral sudeste do Brasil, não foi recoletada neste estudo. Diferenças morfológicas nas estruturas pluriloculares entre as duas espécies e ausência de monosporângios em *A. filamentosa*, descritos como típico apenas para *A. crinita*, confirmaram a ocorrência de *A. filamentosa* para o Atlântico. Nossos resultados com o *rbcL* revelaram que a família Asteronemataceae não é monofilética. O táxon "*Asteronema*" *breviarticulatum* se agrupou com *Asterocladon lobatum*, espécie tipo do gênero, e deve ser alocado na família Asterocladaceae, assim como transferido para o gênero *Asterocladon*, propondo-se uma combinação nova para resolver o posicionamento taxonômico dessa espécie. A alta divergência genética verificada para os marcadores COI-5P e *rbcL* demonstraram que *Bachelotia antillarum* é uma espécie críptica. A utilização da ferramenta molecular no estudo de algas pardas filamentosas na região sudeste do Brasil foi fundamental para desvendar a sua diversidade, que comprovadamente estava subestimada, assim como melhor delimitar seus gêneros e espécies e revelar espécies crípticas. Os dados aqui apresentados são pioneiros e constituem uma fonte relevante de informação sobre a taxonomia e sistemática deste grupo de algas pardas. Mais investigações por meio de uma ampla revisão, especialmente da família Acinetosporaceae, uma maior amostragem no litoral brasileiro e inclusão de mais gêneros de algas pardas filamentosas nas análises podem ainda mudar o panorama da classificação desse grupo.

ABSTRACT

Filamentous brown algae (Phaeophyceae) constitute an essentially marine group that display an extremely simple morphology. The taxonomic identification of these algae is very difficult when based only on morphological characters, due to the high incidence of phenotypic plasticity. In Brazil, no systematic study using molecular data has investigated their representatives. In this context, this study aims to investigate the diversity of filamentous brown algae of the genera *Acinetospora*, *Asteronema*, *Bachelotia*, *Ectocarpus*, *Hincksia* and *Feldmannia* for the first time in Brazil, applying the molecular approach coupled with morphological data. The sampling sites covered the southeastern region of Brazil, including the upwelling area of the Rio de Janeiro and Espírito Santo coasts, which include almost all the filaments of brown algae mentioned for the country. The DNA barcode mitochondrial marker, COI-5P, and the plastid marker for phylogenetic inferences, *rbcl*, were sequenced. The molecular and morphological studies allowed at least the recognition of 10 taxa on the Brazilian southeastern coast, out of which eight taxa correspond to the order Ectocarpales, and two to the order Scytothamnales. Ectocarpales is represented by the families Acinetosporaceae (*Acinetospora filamentosa*, "*Feldmannia irregularis*", "*Feldmannia irregularis*" 1, "*Feldmannia irregularis*" 2, "*Feldmannia mitchelliae*", "*Hincksia conifera*" and *Hincksia sandriana*), and Ectocarpaceae (*Ectocarpus fasciculatus*). The order Scytothamnales, in turn, includes the families Asteronemataceae ("*Asteronema breviararticulatum*") and Bachelotiaceae (*Bachelotia antillarum*). The Acinetosporaceae family was divided into two clusters: Acinetosporaceae 1 that included the type species of the family (*Acinetospora crinita*) and most of the Brazilian representatives; and Acinetosporaceae 2 that included the genera *Feldmannia*, *Hincksia* and *Pylaiella* represented by their respective type species, *Feldmannia lebelli*, *Hincksia hincksiae* and *Pylaiella litorallis*. *Hincksia sandriana* was the only species studied that grouped in the clade of the authentic genus *Hincksia*. Besides, this is the first record of *H. sandriana* for Brazil, which constitutes a case of recent introduction. For the other representatives of Acinetosporaceae 1, except *Acinetospora*, a new genus for science should be proposed. The taxa "*H. conifera*", "*F. irregularis*", "*F. irregularis*" 1, "*F. irregularis*" 2 and "*F. mitchelliae*" do not belong to the authentic genera *Feldmannia* and *Hincksia*, since they did not group with the respective generitypes. Therefore, should be transferred to the new genus. Analyses applying both molecular markers showed that "*F. irregularis*", "*F. irregularis*" 1 and "*F. irregularis*" 2, previously cited as a single species (*F. irregularis*), constitute three independent taxonomic entities. COI-5P sequences of *F. irregularis* from Italy, close to the type locality (Adriatic Sea), demonstrate that part of the analyzed material should be maintained under the epithet *irregularis*, whereas two new scientific species should be proposed to accommodate "*F. irregularis*" 1 and "*F. irregularis*" 2. COI-5P molecular analyzes divided "*F. mitchelliae*" into three clusters with high genetic divergence and morphological variability indicating that "*F. mitchelliae*" corresponds to a species complex. A sequence of "*F. mitchelliae*" from the United States (North Carolina), near the type locality (Massachusetts), obtained and included in the present study, confirmed that the Brazilian

material should be described under the epithet *mitchelliae*. Our molecular results have clearly demonstrated that the genus *Acinetospora* is non-monophyletic. *Acinetospora filamentosa* is for the first time mentioned for the Atlantic Ocean and was revealed by molecular data, both by COI-5P and *rbcL*. The species *Acinetospora crinita* recorded on the southeastern coast of Brazil was not collected in this study. Morphological differences in plurilocular structures between two species and absence of monosporangia in *A. filamentosa*, described as typical only for *A. crinita*, confirmed the occurrence of *A. filamentosa* for the Atlantic. Our results with the *rbcL* revealed that the family Asteronemataceae is non-monophyletic. “*Asteronema*” *breviarticulatum* was grouped with *Asterocladon lobatum*, the type species of the genus, and should be transferred to the genus *Asterocladon* and to the family Asterocladaceae. Consequently, a new combination should be proposed to solve taxonomic placement of this species. The high genetic divergence observed for the COI-5P and *rbcL* markers demonstrated that *Bachelotia antillarum* is a cryptic species. The use of the molecular tool in the study of filamentous brown algae in the southeastern region of Brazil was fundamental to uncover their diversity, previously underestimated, as well as to allow a better delimitation of their genera and species. The innovative data presented here constitute a relevant source of information to the taxonomy and systematics of filamentous brown algae. More investigations through a broad review, especially of the Acinetosporaceae family, a wider sampling in the Brazilian coast and the inclusion of more genera of filamentous brown algae in the analyses can still change the classification scenario of this group.

1. INTRODUÇÃO

A classe Phaeophyceae está inserida no Sub-Reino Heterokonta (Cavalier-Smith 1986 = Stramenopila Patterson 1989), caracterizado por apresentar células flageladas heterocotes. Os organismos fototróficos heterocontes (algas marrom-douradas) estão reunidos no filo Ochrophyta (Cavalier-Smith & Chao 1996) ou Heterokontophyta (Hoek et al. 1995), cujas algas são definidas por seus cloroplastos de origem endossimbiótica secundária com algas vermelhas (Reviers et al. 2007). A classe Phaeophyceae constitui uma das principais linhagens do filo, abrigando 2.014 espécies (Guiry & Guiry 2017), todas multicelulares, distribuídas em 285 gêneros (Reviers et al. 2007).

As algas pardas filamentosas constituem um grupo essencialmente marinho com morfologia extremamente simples, incluídas em diferentes famílias das ordens Asterocladales, Discosporangiales, Ectocarpales, Onslowiales e Scytothamnales da classe Phaeophyceae.

A classe Phaeophyceae está inserida no Sub-Reino Heterokonta (Cavalier-Smith 1986 = Stramenopila Patterson 1989), caracterizado por apresentar células flageladas heterocotes. Os organismos fototróficos heterocontes (algas marrom-douradas) estão reunidos no filo Ochrophyta (Cavalier-Smith & Chao 1996) ou Heterokontophyta (Hoek et al. 1995), cujas algas são definidas por seus cloroplastos de origem endossimbiótica secundária com algas vermelhas (Reviers et al. 2007). A classe Phaeophyceae constitui uma das principais linhagens do filo, abrigando 2.014 espécies (Guiry & Guiry 2017), todas multicelulares, distribuídas em 285 gêneros (Reviers et al. 2007).

Das ordens citadas acima, três ocorrem no Brasil: Asterocladales, Ectocarpales e Scytothamnales (Wynne 2011). A ordem Ectocarpales é a mais representativa abrigando 761 espécies (Guiry & Guiry 2017). A ordem foi estabelecida por Bessey (1907) e sua circunscrição foi controversa por várias décadas. Um dos principais embates com relação à classificação das algas pardas diz respeito justamente em reconhecer a circunscrição das Ectocarpales de forma ampla (*sensu lato*) ou de forma restrita (*sensu stricto*) (Reviers et al. 2007). Quando

estabelecida, a ordem Ectocarpales foi descrita sob uma ampla circunscrição, incluindo gêneros filamentosos, pseudoparenquimatosos e parenquimatosos. Esse sistema foi seguido por Fristch (1943, 1945) e Fletcher (1987), com algumas modificações. Contudo, a circunscrição da ordem teve seu conceito mais restrito quando Setchell & Gardner (1925) removeram a família Chordariaceae (pseudoparenquimatosa) para a nova ordem Chordariales e estabeleceram a ordem Dictyosiphonales para acomodar um único gênero parenquimatoso, *Dictyosiphon* Greville. Kylin (1933) seguiu essencialmente essa circunscrição e restringiu às Ectocarpales apenas espécies filamentosas, removendo todas as espécies de talo pseudoparenquimatoso para as Chordariales e as de talos parenquimatosos para as Dictyosiphonales, a parte *Punctaria* Greville para o qual Kylin propôs uma nova ordem, Punctariales. Wynne (1982, 1998) reconheceu as Ectocarpales como um grupo essencialmente filamentoso, adotando, portanto, o *status* de ordem para o grupo das Chordariales, Dictyosiphonales e Scytosiphonales. Esse sistema foi seguido em vários levantamentos florísticos e em estudos de algas pardas da costa brasileira realizados nas décadas de 1980 e 1990 (Figueiredo 1989, Széchy & Cordeiro-Marino 1991, Reis-Santos 1990, Amado Filho 1991, Cassano 1997, Ouriques 1997, Nunes 1999, Gestrinari et al. 1998). Na década seguinte, estudos moleculares utilizando marcadores nucleares e plastidiais (sequências parciais do LSU e SSU rDNA, *rbcL* e o espaçador *rbcL-S*) solucionaram essa questão, demonstrando que as Ectocarpales formam um único clado composto por representantes filamentosos, pseudoparenquimatosos e parenquimatosos (Peters & Ramírez 2001, Adl et al. 2005). Cinco famílias foram propostas para a ordem Ectocarpales de acordo com os clados resolvidos nos estudos moleculares da época (Peters & Ramírez 2001), ao invés das 23 listadas por Reviere & Rousseau (1999). Esse sistema foi adotado por Wynne (2005, 2011) em seu checklist de macroalgas marinhas do Atlântico ocidental.

O estudo tradicional de taxonomia de algas pardas tem levado em consideração quatro características principais para a separação de ordens: o tipo de histórico de vida (isomórfico ou heteromórfico), o tipo de fertilização (iso-, aniso- ou oogâmica), o tipo de crescimento (apical, intercalar ou difuso) e a arquitetura do talo: i) haplóstica, fundamentalmente composta de filamentos cujas células se dividem apenas transversalmente, ii) polística, fundamentalmente composta de

filamentosas cujas células se dividem também longitudinalmente, muitas vezes sendo também qualificada de parenquimatosa de acordo com Reviere (2006), iii) parenquimatosa, produzida por uma célula ou grupo inicial de células que sofrem clivagens em todos os planos (Silberfeld et al. 2010). As Ectocarpales s.s. que mostram uma combinação de caracteres considerados plesiomórficos, como um histórico de vida isomórfico, fertilização isogâmica e construção haplóstica do talo foram consideradas a priori como uma linhagem antiga, mais divergente de algas pardas (Fritsch 1943, Cardinal 1964, Clayton 1974, Russell & Garbary 1978, Reviere & Rousseau 1999), enquanto todas as outras ordens, exceto Fucales, foram consideradas derivadas de um ancestral do tipo "*Ectocarpus*" que desenvolveu um histórico de vida diplo-haplôntico (Silberfeld et al. 2011). Devido ao seu ciclo de vida peculiar, sem alternância de gerações, as Fucales foram consideradas como uma linhagem antiga, divergente que evoluiu de forma independente (Wynne & Loiseaux 1976). Um dos gêneros mais antigos de algas pardas filamentosas é *Ectocarpus* Lyngbye (1819), gênero tipo da ordem, que foi proposto como um organismo modelo para as algas pardas (Peters et al. 2004). O gênero, assim como toda a ordem Ectocarpales, está relacionado com os kelps e teve o genoma da sua espécie tipo sequenciado, *E. siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye, por Cock et al. (2010).

Estudos pioneiros de filogenia molecular de algas pardas mostraram que o status "primitivo" das Ectocarpales estava errado (Tan & Druehl 1994, 1996). Estudos posteriores reavaliaram as relações evolutivas dentro da classe Phaeophyceae com um aumento considerável da amostragem de táxons de diferentes ordens e de genes (Reviere & Rousseau 1999, Rousseau & Reviere 1999, Draisma et al. 2001, Draisma & Prud'homme van Reine 2001, Peters & Ramírez 2001, Rousseau et al. 2001, Yoon et al. 2001, Cho et al. 2004, Cho & Boo 2006, Kawai & Sasaki 2004, Lane et al. 2006, 2007, Kawai et al. 2007, Bittner et al. 2008, Phillips et al. 2008). Dentre os estudos citados acima, Rousseau & Reviere (1999) e Peters & Ramírez (2001) concentraram-se em melhor circunscrever os limites das Ectocarpales.

Estudos mais recentes têm avaliado as relações evolutivas das Phaeophyceae por meio de análises multigênicas (Silberfeld et al. 2010, 2011) na tentativa de solucionar as ordens agrupadas em uma grande politomia, gerada pela falta de sinal filogenético dos marcadores utilizados, e que se tornou conhecida como

“brown algal crown radiation (BACR)”. Silberfeld et al. (2010) analisaram 72 táxons empregando 10 genes: cinco mitocondriais (*cox1*, *cox3*, *nad1*, *nad4* e *atp9*), quatro plastidiais (*rbcL*, *psaA*, *psbA* e *atpB*), e um nuclear (LSU - 28S rDNA) em um alinhamento com mais de 10.000 nucleotídeos. Os autores demonstraram que um aumento substancial no tamanho do alinhamento promoveu a resolução de várias relações dentro do BACR, embora ainda vários ramos não tivessem suporte satisfatório. Do ponto de vista da classificação das algas pardas algumas espécies *Insertae sedis* reveladas por Silberfeld et al. (2010) foram resolvidas em uma publicação posterior na qual foi feita também uma análise multigênica com sete marcadores, e novas ordens e famílias foram estabelecidas ou emendadas (Silberfeld et al. 2011).

Estudos de DNA Barcoding utilizando a região 5' do gene mitocondrial *cox1* (COI-5P) foram feitos por Peters et al. (2015) com o intuito de identificar estádios crípticos de algas pardas cultivadas. Uma alta diversidade específica foi revelada para as famílias Acinetosporaceae e Ectocarpaceae. Acinetosporaceae foi dividida em dois grupos ricos em espécies contendo *Pylaiella* Bory e *Hincksia* J.E. Gray em um grupo e *Acinetospora* em outro, com espécies de *Feldmannia* Hamel presentes em ambos os agrupamentos. Enquanto que em Ectocarpaceae, 16 linhagens de *Ectocarpus* foram reconhecidas com o critério do código de barras.

A classificação mais recente das algas pardas é fornecida por Silberfeld et al. (2014). Atualmente, as Ectocarpales Bessey (1907) *emend.* Rousseau & Reviere (1999) estão distribuídas em seis famílias: Acinetosporaceae G. Hamel ex J. Feldmann (1937), Adenocystaceae Rousseau et al. (2000) *emend.* Silberfeld et al. (2011), Chordariaceae Greville (1830) *emend.* Peters & Ramírez (2001), Ectocarpaceae C. Agardh (1828) *emend.* Silberfeld et al. (2011), Petrospongiaceae Racault et al. (2009) e Scytosiphonaceae Ardissonne & Straforello (1877). Das seis famílias, três ocorrem no Brasil e incluem representantes filamentosos: Acinetosporaceae, Chordariaceae e Ectocarpaceae (Tabela 1).

A ordem Ectocarpales como circunscrita atualmente é caracterizada por talos filamentosos com construção haplóstica ou polística, e talos parenquimatosos, crescimento intercalar, difuso ou tricotático, células com um ou numerosos cloroplastos providos de um ou mais pirenídes salientes e pedunculados, ou ainda

pirenoides ausentes, reprodução iso- ou anisogâmica, nunca oogâmica, histórico de vida diplo-haplôntico iso-, subisomórfico ou heteromórfico (Rousseau & Reviers 1999, Reviers & Rousseau 1999, Cormaci et al. 2010).

Taxons antes alocados em Ectocarpaceae e considerados *Inserta sedis* por Silberfeld et al. 2010, foram posicionados em ordens e famílias por Silberfeld et al. 2011: a família, Asterocladaceae Silberfeld et al. (2011) para acomodar *Asterocladon rhodoortonoides* (Børgesen) Uwai, Nagasato, Motomura & Kogame. Assim como as novas famílias, Bachelotiaceae Silberfeld et al. (2011) para acomodar *Bachelotia antillarum* (Bornet) Kuckuck ex Hamel e Asteronemataceae Silberfeld et al. (2011) para acomodar *Asteronema breviarticulatum* (J. Agardh) Ouriques & Bouzon. As famílias e Bachelotiaceae e Asteronemataceae estão alocadas na ordem Scytothamnales Peters & Clayton emend. Silberfeld et al. (2011) (Tabela 1).

A ordem Asterocladales é caracterizada pela construção haplóstica do talo, crescimento apical, pêlos laterais, vários cloroplastos alongados e, exceto em *Levringia* (Chordariaceae), cada um com um pirenoide lateral, associados em um arranjo estrelado e voltados para o pólo de seus pirenoides, que são agrupados no centro da célula, reprodução anisogâmica, histórico de vida diplo-haplôntico isomórfico (Uwai et al. 2005, Silberfeld et al. 2011).

A ordem Scytothamnales A.F. Peters & M.N. Clayton, é caracterizada pela construção há plóstica do talo ou parenquimatosa, crescimento apical por célula ou meristema, pelos agrupados crescendo a partir de criptóstomas ou conceptáculos, células com vários cloroplastos alongados em uma configuração estrelada, cada um com um perinoide terminal, cloroplastos reunidos pelos pólos de seus pirenoides, ou células com cloroplasto único, lobado e em forma de estrela com um grande pirenoide central, reprodução iso- ou anisogâmica, histórico de vida diplo-haplôntico heteromórfico (Peters & Clayton 1998, Silberfeld et al. 2011).

As algas pardas filamentosas, especialmente as das famílias Acinetosporaceae e Ectocarpaceae, apresentam grande variabilidade morfológica e a dificuldade em delimitar gêneros, assim como suas categorias infragenéricas e infraespecíficas é amplamente reconhecida na literatura (Knoepffler-Pèguy 1970, Ravanko 1970, Clayton 1974, Russell & Fletcher 1975, Russell & Garbary 1978, Yoneshigue 1985, Kim & Lee 1994). Morfologicamente, gêneros e espécies são

delimitados por particularidades dos filamentos e pelas características das estruturas de reprodução, tais como: dominância relativa do filamento ereto ou do filamento prostrado, localização da zona meristemática, presença ou ausência de pêlos verdadeiros ou pseudopêlos, forma dos cloroplastos, localização, forma e dimensões das estruturas pluriloculares, presença de mais de um tipo de estrutura plurilocular, presença ou ausência de estruturas uniloculares e monosporângios. Muitas dessas características se sobrepõem em muitas espécies tornando a taxonomia clássica extremamente difícil (Cassano 1997).

Nesse contexto, a ferramenta molecular tem promovido um melhor conhecimento das relações evolutivas entre as algas pardas como um todo e, como consequência de seu uso, uma hipótese filogenética completamente nova tem sido revelada, o que implica em um novo conceito de sua evolução (Reviers et al. 2007).

Algas pardas filamentosas se distribuem amplamente em todo o mundo em águas tropicais, subtropicais e temperadas dos hemisférios norte e sul. No litoral brasileiro, ocupam grande extensão da costa, desde o estado do Ceará (Oliveira Filho 1977) até o Rio Grande do Sul (Coutinho 1982). Há registro de 26 espécies de algas pardas filamentosas no Brasil, distribuídas em 14 gêneros (Tabela 1). Os estudos de algas pardas filamentosas no país estão inseridos em levantamentos florísticos (Joly 1957, 1965, Yoneshigue 1985, Yoneshigue & Figueiredo 1987, Figueiredo 1989, Reis-Santos 1990, Amado Filho 1991, Gestinari et al. 1998) ou em levantamentos de Phaeophyceae como os realizados por Széchy & Cordeiro-Marino (1991), Ouriques (1997), Nunes (1999), Crispino (2000), Nunes & Paula (2004), Guimarães et al. (2016), sendo que o único estudo sistemático, exclusivo de pardas filamentosas no Brasil, incluindo culturas, foi feito por Cassano (1997).

A região sudeste abriga quase que a totalidade das citações de algas pardas filamentosas no Brasil (Tabela 1). Pelo menos, cinco táxons ocorrem em águas frias da região de ressurgência: *Acinetospora crinita* (Carmichael ex Harvey) Kornmann, *Ectocarpus fasciculatus* Harvey, *Kuckukia spinosa* (Kützinger) Kuckuck, *Elachista minutissima* W.R. Taylor e *Elachistiella leptonematoide* Cassano, Yoneshigue-Valentin & Wynne (Yoneshigue 1985, Cassano et al. 2004, Brasileiro et al. 2009). Essa ocorrência está relacionada ao fenômeno da ressurgência que ocorre no estado do Rio de Janeiro e do Espírito Santo (Yoneshigue 1985, Amado

Filho & Yoneshigue-Valentin 1992, Cassano et al. 2004). Eventos de ressurgência são comuns entre Cabo Frio e Cabo de São Tomé (norte do Rio de Janeiro) (Castro & Miranda 1998). Essa região é uma área biogeograficamente disjunta na costa brasileira, com locais regularmente expostos a esse fenômeno, exibindo táxons característicos de águas frias (Oliveira Filho 1977, Yoneshigue 1985). O estado do Espírito Santo é considerado uma zona de transição entre duas regiões principais, explicadas pelas diferenças de temperatura: tropical (norte do Brasil) e temperada quente (sul do Brasil, incluindo a região de Cabo Frio) (Horta et al. 2001). A zona de transição do Espírito Santo é caracterizada pela presença de alguns locais de afloramento de águas frias, causado pela ressurgência o que torna possível a ocorrência de espécies típicas de regiões temperadas quentes (Cassano et al. 2004).

Tabela 1. Lista das espécies de algas pardas filamentosas citadas para o Brasil e sua distribuição geográfica.

Táxons	Localidade tipo	Distribuição na costa brasileira	Referências
Ordem Asterocladales			
Asterocladaceae			
<i>Asterocladum rhodoortonoides</i> (Børgesen) Uwai et al.		SC, RJ, ES, BA, CE	<i>Asterocladum rhodoortonoides</i> (Børgesen) Uwai et al.
Ordem Scytothamiales			
Asteronemataceae			
<i>Asteronema breviarticulatum</i> (J. Agardh) Ouriques & Bouzon	St. Agustín, Oaxaca, México	SC, RJ, ES, SP, BA, CE	Cassano (1997), Ouriques & Cordeiro-Marino (2004), Nunes & Paula (2004), Széchy & De Paula (2015), Guimarães et al. (2016)
Bachelotiaceae			
<i>Bachelotia antillarum</i> (Grunow) Gerloff	Guadalupe	PR, SC, RS, RJ, ES, SP, BA, PE, CE	Yoneshigue (1985), Figueiredo (1989), Nunes & Paula (2004), Széchy & De Paula (2015), Guimarães et al. (2016)
*Ordem Ectocarpales [= Chordariales, Dictyosiphonales, Mesogloiales, Scytosiphonales]			
Acinetosporaceae			
<i>Acinetosporacrinita</i> Carmich. ex Harv.) Kornmann	Appin, Escócia	RJ, SP	Figueiredo & Yoneshigue (1983), Yoneshigue (1985), Széchy & Cordeiro-Marino (1991), Széchy & Paula (2000)

<i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womers. & Bailey	Guadalupe	RJ, ES, SP, RN	Oliveira Filho e Ugadim (1974), Cassano (1997), Széchy & De Paula (2015), Guimarães et al. (2016)
<i>F. irregularis</i> (Kützing) Hamel	Mar Adriático	PR, SC, RS, RJ, SP, ES, BA, AL	Cassano (1997), Nunes & Paula (2004), Széchy & De Paula (2015), Guimarães et al. (2016)

Cont. Tabela 1

Táxons	Localidade tipo	Distribuição na costa brasileira	Referências
<i>F. lebelii</i> (Areschoug ex P.L. Crouan & H.M. Crouan) Hamel	Brest, Finistère, França	RN	Oliveira Filho e Ugadim (1974, como <i>Feldmannia caespitula</i> (J. Agardh) Knoepffler-Pèguy)
<i>F. mitchelliae</i> (Harvey) H.-S. Kim (como <i>Hincksia mitchelliae</i> (Harvey) P.C. Silva)	Nantucket, Massachusetts, EUA	PR, SC, RS, RJ, SP, ES, BA, CE, AL	Cassano (1997), Széchy & Cordeiro- Marino (1991), Nunes & Paula (2004), Széchy & De Paula (2015), Guimarães et al. (2016)
<i>F. simplex</i> (P.L. Crouan & H.M. Crouan) Hamel	Rade de Brest, Brittany, França	RJ	Széchy & Cordeiro-Marino (1991)OBS. Considerada nome mal aplicado de <i>F. irregularis</i> por Cassano (1997)
<i>Herponema tortugense</i> (W.R. Taylor) W.R. Taylor	Dry Tortugas, Florida, EUA	PE, AL, RN	Cordeiro-Marino & Guimarães (1981)
<i>Hincksia conifera</i> (Børgesen) I.A. Abbott	St. John, Ilhas Virgens	RJ, SP	Cassano (1997), Guimarães et al. (2016)
<i>Hincksia onslowensis</i> (Amsler & Kapaun) P.C. Silva	Baía de Onslow, Carolina do Norte, EUA	RJ, ES, SP, BA	Cassano & Yoneshigue-Valentin (2001), Nassar et al. (2001), Pereira (2007), Széchy & De Paula (2015)
<i>Kuetzingiellabattersii</i> (Bornet) Kornmann	Sidmouth, Devon, Inglaterra	PE	Cordeiro-Marino & Guimarães (1981)
<i>Kuetzingiella elachistaeformis</i> (Heydr.) M.S .Balakr. & Kinkar	Hatzfeldthaven, Papua Nova Guiné	RJ, SP, ES, RN	Oliveira Filho & Ugadim (1974), Crispino (2000), Guimarães et al. (2016)
*Chordariaceae [= Dictyosiphonaceae, Elachistaceae, Leathesiaceae, Myrionemataceae, Myriotrichiaceae, Punctariaceae, Spermatochneaceae, Stilophoraceae, Striariaceae]			
<i>Ascocylushypneae</i> Børgesen	Ilhas Virgens	SP	Ugadim (1973)
<i>Hecatonemafloridanum</i> (W.R. Taylor) W.R. Taylor	Dry Tortugas, Florida, EUA	RJ, SP, BA	Amado Filho & Yoneshigue- Valentin (1992), Guimarães et al. (2016)
<i>H. terminale</i> (Kützing) Kylin	Helgoland, Alemanha	RJ, SP, ES	Ugadim (1973), Yoneshigue (1985)
<i>Myriactula minor</i> (Farlow) W.R. Taylor	Woods Hole, Massachusetts, EUA	ES	Crispino (2000)
<i>Myrionema strangulans</i> Greville	Appin, Argyll, Escócia	RJ, ES	Crispino (2000)
<i>Protectocarpus speciosus</i> (Bornet) Kuckuck	Vaags Ejde, Syderø, Faeroes	PR, RJ, ES, SP	Crispino (2000), Guimarães et al. (2016)
<i>Streblonema parasiticum</i>	Le Croisic (Loire-	CE, SP	Joly et al. (1967, como Entonema

(Sauvageau) De Toni	Inférieure), França	parasiticum (Sauvageau) Hamel, Guimarães et al. (2016)
---------------------	---------------------	--

Ectocarpaceae

Cont. Tabela 1

Táxons	Localidade tipo	Distribuição na costa brasileira	Referências
<i>Ectocarpus fasciculatus</i> Harvey	Irlanda (Mangan's Bay, Co. Waterford), Irlanda do Norte (Strangford Lough), Reino Unido	RJ, ES, SP	Yoneshigue (1985), Crispino (2000), Pereira (2007)
<i>E. siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye	Cromer em Norfolk e Hastings em East Sussex, Inglaterra	RS, RJ	Coutinho (1982)
<i>E. siliculosus</i> var. <i>pygmaeus</i> (Areschoug) Gallardo	Split, Croácia	RJ	Yoneshigue (1985, como <i>E. fasciculatus</i> var. <i>pygmaeus</i> (Areschoug) Batters
<i>E. variabilis</i> Vickers	Bathsheba, Barbados	CE	Joly et al. (1967)
<i>E. rallsiae</i> Vickers	Barbados	RJ, BA	Yoneshigue (1985), Nunes (1999)
<i>Kuckukia spinosa</i> (Kützinger) Kuckuck	Bretanha, França	RJ	Yoneshigue & Figueiredo (1983), Yoneshigue (1985)

*Wynne (2011)

2. JUSTIFICATIVA

A maioria das algas pardas filamentosas integrantes das ordens Asterocladales, Scytothamnales e Ectocarpales são organismos de ampla distribuição no litoral brasileiro. Entretanto, muitos representantes são diminutos, epífitos ou parcialmente endófitos, alguns encontrados em águas profundas, portanto de difícil coleta e triagem. A região sudeste do Brasil abriga quase que a totalidade de táxons de algas pardas filamentosas citadas para o país, sendo que algumas delas são de ocorrência exclusiva da zona de ressurgência dos litorais do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Assim, esse projeto pretende concentrar o estudo nos representantes comuns do litoral sudeste do país como os dos gêneros *Acinetospora*, *Asteronema*, *Bachelotia*, *Ectocarpus*, *Hincksia* e *Feldmannia*. O grupo apresenta um histórico taxonômico extremamente problemático, ampliado pela grande plasticidade fenotípica que o grupo apresenta.

No Brasil, há uma carência de estudos do ponto de vista sistemático que incluam dados moleculares desses representantes, o que faz com que a diversidade do grupo possa estar subestimada. Apesar do avanço no conhecimento das relações evolutivas do grupo, do reconhecimento de novos gêneros e espécies, assim como de categorias taxonômicas superiores e da correção de inúmeras identificações taxonômicas equivocadas, nenhum estudo molecular foi feito com as espécies de algas pardas filamentosas brasileiras. Considerando isso, abordagens taxonômicas e moleculares sobre esses organismos são indispensáveis ao conhecimento e à conservação da biodiversidade marinha brasileira. Esse estudo é pioneiro no Brasil e visa suprir uma enorme lacuna no conhecimento das algas pardas filamentosas da nossa costa.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Investigar a diversidade das algas pardas filamentosas, especialmente os gêneros *Acinetospora*, *Asteronema*, *Bachelotia*, *Ectocarpus*, *Hincksia* e *Feldmannia* no litoral sudeste do Brasil, de forma a contribuir para o conhecimento da nossa flora marinha.

3.2 Objetivos Específicos

- Utilizar as ferramentas moleculares e morfológicas no estudo da taxonomia das espécies de algas pardas filamentosas existentes no litoral sudeste;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende o litoral dos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, entre as coordenadas geográficas $18^{\circ}19'53.84''\text{S}$, $39^{\circ}40'04.67''\text{O}$ e $25^{\circ}18'37.79''\text{S}$, $48^{\circ}05'39.81''\text{O}$. O litoral sudeste do Brasil apresenta 1.650 km de extensão tendo por limites, ao norte, o Estado da Bahia, ao Sul, o Estado do Paraná, e a oeste, o Oceano Atlântico (Figura 1). Ao longo da região sudeste, 57 praias foram visitadas (Tabela 2), sendo que em 37 delas foram encontrados exemplares examinados neste estudo.

Figura 1. Mapa político do Brasil com destaque ao litoral Sudeste e número total de amostras coletadas por estado.

4.2. Coleta e Processamento das Amostras

Os espécimes foram coletados em diversos pontos georeferenciados do litoral sudeste do Brasil em 2014-2015 (Tabela 2). Amostras cedidas por outros pesquisadores também foram incluídas nas análises. As amostras foram obtidas através de coleta manual ou com auxílio de espátula metálica, da região entremarés até a franja do infralitoral, preferencialmente em maré baixa, conforme dados obtidos da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH), referentes aos Portos de São Sebastião e de Santos para o Estado de São Paulo, ao Porto do Forno para o Estado do Rio de Janeiro e ao Terminal da Ponta do Ubu, para o Estado do Espírito Santo (<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>).

Figuras 2 e 3: Ilhote de Ubu, Anchieta, Espírito Santo. **Figura 2:** Aspecto do ambiente recifal. **Figura 3:** Detalhe de *Bachelotia antillarum* sobre *Udotea* sp.

04

05

Figuras 4 e 5: Pontal do Atalaia, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. **Figura 4:** Costão rochoso. **Figura 5:** Detalhe do costão.

06

07

Figuras 6 e 7: Praia Desertinha, Reserva Juréia-Itatins, Peruíbe, São Paulo. **Figura 6:** Aspecto do ambiente apresentando poça-de-maré. **Figura 7:** Detalhe de pardas filamentosas sobre costão batido.

Tabela 2. Listagem das amostras coletadas ao longo do litoral sudeste do Brasil utilizadas para análises morfológicas e moleculares com os marcadores COI-5P e *rbcl* (X= com êxito, - sem êxito e CH₂O = apenas em formol).

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	<i>rbcl</i>
MM 001	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 002	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 003	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 004	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 005	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 006	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 007	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 008	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 009	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 010	" <i>Feldmannia irregularis</i> – COI-5P"	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 011	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 012	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 013	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	-
MM 014	<i>Sphacelaria</i>	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	-	-
MM 015	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°45'53"S; 41°52'41"W	-	-
MM 016	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia do Forno	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°06'813"S; 42°01'596"W	X	-
MM 017	" <i>Híncksia conifera</i> "	Praia do Forno	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°06'813"S; 42°01'596"W	X	X
MM 018	" <i>Híncksia conifera</i> "	Praia do Forno	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°06'813"S; 42°01'596"W	X	X

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 019	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia do Forno	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°06'813"S; 42°01'596"W	X	X
MM 020	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia do Forno	Armação dos Búzios, RJ	15/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°06'813"S; 42°01'596"W	X	-
MM 021	<i>Hincksia sandriana</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	X
MM 022	<i>Hincksia sandriana</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	-
MM 023	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	-
MM 024	<i>Ectocarpales</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-
MM 025	<i>Hincksia sandriana</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	-
MM 026	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	X
MM 027	<i>Elachistiella leptonematoide s</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	-
MM 028	<i>Ectocarpales</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano; J.C. De-Paula	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 029	<i>Ectocarpales</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula e C.A.A.Azevedo.	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 030	<i>"Hincksia" conifera</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	17/04/2015	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	X	X
MM 031	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	17/04/2015	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 032	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	17/04/2015	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 033	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	17/04/2015	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 034	<i>Elachistiella leptonematoide s</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	-
MM 035	<i>Feldmannia irregularis</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	-
MM 036	<i>Feldmannia irregularis</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 037	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	-
MM 038	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	-
MM 039	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A.Azevedo.	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-
MM 040	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 041	<i>Feldmannia irregularis</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 042	<i>Feldmannia irregularis</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 043	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 044	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 045	<i>Asteronema breviarticulatum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 046	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 047	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 048	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	-
MM 049	<i>Levringia brasiliensis</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 050	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 051	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 052	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia de Paúba	São Sebastião, SP	27/11/2014	M.Mungioli; V.Cassano.	23°48'18.8"S 45°33'07.6"W	-	-
MM 053	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia de Paúba	São Sebastião, SP	27/11/2014	M.Mungioli; V.Cassano.	23°48'18.8"S 45°33'07.6"W	-	-
MM 054	<i>"Feldmanniain dica"</i>	Praia das Cigarras	São Sebastião, SP	27/01/2015	M.Mungioli; V.Cassano.	23°43'40.8"S 45°23'54.4"W	X	-
MM 055	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia de Toque-Toque Pequeno	São Sebastião, SP	29/01/2015	M.Mungioli; V.Cassano.	23°49'25.1"S 45°32'00.8"W	-	-
MM 056	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	-
MM 057	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 058	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	-
MM 059	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	-
MM 060	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 061	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	X
MM 062	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 063	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 064	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	X
MM 065	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 066	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 067	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 068	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 069	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 070	<i>Feldmannia irregularis</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 071	<i>Feldmannia irregularis</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 072	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 073	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 074	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 075	<i>Feldmannia irregularis</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 076	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 077	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	X
MM 078	<i>Levringia brasiliensis</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 079	<i>Levringia brasiliensis</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 080	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	CH2O	CH2O
MM 081	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	CH2O	CH2O
MM 082	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia do Forno	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'05.0"S 42°00'58.0"W	X	X
MM 083	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia do Forno	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'05.0"S 42°00'58.0"W	X	-
MM 084	<i>Bachelotia antillarum</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 085	<i>Bachelotia antillarum</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	X
MM 086	<i>Bachelotia antillarum</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 087	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	X
MM 088	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	X	X
MM 089	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	X
MM 090	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 091	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Prainhas - Pontal do Atalaia	Arraial do Cabo, RJ	06/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°59'27.2"S 42°00'45.9"W	-	-
MM 092	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	-
MM 093	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	X
MM 094	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	X
MM 095	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	X
MM 096	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 097	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	X
MM 098	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	-
MM 099	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	-	X
MM 100	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia das Conchas	Cabo Frio, RJ	07/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°52'16.8"S 41°58'52.1"W	CH2O	CH2O
MM 101	<i>Ectocarpales</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 102	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 103	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 104	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 105	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	X
MM 106	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	X
MM 107	<i>"Híncksia" conifera</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	X
MM 108	<i>"Híncksia" conifera</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	X	X
MM 109	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	X
MM 110	<i>Asteronema breviararticulatum</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	-	-
MM 111	<i>"Híncksia" conifera</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	X	X
MM 112	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	X	X
MM 113	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	08/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°43'59.5"S; 41°57'26.1"W	X	X
MM 114	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Geribá	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'49.4"S 41°54'14.6"W	X	X
MM 115	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia do Geribá	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'49.4"S 41°54'14.6"W	-	CH2O
MM 116	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'27.5"S 41°53'16.3"W	X	X

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 117	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'27.5"S 41°53'16.3"W	-	X
MM 118	<i>Acinetospora filamentosa</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'27.5"S 41°53'16.3"W	X	X
MM 119	<i>Levringia brasiliensis</i>	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°45'53"S; 41°52'41"W	-	-
MM 120	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°45'53"S; 41°52'41"W	X	X
MM 121	<i>Levringia brasiliensis</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'53.3"S; 41°53'59.1"W	-	X
MM 122	<i>Feldmannia irregularis</i>	Praia da Foca - Pta da Lagoinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°45'53"S; 41°52'41"W	CH2O	CH2O
MM 123	<i>Feldmannia irregularis</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°46'53.3"S; 41°53'59.1"W	CH2O	CH2O
MM 124	<i>Acinetospora filamentosa</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A. Azevedo.	22°46'53.3"S; 41°53'59.1"W	X	X
MM 125	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia da Ferradurinha	Armação dos Búzios, RJ	09/03/2015	M. Mungioli; V. Cassano e C.A.A. Azevedo.	22°46'53.3"S; 41°53'59.1"W	CH2O	CH2O
MM 126	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	X
MM 127	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	X
MM 128	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	X
MM 129	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	X
MM 130	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	X
MM 131	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	X	X
MM 132	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 133	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	20/03/2015	M. Mungioli; C.A.A. Azevedo	24°12'06.5"S; 46°48'40.1"W	-	-
MM 134	<i>"Hincksia" conifera</i>	Praia Saco do Ribeira	Ubatuba, SP	28/11/2012	J. C. De-Paula.	23°30'04.4"S 45°07'21.8"W	X	X
MM 135	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia Vermelha	Paraty, RJ	18/10/2013	J. C. De-Paula.	23°11'28.4"S 44°38'44.1"W	-	-
MM 136	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia das Cigaras	São Sebastião, SP	2013	J. C. De-Paula.	23°43'40.8"S 45°23'54.4"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 137	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia das Cigarras	São Sebastião, SP	2013	J. C. De-Paula.	23°43'40.8"S 45°23'54.4"W	-	-
MM 138	<i>Asteronema breviarticulatum</i>	Praia dos Emissários	Camaçari, BA	14/10/2012	J. C. De-Paula.	12°44'28.7"S 38°09'02.5"W	-	-
MM 139	<i>Asteronema breviarticulatum</i>	Praia dos Emissários	Camaçari, BA	14/10/2012	V. Cassano	12°44'28.7"S 38°09'02.5"W	-	-
MM 140	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Pedra do Sal	Cidade do Parnaíba, PI	26/06/2013	D. Milsten.	2°48'21.2"S 41°43'48.8"W	-	X
MM 141	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Costa Dourada	Itaúnas, ES	25/07/2014	-	18°15'46.0"S 39°38'40.7"W	-	X
MM 142	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia da Costa Dourada	Itaúnas, ES	25/07/2014	J. C. De-Paula.	18°15'46.0"S 39°38'40.7"W	-	X
MM 143	<i>Levringia brasiliensis</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	06/05/2012	J. C. De-Paula.	22°44'01.9"S 41°57'29.1"W	-	-
MM 144	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	06/05/2012	J. C. De-Paula.	22°44'01.9"S 41°57'29.1"W	-	-
MM 145	<i>Sphacelaria brachgonia</i>	Praia Rasa	Armação dos Búzios, RJ	06/05/2012	J. C. De-Paula.	22°44'01.9"S 41°57'29.1"W	-	-
MM 146	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 147	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 148	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 149	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 150	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 151	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 152	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 153	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 154	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 155	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 156	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 157	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 158	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 159	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 160	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 161	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 162	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	18/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 163	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	19/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 164	<i>"Feldmannia irregularis"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	20/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 165	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	21/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	X
MM 166	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	22/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 167	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	23/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 168	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	24/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 169	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia de Fora	Baía de Guanabara, RJ	25/12/2012	J. C. De-Paula.	22°56'43.4"S 43°09'19.3"W	-	-
MM 170	<i>"Feldmannia mitchelliae"</i>	Praia Vermelha	Urca, RJ	03/09/2012	J. C. De-Paula.	22°57'15.2"S 43°09'50.5"W	-	-
MM 171	<i>Feldmannia mitchelliae</i>	Praia Vermelha	Urca, RJ	04/09/2012	J. C. De-Paula.	22°57'15.2"S 43°09'50.5"W	-	-
MM 172	Ectocarpales	Praia dos Emissários	Camaçari, BA	14/10/2012	J. C. De-Paula.	12°44'28.7"S 38°09'02.5"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 173	Ectocarpales	Prainha de Piratininga	Niterói, RJ	17/04/2014	J. C. De-Paula.	22°57'16.8"S 43°05'53.6"W	-	-
MM 174	Ectocarpales	Prainha de Piratininga	Niterói, RJ	17/04/2014	J. C. De-Paula.	22°57'16.8"S 43°05'53.6"W	-	-
MM 175	Ectocarpales	Praia Vermelha	Urca, RJ	11/08/2014	J. C. De-Paula.	22°57'23.4"S; 43°09'51.1"W	-	-
MM 176	Ectocarpales	Praia Vermelha	Urca, RJ	12/08/2014	J. C. De-Paula.	22°57'23.4"S; 43°09'51.1"W	-	-
MM 177	Ectocarpales	Ponta Grossa	Ilha Grande, RJ	-	J. C. De-Paula.	23°07'10.6"S 44°07'36.8"W	-	-
MM 178	<i>Asteronema breviarticulatum</i>	Ilha das Palmas	Ubatuba, SP	29/08/2011	A. Medeiros; C. Iha e M.C. Oliveira.	24°00'30.3"S 46°19'25.6"W	CH2O	CH2O
MM 179	Ectocarpales	Ilhote de Ubu	Anchieta, ES	12/11/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°48,367'S; 40°36,014"W	-	-
MM 180	Ectocarpales sobre corda (b)	Ilhote de Ubu	Anchieta, ES	12/11/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°48,367'S; 40°36,014"W	-	-
MM 181	Ectocarpales	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	07/05/2012	M. C. Oliveira.	21°02,116'S 40°48,812"W	-	-
MM 182	Ectocarpales	Praia dos Namorados	Guarapari, ES	08/05/2012	M. C. Oliveira.	20°40'18.5"S 40°29'41.9"W	-	-
MM 183	Ectocarpales	Praia dos Namorados	Guarapari, ES	08/05/2012	M. C. Oliveira.	20°40'18.5"S 40°29'41.9"W	-	-
MM 184	Ectocarpales	Praia dos Namorados	Guarapari, ES	08/05/2012	M. C. Oliveira.	20°40'18.5"S 40°29'41.9"W	-	-
MM 185	Ectocarpales	Praia dos Namorados	Guarapari, ES	08/05/2012	M. C. Oliveira.	20°40'18.5"S 40°29'41.9"W	-	-
MM 186	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Saco do Mamanguá	Paraty, RJ	16/10/2013	M. C. Oliveira.	23°15'47.3"S 44°38'08.2"W	X	X
MM 187	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Toque-Toque Pequeno	São Sebastião	29/01/2015	M.Mungioli; V.Cassano.	23°49'25.1"S 45°32'00.8"W	-	-
MM 188	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Praia de Toque-Toque Pequeno	São Sebastião	30/01/2015	M.Mungioli; V.Cassano.	23°49'25.1"S 45°32'00.8"W	-	-
MM 189	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28"S; 47°02'46.14"W	-	X
MM 190	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28"S; 47°02'46.14"W	-	-
MM 191	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28"S; 47°02'46.14"W	-	-
MM 192	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28"S; 47°02'46.14"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 193	" <i>Asteronema</i> " <i>brevisarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	-	-
MM 194	" <i>Asteronema</i> " <i>brevisarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	-	-
MM 195	" <i>Asteronema</i> " <i>breviarticulatum</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	-	X
MM 196	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	-	X
MM 197	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	-	X
MM 198	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	X	-
MM 199	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia Desertinha - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'49.28" S; 47°02'46.14" W	-	X
MM 200	" <i>Asteronema</i> " <i>breviarticulatum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	-
MM 201	" <i>Asteronema</i> " <i>breviarticulatum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	-
MM 202	" <i>Asteronema</i> " <i>breviarticulatum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	-
MM 203	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	X
MM 204	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	-
MM 205	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	-
MM 206	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	X
MM 207	" <i>Asteronema</i> " <i>breviarticulatum</i>	Praia de Caramboré - Reserva Juréia-Itatins	Peruíbe, SP	04/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°25'56.9"S 47°03'11.2"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 208	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 209	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 210	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 211	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 212	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98"S; 47°00'32.33"W	-	-
MM 213	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 214	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	X
MM 215	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	X	X
MM 216	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 217	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	X	-
MM 218	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Praia de Guaraú	Peruíbe, SP	05/05/2015	M.Mungioli e C. A. A. Azevedo.	24°22'01.98" S; 47°00'32.33" W	-	-
MM 219	<i>Bachelotia antillarum</i>	Camburi	Vitória, ES	12/03/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°16'25.6"S 40°16'40.2"W	X	-
MM 220	<i>"Asteronema" breviarticulatum</i>	Camburi	Vitória, ES	00/00/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°16'25.6"S 40°16'40.2"W	-	-
MM 221	Ectocarpales	Curva da Jurema	Vitória, ES	00/00/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°18'35.1"S 40°17'07.4"W	-	-
MM 222	Ectocarpales	Curva da Jurema	Vitória, ES	00/00/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°18'35.1"S 40°17'07.4"W	-	-
MM 223	<i>Bachelotia antillarum</i>	Castanheiras	Vitória, ES	00/00/2012	S. M. P. B. Guimarães	20°40'28.9"S 40°29'48.9"W	-	X

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 226	Ectocarpales	Praia do Lazaro - Costão esquerdo	Ubatuba, SP	17/06/2015	C. A. A. Azevedo	23°30'31.12"S ;45°08'09.72" W	-	-
MM 227	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 228	<i>Levringia brasiliensis</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-
MM 229	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 230	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 231	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 232	<i>Elachistiella leptoneumatoides</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	X	X
MM 233	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 234	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 235	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-
MM 236	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-
MM 237	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 238	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	CH2O	CH2O
MM 239	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	11/11/2015	M. Mungioli; V. Cassano	22°58'35.7"S 42°02'05.6"W	-	-
MM 240	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 241	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 242	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 243	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 244	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 245	" <i>Feldmannia irregularis</i> "	Praia da Cruz	Maratáizes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 246	<i>Levringia brasiliensis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 247	" <i>Feldmannia</i> " <i>mittelliae</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 248	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 249	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 250	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 251	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	CH2O	CH2O
MM 252	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 253	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 254	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 255	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 256	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 257	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 258	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 259	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 260	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 261	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 262	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	CH2O	CH2O
MM 263	" <i>Feldmannia</i> " <i>mittelliae</i>	Praia da Cruz	Marataízes, ES	08/03/2016	V. Cassano	21°02,116'S; 40°48,812"W	-	-
MM 264	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia de Itaipava	Itapemirim, ES	09/03/2016	V. Cassano	21°00,439'S; 40°48,563"W	-	-
MM 265	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia de Itaipava	Itapemirim, ES	09/03/2016	V. Cassano	21°00,439'S; 40°48,563"W	-	-
MM 266	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia de Itaipava	Itapemirim, ES	09/03/2016	V. Cassano	21°00,439'S; 40°48,563"W	-	-
MM 267	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia de Itaipava	Itapemirim, ES	09/03/2016	V. Cassano	21°00,439'S; 40°48,563"W	-	-
MM 268	" <i>Feldmannia</i> " <i>irregularis</i>	Praia de Itaipava	Itapemirim, ES	09/03/2016	V. Cassano	21°00,439'S; 40°48,563"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	rbcL
MM 269	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Praia de Itaipava	Itapemirim, ES	09/03/2016	V. Cassano	21°00,439'S; 40°48,563"W	-	-
MM 270	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 271	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 272	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 273	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 274	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 275	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 276	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 277	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 278	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 279	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 280	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 281	<i>"Feldmannia" irregularis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 282	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 283	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 284	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 285	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 286	<i>Levringia brasiliensis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 287	<i>Levringia brasiliensis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 288	<i>Levringia brasiliensis</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 289	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 290	Ectocarpales	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	CH2O	CH2O
MM 291	<i>"Feldmannia" mitchelliae</i>	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-

Tabela 2. Continuação

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data	Coletor (s)	Latitude / Longitude	COI-5P	<i>rbcL</i>
MM 292	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 293	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 294	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 295	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ilha do Gambá	Piúma, ES	09/03/2016	V. Cassano	20°50,782'S; 40°43,416"W	-	-
MM 298	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Masonboro Sound, Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	09/02/2016	D.W. Freshwater; M LaCrocce	34°08.416'N; 077°51.806" W	-	X
MM 299	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Pier CMS, Masonboro Sound, Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	09/02/2016	M LaCrocce; D.W. Freshwater	34°08.416'N; 077°51.806" W	-	X
MM 300	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Ponte da Praia de Wrightsville Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	09/02/2016	D.W. Freshwater.	34°13.090'N; 077°48.786" W	-	X
MM 301	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Ponte da Praia de Wrightsville Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	09/02/2016	D.W. Freshwater.	34°13.090'N; 077°48.786" W	-	-
MM 302	" <i>Feldmannia mitchelliae</i> "	Wynne Plaza Park, Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	11/02/2016	M LaCrocce; D.W. Freshwater	34°12.501'N; 077°47.815" W	-	-
MM 303	<i>Acinetospora filamentosa</i> (como <i>A. crinita</i>)	Wynne Plaza Park, Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	11/02/2016	D.W. Freshwater; M LaCrocce	34°12.501'N; 077°47.815" W	-	X
MM 304	<i>Ectocarpus rallsiae</i>	Wynne Plaza Park, Condado de New Hanover	Wilmington, NC, EUA	11/02/2016	D.W. Freshwater; M LaCrocce	34°12.501'N; 077°47.815" W	-	-

Os organismos encontrados em epibiose foram coletados junto com seus hospedeiros e os espécimes foram imediatamente acondicionados e mantidos vivos em água do mar em frascos térmicos de 1 litro.

Logo após a coleta, o material foi submetido a uma triagem morfológica sob microscópio estereoscópio (American Optical Forty) e microscópio óptico (American Optical Fifty) para limpeza e separação de exemplares para posteriores estudos morfológicos e moleculares, além da observação da forma dos cloroplastos, feita apenas em material vivo e necessária para a delimitação de gêneros. Após a triagem, parte dos representantes foi separada e fixada em solução de formaldeído a

4% em água do mar para estudos morfológicos. Para os estudos moleculares, porções destes organismos, livres de epibiontes, foram separados, secos com papel absorvente, acondicionados em sacos de papel filtro e identificados em frascos individuais com sílica-gel dessecante. Quando coletados táxons com problemas de identificação ou com pouca biomassa, os mesmos foram mantidos em frascos em água do mar para o cultivo *in vitro* em laboratório.

4.3. Estudos Morfológicos

O material foi submetido a uma análise detalhada sob microscópio estereoscópico (Leica Wild M3C, Alemanha) e microscópio óptico (Nikon Eclipse E-200, Japão). Medidas dos caracteres vegetativos e reprodutivos foram feitas usando-se ocular micrométrica para um conjunto de 15 medidas para cada estrutura analisada a partir de um adez exemplares escolhidos aleatoriamente, quando possível. Para as medidas morfométricas são fornecidos os valores mínimo e máximo para cada estrutura. As ilustrações de cada táxon foram feitas usando-se câmera digital (Sony Cyber Short, W570) representando o hábito mais comum do talo e suas variações morfológicas e a variação na forma das estruturas de reprodução. Após análise, o material foi depositado no herbário do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (SPF) em coleção de laminário, uma vez que os exemplares são, em sua maioria, diminutos. Quando possível, as lâminas foram associadas às exsiccatas, que seguiram os métodos de herborização conforme o protocolo usual para algas marinhas.

4.4. Cultivo

Para garantir o sucesso na amplificação e sequenciamento de DNA algumas espécies coletadas com pouca biomassa foram submetidas ao desenvolvimento *in vitro*, seguindo-se os métodos adotados no Laboratório de Algas Marinhas Edison José de Paula, do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo.

As espécies (Tabela 3) foram cultivadas em água do mar filtrada e esterilizada por radiação UVC e enriquecida com solução de nutrientes Von Stosch (Ursi & Plastino

2001) à 25% com troca semanal, aeração com alternância a cada 30 minutos, temperatura de 25°C + 1 °C e o fotoperíodo de 14h claro / 10h escuro.

Tabela 3. Espécies cultivadas no Laboratório de Algas Marinhas Édison José de Paula.

Código de Coleta	Amostra	Local de Coleta	Cidade	Data
MM 023	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014
MM 025	<i>Hinckesia sandriana</i>	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	16/04/2014
MM 043	<i>Bachelotia antillarum</i>	Praia do Cibratel II	Itanhaém, SP	05/11/2014
MM 054	<i>Feldmannia mitchelliae</i> *	Praia das Cigarras	São Sebastião, SP	27/01/2015
MM 062	<i>Feldmannia mitchelliae</i> *	Ponta da Cabeça, Praia Grande	Arraial do Cabo, RJ	05/03/2015

* Identificada em campo como *F. indica*.

4.5. Estudos Moleculares

As algas pardas filamentosas mostraram-se desafiadoras quanto ao sucesso na extração, amplificação e sequenciamento de DNA e necessitaram de inúmeros testes para garantir o êxito e qualidade dos nossos resultados. As amostras coletadas são diminutas e, em sua maioria, possuem grande quantidade de organismos epífitos, como diatomáceas. Para garantir que os filamentos destinados às análises moleculares fossem de um mesmo tufo destinado às análises morfológicas e, ainda, que estes estariam livres de contaminantes, a biomassa destinada à extração foi comprometida, resultando em porções de 0,005 g a 0,020 g.

Vários métodos de extração foram testados, de acordo com o manual do fabricante, e não resultaram em qualidade e quantidade de DNA suficientes para o avanço das análises, foram eles: Chelex® 100 Resin (Bio-Rad, Hercules, EUA); Phire Plant Direct PCR (Finnzymes, Thermo Scientific, Waltham, EUA); QuickExtract Plant DNA Extraction Solution (Epicentre) e extração de DNA através de Método Manual

(Faugeron et al. 2001). O kit de extração de tecidos vegetais *NucleoSpin Plant II* (Macherey-Nagel, Düren, Alemanha) foi o que apresentou melhor resultado. Assim, fragmentos de talo, foram submetidos à extração pelo o kit *NucleoSpin Plant II* de acordo com o protocolo do fornecedor.

Após a extração, o DNA total foi submetido à eletroforese em gel de agarose 0,7%, em tampão tris-borato-EDTA, corado com *GelRedNucleic Acid Gel Stain* (BiotiumHayward, CA, EUA), para averiguação da qualidade e quantidade de DNA extraído (Sambrook et al. 1989). Caso o procedimento tenha sido interrompido nesta etapa, as amostras de DNA foram armazenadas à -20°C.

Como marcador do tipo DNA Barcoding para algas pardas foi utilizada a região 5' do gene mitocondrial (*cox1*) que codifica a subunidade I da enzima citocromoc-oxidase (COI-5P) (Lane et al. 2007) e para as análises filogenéticas foi usado o gene codificante da subunidade grande da ribulose-1, 5-bifosfato carboxilase/oxigenase- Rubisco - o *rbcL* (Draisma et al. 2001, Bittner et al. 2008, Burrowes et al. 2003).

Apartir do DNA extraído, as amostras foram submetidas à amplificação através da técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction) com a utilização do kit *illustra™ puReTaq Ready-To-Go PCR Beads* (GE Healthcare, Buckinghamshire, Inglaterra), sob as condições de 20µL de água, 1µL de cada amostra de DNA total e 1µL de cada oligonucleotídeos direto e reverso - F e R, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Oligonucleotídeos dos marcadores mitocondrial (COI-5P) e plastidial (*rbcL*) utilizados na amplificação e no sequenciamento deste estudo.

Marcador	Oligonucleotídeo	Sequência 5'→3'	Referência
COI-5P	Gaz F2	CCAACCAYAAAGATATWGGTAC	Lane et al., 2007
COI-5P	Gaz R2	GGATGACCAAARAACCAAAA	Lane et al., 2007
<i>rbcL</i>	68F	GCNAAAATGGGNWAYTGGGATGC	Draisma et al., 2001
<i>rbcL</i>	708R	TTAAGNTAWGAACCYTTAACTTC	Bittner et al., 2008
<i>rbcL</i>	543F	CCWAAATTAGGTCTTTCWGGWAAAAA	Bittner et al., 2008
<i>rbcL</i>	1381R	ATATCTTTCATARRTCTAAWGC	Burrowes et al., 2003

Os termocicladores *MiniCycler* (MJ Research) e *TC-512 Thermal Cycler* (Techne Barloworld Scientific) foram os utilizados nesta etapa através dos seguintes ciclos:

- **COI-5P:** 94°C por 4min, seguido por 40 ciclos de 94°C por 1min, 50°C por 30s, 72°C por 2min., com extensão final de 72°C por 8 minutos.
- **rbcL:** 94°C por 3min, seguido por 28 ciclos de 94°C por 1min., 52°C por 1 min., 72°C por 2min., com extensão final de 72°C por 10 minutos.

Outros marcadores foram testados com base em literatura, porém nenhum resultou em amplificação (Tabela 5).

Tabela 5. Oligonucleotídeos testados para a amplificação e para o sequenciamento de cada marcador molecular.

Oligonucleotídeo	Marcador	Sequência	Referência
nad1-113F	<i>nad1</i>	5` CGWAAAATTATGGCNGGTATTCA 3`	Silberfeld et al., 2010
nad1-895R	<i>nad1</i>	3` AGNGGYAARAAACAYTTCCAACC 5`	Silberfeld et al., 2010
atp9-22F	<i>atp9</i>	5` ATGTTAGTTCAAGCTGCTAAAC 3`	Silberfeld et al., 2010
atp9-190R	<i>atp9</i>	3` ATYAARAAAGCCATCATYAAAGC 5`	Silberfeld et al., 2010
cox3-44F	<i>cox3</i>	5` CAACGNCAAYCCWTTTCATTT 3`	Silberfeld et al., 2010
cox3-739R	<i>cox3</i>	3` CATCNACAAAATGCCAATACCA 5`	Silberfeld et al., 2010
cox3-67F	<i>cox3</i>	5` TTRGTTGAYCCNAGYCCNTGGC 3`	Silberfeld et al., 2010
cox3-623R	<i>cox3</i>	3` CATGAAANCCATGRAANCCNGTAG 5`	Silberfeld et al., 2010
UPA F	UPA	5` GGACAGAAAGACCCTATGAA 3`	Presting, 2006
UPA R	UPA	5` TCAGCCTGTTATCCCTAGAG 3`	Presting, 2006

Após a amplificação da PCR, as amostras foram submetidas à eletroforese em gel de agarose (0,7%). A quantificação do DNA amplificado foi feita por uma estimativa visual comparando-se a concentração do DNA amplificado e purificado

com a concentração de DNA da banda de 1,6Kb do marcador “1Kb DNA ladder” (Invitrogen), seguindo as especificações fornecidas pelo fabricante.

Para a purificação foi utilizado o kit *GFX™ PCR DNA and Gel Band Purification* (GE Healthcare, Buckinghamshire, UK) sob protocolo do fabricante. Em seguida, as mesmas amostras foram quantificadas utilizando 1uL da amostra do DNA purificado para a análise da concentração de ácido nucleico (DNA/ μ L), através do equipamento *NanoDrop 2000 Spectrophotometer* (Thermo Scientific, Waltham, EUA) e, então, encaminhadas para a reação de sequenciamento.

O sequenciamento foi feito com aproximadamente 2uL de produto purificado. As amostras foram então submetidas ao sequenciamento através dos sequenciadores automáticos ABI PRISM 3130DNA e 3730xl, com uso do kit *Cycle Sequencing Big-Dye Terminator v3.1* (Applied Biosystems, Life Technologies, Grand Island, EUA), e com os mesmos oligonucleotídeos empregados na amplificação da PCR.

As sequências obtidas foram comparadas com as sequências de algas pardas filamentosas depositadas no banco de dados *GenBank* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), usando o algoritmo BlastN, e BOLD, *The Barcode of Life Data System* (www.barcodinglife.org) (Ratnasingham & Hebert 2007). As sequências direta e reversa foram alinhadas manualmente usando-se o programa computacional *BioEdit 7.0.4.1* (Hall 1999) ou o programa computacional *Geneious® 9.1.2*, para gerar as sequências consenso. Incongruências nas sequências e posições ambíguas foram checadas manualmente analisando-se os cromatogramas.

Para o COI-5P foi feita análise de distância pelo método Neighbor-Joining (NJ) com 2000 réplicas de bootstrap, usando-se o programa PAUP 4.0b8 (Swofford 2002). Para o marcador *rbcl*, além da análise de NJ (2000 réplicas), foram utilizados os métodos de Máxima Verossimilhança (ML) e Inferência Bayesiana (BI) para as inferências filogenéticas. O modelo evolutivo utilizado foi o GTR+I+G, onde assume-se o modelo Geral de Reversão ao longo do Tempo (GTR), com proporção de sítios invariáveis (I) e distribuição gamma (G). O modelo foi selecionado pelo programa MrModeltest 2.2 (Nylander 2004) com um nível de significância de 0,01 usando-se o Akaike Information Criterion (AIC). A análise de ML, com 100 réplicas de bootstrap, foi feita pelo programa PhyML através do programa TOPALi v2.5 (Milne et al. 2009). A Inferência Bayesiana (BI) foi feita utilizando-se o programa Mr.Bayes v.3.1.2

(Huelsenbeck & Ronquist 2001), com duas corridas com quatro cadeias de Markov, 4.000.000 de gerações com amostragem a cada 100 gerações. Foram descartadas as primeiras 50.000 gerações como “burn-in”, determinado com a ajuda de um gráfico construído com as colunas de gerações e valores de máxima verossimilhança no programa Excel 2007. Após eliminar as árvores associadas ao “burn-in”, uma árvore consenso foi construída para a análise do *rbcL*. Em todas as análises os “gaps” foram considerados dados ausentes. As porcentagens de divergência genética foram calculadas usando-se *uncorrected 'p' distances* no PAUP.

As árvores foram construídas a partir alinhamentos das sequências obtidas neste estudo e das sequências disponíveis no GenBank (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Sequências obtidas do banco de dados GenBank com seus respectivos códigos de acesso utilizadas nas análises moleculares de COI-5P.

Espécie	Local de Coleta	COI-5P
<i>Macrocystis integrifolia.</i>	Canadá, Colúmbia Britânica.	FJ409174
<i>Undaria pinnatifida</i>	Itália	GQ368267
<i>Spongonema tomentosum</i>	Alemanha, Heligoland.	LM994974
<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	França, Roscoff.	LM995264
<i>Ectocarpus sp.1 siliculosus</i>	Massachusetts, Glócester.	KF281133
<i>Ectocarpus crouaniorum</i>	França, Roscoff.	LM995245
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	Estados Unidos, Carolina do Norte, Masonboro Som.	KF367762
<i>Ectocarpus subulatus</i>	France, Bretanha, Terenez.	LM995284
<i>Kuckuckia spinosa</i>	Croácia, Split.	LM995001
<i>Myrionema strangulans</i>	Estados Unidos, Maine, Bear Cove.	LM994985
<i>Hecatonema maculans</i>	Estados Unidos, Maine, Bear Cove.	LM994994
<i>Acinetosporaceae sp.12</i>	Itália, Nápoles, Mergellina	LM995324
<i>Acinetosporaceae sp. 11</i>	Coréia do Sul, Jeju, Seogwipo.	LM995439
<i>Feldmannia irregularis</i>	Itália, Nápoles, Mergellina	LM995322
<i>Feldmannia irregularis</i>	Grécia, Golfo de Evoikos, porto de Porto Rafti	LM995387

Feldmannia irregularis Grécia, Golfo de Ierissos, Nea Roda LM995427

Hincksia mitchelliae Itália: Napoli, Mergellina LM995317

Tabela 6. Continuação

Espécie	Local de Coleta	COI-5P
<i>Hincksia mitchelliae</i>	Itália: Napoli, Mergellina	LM995323
<i>Hincksia mitchelliae</i>	França, Bretanha, Le Caro	LM994975
<i>Hincksia mitchelliae</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Perharidy	LM994976
<i>Feldmannia globifera</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Perharidy	LM995281
<i>Feldmannia globifera</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995197
<i>Feldmannia globifera</i>	Itália, Napoli, Castel dell'Ovo.	LM995330
<i>Acinetospora filamentosa</i> (como <i>Ectocarpus filamentosus</i>).	Japão, Niigata Pref., Murakami, Iwagasaki	LC060609
<i>Acinetospora filamentosa</i> (como <i>Ectocarpus filamentosus</i>).	Japão, Niigata Pref., Murakami, Iwagasaki	LC060608
<i>Acinetospora crinita</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995175
<i>Acinetospora crinita</i> .	Grécia, Nea Peramos, Vrasida	LM995426
<i>Acinetospora crinita</i> .	Grécia: Saronida, Ilha de Koudounes	LM995405
<i>Pylaiella littoralis</i> . França	Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995046
<i>Hincksia granulosa</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995246
<i>Hincksia granulosa</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995250
<i>Hincksia granulosa</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995122
<i>Hincksia sandriana</i>	Chile: América do Sul, Reloncavi, Puerto Montt	LN828738
<i>Hincksia hincksiae</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995208
<i>Hincksia hincksiae</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995159
<i>Hincksia hincksiae</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995199
<i>Hincksia hincksiae</i>	França, Bretanha, Roscoff, Santec, Roc'h ar Bleiz	LM995147
<i>Feldmannia simplex</i>	Itália: Napoli, Ischia	LM995288

<i>Feldmannia simplex</i>	Itália: Napoli, Ischia	LM995286
<i>Feldmannia lebelii</i>	França: Bretanha, Plougonvelin, Traezh Hir	LM994979

Tabela 7. Sequências obtidas do banco de dados GenBank com seus respectivos códigos de acesso utilizadas nas análises filogenéticas de *rbcL*.

Espécie	Local de Coleta	<i>rbcL</i>
<i>Chorda filum</i>	Japão, Oshoro, Hokkaido	AY372983
<i>Undaria pinnatifida</i>	França	GQ368325
<i>Punctaria plantaginea</i>	Japão: Hokkaido, Akkeshi	AB302316
<i>Leathesia sphaerocephala</i>	Japão: Hokkaido, Akkeshi	AB302155
<i>Cladosiphon umezakii</i>	Coreia do Sul: Seokduri, Chujado	FJ805437
<i>Elachista fucicola</i>	-	AF055398
<i>Myrionema strangulans.</i>	-	AF055407
<i>Elachista flaccida.</i>	-	JF796583
<i>Elachista scutulata</i>	-	JF796584
<i>Phaeostroma pustulosum</i>	-	AF207808
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	-	11543
<i>Ectocarpus siliculosus.</i>	Austrália	AY307410
<i>Ectocarpus siliculosus.</i>	França: Bretanha, Santec, Perharidy	FN564467
<i>Pylaiella littoralis</i>	-	FN56446
<i>Acinetospora</i> sp.	Japan, Hiroshima Pref., Innoshima, Oohamacho	LC060517
<i>Acinetospora</i> sp.	Japan, Hiroshima Pref., Innoshima, Yaekojima	LC060516
<i>Acinetospora</i> sp.	Japan, Hokkaido, Muroran	LC060509
<i>Acinetospora</i> sp.	Japan, Hokkaido, Otaru, Oshoro	LC060507
<i>Acinetospora</i> sp.	Japan, Hokkaido, Otaru, Oshoro	LC060506
<i>Hincksia mitchelliae.</i>	-	U38753
<i>Hincksia granulosa</i>	-	EU681596
<i>Acinetospora filamentosa</i> (como <i>Ectocarpus filamentosus</i>)	Japão, Niigata Pref., Murakami, Iwagasaki	LC060490

<i>Acinetospora filamentosa</i> (como <i>Ectocarpus filamentosus</i>).	Japão, Niigata Pref., Murakami, Iwagasaki	LC060496
<i>Acinetospora filamentosa</i> (como <i>Ectocarpus filamentosus</i>).	Japão, Niigata Pref., Murakami, Iwagasaki	LC060494

Tabela 7. Continuação

Espécie	Local de Coleta	rbcl
<i>Asterocladon lobatum</i> .	Brasil; São Paulo, Costa da Praia Brava.	FM956109
<i>Asteronema ferruginea</i> .	-	AJ295818

5. RESULTADOS

5.1 Sinopse dos táxons identificados

Ochrophyta

Phaeophyceae

Fucophycidae

Ectocarpales

Acinetosporaceae

Acinetospora Bornet

Acinetospora filamentosa(Noda) Yaegashi, Uwai & K. Kogame*

Feldmannia Hamel

"Feldmannia" irregularis (Kützinger) Hamel

"Feldmannia irregularis" 1

"Feldmannia irregularis" 2

"Feldmannia" mitchelliae (Harvey) H.-S. Kim

Hincksia J.E. Gray

"Hincksia" conifera (Børgesen) I.A. Abbott

Hincksiasandriana(Zanardini) P.C. Silva*¹

Ectocarpaceae

Ectocarpus Lyngbye

Ectocarpus fasciculatus Harvey

Scytothamnales

Asteronemataceae

Asteronema Delépine & Asensi

"Asteronema" breviarticulatum (J. Agardh) Ouriques & Bouzon

Bachelotiaceae

Bachelotia (Bornet) Kuckuck ex Hamel

Bachelotia antillarum(Grunow) Gerloff

* Nova ocorrência para o Oceano Atlântico.

*¹ Nova ocorrência para o Brasil.

Gêneros e espécies grafados entre aspas não foram confirmados molecularmente.

Foram coletados, no presente estudo, um total de 302 amostras de algas pardas filamentosas destinadas às análises morfológicas e moleculares, dentre as quais sete foram gentilmente cedidas pelo Prof. Dr. D.W. Freshwater, coletadas no Condado de New Hanover, Wilmington, Carolina do Norte, EUA. Dez táxons de algas pardas filamentosas foram identificados neste estudo. Destes, um constitui nova ocorrência para o Brasil, *Hincksiasandriana*(Zanardini) P.C. Silva e outro, nova ocorrência para o Oceano Atlântico, *Acinetospora filamentosa*(Noda) Yaegashi, Uwai & K. Kogame.

A partir de 302 amostras destinadas à biologia molecular foi obtido um total de 145 novas sequências (Tabela 5), das quais 64 correspondem ao marcador mitocondrial do tipo Barcode COI-5P e 81 ao gene plastidial *rbcL*.

5.2 Análises moleculares

5.2.1 Análise do marcador do *rbcL*

Para análise com o *rbcL* foi gerada uma matriz com 126 sequências com um alinhamento final de 1288 pares de base (pb), incluindo 81 sequências geradas neste estudo e 45 obtidas do GenBank. Duas sequências de Laminariales foram usadas como grupos externos às Ectocarpales *sensu lato*: *Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse (AY372983) e *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (GQ368325). Para a matriz do *rbcL* foram geradas árvores de distância (neighbor-joining, NJ), máxima verossimilhança (ML) e de análise bayesiana (BI). A árvore consenso de NJ é mostrada na Figura 8. Nessa análise foram formados três clados principais: i) um clado formado pela ordem Scytothamnales com duas famílias Asteronemataceae e Bachelotiaceae, com suporte alto para ML (96%) e PP (1.00); ii) um clado formado pelas ordens Asterocladales e Scytothamnales, com alto suporte em todas as análises, e iii) um clado formado pela ordem Ectocarpales com três famílias, Acinetosporaceae, Ectocarpaceae e Chordariaceae, com suporte moderado para ML (87%) e alto para PP (1.00).

O clado formado apenas por Scytothamnales agrupou *Asteronema ferruginea*(Harvey) Delépine & Asensi (Asteronemataceae) da Austrália e *Bachelotia*

antillarum(Bachelotiaceae) do Brasil e da Nova Zelândia. A divergência intraespecífica entre as sequências de *B. antillarum* do Brasil,incluindo uma amostra do nordeste (Piauí), variou de 0% a 1,2%, sendo a maior divergência observada entre amostras do Rio de Janeiro e Espírito Santo. A sequência de *B. antillarum* da Nova Zelândia divergiu de 1,4% a 1,6% das amostras brasileiras.

O segundo clado com representantes das ordens Asterocladales e Scytothamnales se dividiu em dois subclados agrupando: i) duas espécies de *Asterocladon*, *A. rhodochortonoides*(Børgesen) Uwai, Nagasato, Motomura & K. Kogame (Japão e Ilhas Canárias) e *A. interjectum* Uwai, Nagasato, Motomura & K. Kogame (Japão), com alto suporte apenas para PP e ii) “*Asteronema*” *breviarticulatum* (Brasil, este estudo)(Scytothamnales) e *Asterocladon lobatum* D.G. Müller, E.R. Parodi & A.F. Peters (Brasil, FM956109) (Asterocladales), com suporte total. As sequências brasileiras de “*Asteronema*” *breviarticulatum* (100% idênticas) se agruparam com a espécie tipo de *Asterocladon*, *Asterocladon lobatum*, cuja localidade tipo é o Brasil, Praia Brava, São Paulo, e da qual divergiram em 5,9%. Nossos espécimes divergiram de *A. rhodochortonoides* de 8,5% a 8,6% e de *A. interjectum* em 9,3%. Não há sequências de *A. breviarticulatum* (localidade tipo México) nos bancos de dados para comparação. Nossos resultados mostraram que o gênero *Asteronema* não é monofilético. Os espécimes brasileiros de “*Asteronema*” *breviarticulatum* divergiram da outra espécie de *Asteronema*, *A. ferruginea*, disponível no banco de dados em 12,8%.

O terceiro e maior clado foi formado pelas Ectocarpales. Dentro das Chordariaceae, duas amostras de espécies cuja localidade tipo é o Rio de Janeiro, Brasil, foram sequenciadas neste estudo: *Elachistiella leptonematoides* Cassano, Yoneshigue-Valentin & M.J. Wynne e *Levringia brasiliensis* (Montagne) A.B. Joly. Essas espécies se agruparam com os demais representantes da família, embora com alto suporte apenas para PP (0.97). Duas sequências do banco de dados: *Myriactula clandestina* (P. Crouan & H. Crouan) Feldmann e *Myrionema papillosum* Sauvageau foram as mais divergentes dentre as Chordariaceae incluídas nas análises (Fig. 08). *Phaeostroma pustulosum* Kuckuck também pertencente à família Chordariaceae, se agrupou com representantes de Ectocarpaceae, porém sem suporte. Nossos resultados parecem indicar que a família Chordariaceae não é monofilética.

A família Ectocarpaceae, com suporte moderado para NJ (84%) e alto para ML (100%) e PP (1.00), incluiu duas sequências de *Ectocarpussiliculosus* (100% idênticas) geradas neste estudo, provenientes dos EUA. As amostras sequenciadas de *E. siliculosus* formaram um subclado, com suporte moderado a alto, com duas amostras do banco de dados, uma procedente da Austrália e outra com localidade não identificada. A divergência intraespecífica entre as amostras desse subclado variou de 0% a 0,4%, indicando que se trata de um mesmo táxon. Um segundo subclado agrupou amostras de *E. siliculosus* do Japão, França e Peru e divergiu do primeiro de 1,8% a 2,8%. *Ectocarpus crouaniorum* Thuret se agrupou neste segundo subclado com amostras de *E. siliculosus*, das quais divergiu de 0,8% a 0,9%, variação que pode ser considerada intraespecífica. A amostra de *E. fasciculatus* da França divergiu de *E. siliculosus* de 1,2% a 2,9%. A maior divergência observada entre os subclados de *E. siliculosus* indica que pode haver diversidade críptica. Não há sequências disponíveis de *E. siliculosus* nos bancos de dados da localidade tipo, Inglaterra, para comparação.

A espécie *Ectocarpus siliculosus* foi citada para o Brasil em referências antigas como Martius et al. (1833) e Martens (1870) (Oliveira Filho 1977). Posteriormente, a espécie foi referida para o Rio de Janeiro por Taylor (1930) e para o Rio Grande do Sul por Coutinho (1982). Não há referências mais recentes de *E. siliculosus* para o litoral brasileiro e essa espécie não foi novamente coletada no presente estudo. Uma única amostra de *Ectocarpus*, *E. fasciculatus* foi coletada em Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, porém não foi possível gerar sequências de *rbcL* para essa amostra.

A família Acinetosporaceae foi dividida em dois clados principais com suporte moderado para ML (85%) e alto para PP (1.00): Acinetosporaceae 1 e 2 (Fig. 8). O clado Acinetosporaceae 2, com baixo suporte (PP0.64), foi formado pelos gêneros *Hincksia*, *Herponema* J. Agardh e *Pylaiella* Bory e suas respectivas espécies tipo, *H. hincksiae* (Harvey) P.C. Silva(= *H. ramulosa* J.E. Gray, nom. illeg.), *H. velutinum*(Greville) J.Agardhe *Pylaiella littoralis* (Linnaeus) Kjellman. A amostra brasileira de *Hincksiasandriana* (Arraial do Cabo, RJ) se agrupou com *H. hincksiae* da qual divergiu em 2,3%, indicando que são táxons distintos. A divergência entre *H.sandriana* e *H. granulosa* (Smith) P.C. Silva foi de 3,6%. *Hincksiasandriana* é o único táxon encontrado neste estudo que pertence ao autêntico gênero *Hincksia*.

O clado Acinetosporaceae 1 foi dividido em dois subclados principais formados por: i) *Acinetospora filamentosa* e *A. crinita* com alto suporte, e ii) “*Feldmannia*” *irregularis*, “*F.irregularis*” 1, “*F.irregularis*” 2, “*F. mitchelliae*”, “*Hincksia*” *conifera* e *Acinetospora asiatica* Yaegashi, Yamagishi & K. Kogame, também com alto suporte.

Duas amostras brasileiras (Rio de Janeiro) e uma dos EUA (Carolina do Norte) de *A. filamentosa* e *A. crinita* agrupadas nesse estudo e identificadas primeiramente como *A. crinita*, se agruparam com cinco amostras de *A. filamentosa* do Japão, localidade tipo da espécie. As amostras do Brasil e dos EUA apresentaram baixa divergência intraespecífica, 0% a 0,15%, e estas divergiram das amostras do Japão de 0% a 0,6%. As duas amostras brasileiras são 100% idênticas à amostra de *A. filamentosa* (LC060490) de Hokkaido, Japão. A amostra de *A. crinita* (AF207795), cuja procedência não foi especificada, divergiu de *A. filamentosa* de 2,9% a 3,4%. A espécie tipo de *Acinetospora* é *Acinetospora pusilla* (A.W. Griffiths ex Harvey) De Toni, atualmente considerada sinônimo de *A. crinita* (Guiry & Guiry 2017). Portanto, *A. crinita* representa a espécie tipo do gênero.

Acinetospora asiatica não se agrupou com as outras duas espécies do gênero e se manteve como grupo irmão de “*Feldmannia*” *irregularis* 1 e “*F.irregularis*” 2, porém com suporte baixo (PP 0.73). As amostras de *A. asiatica* divergiram entre si de 0% a 0,2%. A divergência entre *A. asiatica* e *A. filamentosa* variou de 4,4% a 5,0% e entre *A. asiatica* e *A. crinita* de 4,8% a 4,9%. Enquanto que a divergência entre *A. asiatica* e “*F. irregularis*” 1 foi mais baixa, variando de 1,9% a 2,3%, e com “*F. irregularis*” 2 foi de 2,8% a 2,9%. A divergência entre *A. asiatica* e “*F. irregularis*” foi de 2,5% a 3,2%.

As amostras de “*F. irregularis*” sequenciadas neste estudo, procedentes do Rio de Janeiro e São Paulo, se agruparam com a única sequência de *rbcL* dessa espécie disponível nos bancos de dados (AF207800, Ilha da Madeira, Portugal). As amostras brasileiras apresentaram baixa divergência intraespecífica (0% a 0,16%) e divergiram da amostra de Portugal de 1,1% a 1,3%.

As amostras denominadas como “*F. irregularis*” 1 (MM006, MM008 e MM009 - 100% idênticas) formaram um clado com suporte total e se mantiveram distantes filogeneticamente de “*F. irregularis*”, da qual divergiram de 2,3% a 2,4%. O mesmo foi verificado para clado formado por “*F.irregularis*” 2 (MM063, MM065, MM066 e

MM068 - 100% idênticas) que divergiu de "*F. irregularis*" de 2,2% a 2,8%. "*Feldmanniairregularis*" 1 e "*F. irregularis*" 2 divergiram entre si de 1,7% a 1,8%. Não há sequências de *rbcl* de *F. irregularis* da localidade tipo, Mar Adriático, disponíveis nos bancos de dados para comparação.

As amostras de "*F. mitchelliae*" do Brasil, EUA (MM300) e Japão (AB302306, como *Hincksia* sp.) formaram um clado com suporte moderado a alto (88% NJ, 74% ML, 0.98 PP) (Fig.8). *Hincksia* sp. do Japão foi a sequência mais divergente variando de 0,4% a 0,8% em relação as sequências do Brasil e EUA.

Dois subclados de "*F. mitchelliae*" foram formados: um com amostras apenas do Brasil (Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo) com divergência intraespecífica de 0% a 0,23%; e outro com amostras do Brasil (Rio de Janeiro e São Paulo), dos EUA (MM300), sequenciada neste estudo, e do Japão. As sequências brasileiras desse subclado foram 100% idênticas e divergiram das do primeiro em até 0,5%. *Feldmanniamitchelliae* tem como localidade tipo os EUA (Nantucket, Massachusetts). A amostra dos EUA (MM300) é procedente de Wilmington, Carolina do Norte, área muito próxima à localidade tipo. A divergência intraespecífica entre a amostra dos EUA e as brasileiras foi de 0,08% a 0,4%. O posicionamento das sequências analisadas e a baixa divergência genética do *rbcl* sugerem que todas as amostras do Brasil, EUA e Japão correspondem ao mesmo táxon "*F. mitchelliae*".

O clado formado por "*Hincksia*" *conifera*, com alto suporte em todas as análises, foi recuperado como grupo irmão de "*F. irregularis*", embora com suporte alto apenas para PP (0.98). As amostras brasileiras de "*H. conifera*" apresentaram baixa divergência intraespecífica variando de 0% a 0,8%. "*Hincksia*" *conifera* divergiu do clado "*F. irregularis*" de 1,7% a 2,1%, enquanto a divergência com a espécie tipo do gênero, *H. hincksia* foi de 4,2 a 4,7%.

A divergência genética verificada para o gene *rbcl* está sumarizada na Tabela 8. Nossos resultados mostram uma clara sobreposição entre os valores de divergência entre gêneros, entre espécies e dentro de uma mesma espécie. A divergência intergenérica entre *Acinetospora*, *Feldmannia*, *Hincksia* e *Ectocarpus* foram baixas, indicando não apenas que esses gêneros são proximamente relacionados, mas que necessitam de uma ampla revisão e de mudanças nomenclaturais visando acomodar algumas de suas espécies. A divergência entre

Acinetospora asiatica, posicionada próximo ao gênero “*Feldmannia*”, foi a mais baixa observada (1,9%). As maiores divergências intraespecíficas encontradas para *Ectocarpus* e *Feldmannia*(2,8%) reforça a necessidade de revisão desses gêneros.

Igualmente houve sobreposição entre os valores de divergência intergenérica e interespecífica entre *Asteronema* e *Asterocladon*. A divergência interespecífica entre espécies de *Asterocladon* (*A. lobatum*, *A. rhodochortonoides* e *A. interjectum*) foi a mais alta observada (7,7% a 8,9%). A baixa divergência verificada entre *Asterocladone* “*Asteronema*”*breviarticulatum*(5,9%) demonstra que essa espécie deve ser alocada dentro do gênero *Asterocladon*. Isso é reforçado pela alta divergência interespecífica entre “*Asteronema*”*breviarticulatum* e *Asteronema ferruginea* (12,8%), estando esse valor claramente na faixa de divergência entre gêneros para o marcador *rbcL*.

A maior divergência intraespecífica encontrada para o gênero *Bachelotia* foi 1,6% (Brasil vs. Nova Zelândia). A sequência de *rbcL* da Nova Zelândia é a única disponível nos bancos de dados para comparação e, portanto, uma maior amostragem desse gênero é necessária, incluindo sequenciamento de espécime da localidade tipo (Guadalupe), para um melhor entendimento da variação genética dentro de *Bachelotia*. Entretanto, nossas análises indicam que *B. antillarum* é uma espécie críptica.

Tabela 8. Amplitude de divergência genética entre os gêneros estudados para o gene *rbcl*.

Gêneros/marcador		<i>rbcl</i>		
Divergência intergenérica (%)		Interespecífica(%)		Intraespecífica(%)
<i>Acinetospora</i> e <i>Asteronema</i>	10,4 – 12,6	<i>Acinetospora</i>	2,9 – 5,0 ^{*3}	0 – 0,6
<i>Acinetospora</i> e <i>Asterocladon</i>	8,7 – 12,4	<i>Asteronema</i>	12,8 ^{*4}	0
<i>Acinetospora</i> e <i>Bachelotia</i>	9,2 – 12,9	<i>Asterocladon</i>	7,7 – 8,9	0,1
<i>Acinetospora</i> e <i>Ectocarpus</i>	7,4 – 9,2	<i>Bachelotia</i>	-	0 – 1,6 ^{*5}
<i>Acinetospora</i> e <i>Feldmannia</i>	1,9 [*] – 3,2	<i>Ectocarpus</i>	1,2 – 2,9	0 – 2,8 ^{*6}
<i>Acinetospora</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	4,8 – 6,1	<i>Feldmannia</i>	1,1 – 2,7	0 – 2,8 ^{*7}
<i>Asteronema</i> e <i>Asterocladon</i>	5,9 ^{*2} – 12,8	<i>Hincksia</i> ^{*1}	2,3 – 3,6	-
<i>Asteronema</i> e <i>Bachelotia</i>	10,9 – 13,3			
<i>Asteronema</i> e <i>Ectocarpus</i>	9,8 – 11,4			
<i>Asteronema</i> e <i>Feldmannia</i>	9,1 – 12,4			
<i>Asteronema</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	10,2 – 11,9			
<i>Asterocladon</i> e <i>Bachelotia</i>	12,2 – 13,8			
<i>Asterocladon</i> e <i>Ectocarpus</i>	8,7 – 11,6			
<i>Asterocladon</i> e <i>Feldmannia</i>	8,3 – 10,7			
<i>Asterocladon</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	9,3 – 11,9			
<i>Bachelotia</i> e <i>Ectocarpus</i>	9,5 – 13,4			
<i>Bachelotia</i> e <i>Feldmannia</i>	8,7 – 13,2			
<i>Bachelotia</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	11,6 – 12,9			
<i>Ectocarpus</i> e <i>Feldmannia</i>	6,2 – 8,3			
<i>Ectocarpus</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	5,1 – 7,6			
<i>Feldmannia</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	3,7 – 5,5			

* Menor divergência entre *Acinetospora asiatica* e "*Feldmannia irregularis*" 1.

^{*1} Valores relativos ao clado composto por representantes autênticos do gênero *Hincksia*.

^{*2} Menor divergência entre "*Asteronema*" *breviarticulatum* e *Asterocladon lobatum*.

^{*3} Maior divergência entre *Acinetospora asiatica* e *A. filamentosa*.

^{*4} Divergência entre "*Asteronema*" *breviarticulatum* e *Asteronema ferruginea*.

^{*5} Maior valor observado entre *Bachelotia* do Brasil e da Nova Zelândia.

^{*6} Maior valor observado entre dois subclados de *E. siliculosus*.

^{*7} Maior valor observado entre "*Feldmannia*" *irregularis* e "*F. irregularis*" 2.

Figura 8. Árvore consenso gerada a partir da análise de Neighbor-Joining (NJ) para sequências do rbcL. Valores de bootstrap indicados nos ramos são referentes a NJ (2000 réplicas), Máxima Verossimilhança (ML) (100 réplicas) e probabilidade a posteriori (PP), respectivamente. Valores de bootstrap inferiores a 50 não apresentados. Amostras geradas neste estudo estão destacadas em negrito; – indica falta de suporte; * indica suporte total do ramo (valor de bootstrap = 100% e PP= 1.00).

5.2.2 Análise do Marcador COI-5P

A Figura 9 mostra a árvore referente à análise de Neighbor-Joining (NJ) para o marcador COI-5P. A matriz desse marcador foi formada com 107 sequências, sendo 63 geradas neste estudo e 44 extraídas do GenBank. O alinhamento final consistiu de 658 pb. Duas sequências de Laminariales foram usadas como grupos externos às Ectocarpales *sensu lato*: *Macrocystis integrifolia* Bory(FJ409174) e *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar(GQ368267). Duas ordens de algas pardas com representantes filamentosos estão representadas nessa análise, Ectocarpales e Scytothamnales. A ordem Ectocarpales formou os dois agrupamentos, embora não sustentados pela análise de NJ: Acinetosporaceae 1 e Acinetosporaceae 2 (Fig. 9).

A família Ectocarpaceae formou um agrupamento com suporte baixo (68%). A única sequência do gênero *Ectocarpus* obtida neste estudo, *E. fasciculatus*, procedente de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, divergiu da sequência da França (LM995264) em 1%, indicando que se correspondem ao mesmo táxon. Não há sequências de *E. fasciculatus* da localidade tipo (Irlanda) para comparação. A divergência intraespecífica entre as amostras de *E. siliculosus* foi alta (0% a 6,5%). *Ectocarpus fasciculatus* do Brasil e da França divergiram da espécie tipo do gênero, *E. siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye dos EUA e da França [como *E. subulatus* (LM995284) = *E. siliculosus* var. *dasycarpus* (Kuckuck) Gallardo], de 6,3% a 9,4%, e de *E. crouaniorum* Thuret de 8,6 a 8,8%. A divergência interespecífica entre *E. siliculosus* e *E. crouaniorum* variou de 5,7% a 7,2%. A divergência entre os gêneros *Kuckuckia* Hamel e *Ectocarpus* (7,1% - 9,0%) se sobrepõe à divergência interespecífica de espécies de *Ectocarpus*, indicando que *E. siliculosus* pode representar uma espécie críptica. Portanto, uma revisão das espécies de *Ectocarpus* e *Kuckuckia* é necessária para esclarecer a posição taxonômica desses gêneros.

Representantes da família Chordariaceae se agruparam com suporte moderado (79%). As amostras da espécie endêmica do Brasil, *Elachistiella leptoneumatoides*, sem divergência intraespecífica, se agruparam com *Myrionema strangulans* Greville da qual divergiram em 11,5%. Não foi possível obter sequências de *Levringia brasiliensis* para o COI-5P. Embora sem suporte, *Hecatonema terminale* (Kützinger) Kylin (Chordariaceae) não se agrupou com os

demais representantes da família Chordariaceae. Como nos dados obtidos com o *rbcL*, a família Chordariaceae parece não ser monofilética.

Dois agrupamentos foram formados por representantes da família Acinetosporaceae, embora sem suporte para NJ. O primeiro e maior agrupamento, Acinetosporaceae 1 incluiu o gênero tipo da família, *Acinetospora*, além do gênero “*Feldmannia*” e “*Hincksia*” *conifera*. O segundo agrupamento Acinetosporaceae 2 incluiu o gênero *Hincksia* e sua espécie tipo, *H.hincksiae*, o gênero *Feldmannia* e sua espécie tipo, *F. lebelii* (Areschoug ex P.Crouan & H.Crouan) Hamel e o gênero *Pylaiella* e sua espécie tipo, *P. littoralis*. Neste agrupamento, se posicionaram as amostras de *Hincksiasandrianado* Brasil com uma divergência intraespecífica de 0,01%. As amostras brasileiras se agruparam com *H. sandriana* do Chile com 100% de valor de bootstrap, divergindo da amostra chilena de 2,1% a 2,2%. A localidade tipo de *H. sandriana* é a Croácia e não há sequências disponíveis da localidade tipo para comparação. *Hincksia sandriana* formou um agrupamento com *H.hincksiae* com alto suporte (98%). A divergência intraespecífica entre as amostras de *H.hincksiae* variou de 0% a 0,07%. Os dois táxons divergiram entre si de 8,0 a 9,7%.

Amostras de *Hincksia granulosa* mostraram divergência intraespecífica de 0% a 0,06%. A divergência interespecífica entre as espécies do agrupamento que contém o autêntico gênero *Hincksia* foi alta. A espécie tipo, *H. hincksiae* divergiu de *H. granulosa* de 12,6% a 12,9%, enquanto *H. granulosa* e *H. sandrianado* divergiram de 12,7% a 13,9%. Essas divergências estão na faixa de amplitude observada entre diferentes gêneros de algas pardas filamentosas (Tabela 9).

No agrupamento Acinetosporaceae 1, o gênero *Acinetospora* foi o mais divergente e foi sustentado por 96% de valor de bootstrap. As amostras brasileiras de *A.filamentosa*, sem divergência intraespecífica, se agruparam, com alto suporte (100%), com amostras dessa espécie procedentes da localidade tipo, Japão, das quais divergiram em apenas 0,01%. A divergência intraespecífica de *A. crinita* variou de 0% a 0,7%, enquanto que dentro de *A. asiatica* a variação foi de 0,7% a 2,6%. A divergência interespecífica entre *A.crinita* e *A. filamentosa* foi alta (11,3% a 11,5%). Maior amplitude de variação foi observada entre *A.crinitae* *A. asiatica* (14,5% - 15,8%) e entre *A. filamentosa* e *A. asiatica* (14,4% - 15,9%). Os resultados obtidos com o COI-5P foram semelhantes aos do *rbcL*, confirmando a ocorrência de *A. filamentosa* no litoral brasileiro. Como nos resultados obtidos como o *rbcL*, *A.*

asiatica não se agrupou com as demais espécies do gênero e se manteve como grupo irmão de “*Feldmannia irregularis*” 1, porém com suporte baixo (53%). Nossos resultados para os dois marcadores indicam que *A. asiatica* não pertence ao gênero *Acinetospora*.

Dentro de Acinetosporaceae 1, o gênero “*Feldmannia*” está representado pelas espécies *F. globifera* (Kützinger) Hamel, “*F. irregularis*”, “*F. irregularis*” 1, “*F. irregularis*” 2 e “*F. mitchelliae*”. As amostras brasileiras de “*F. irregularis*” se agruparam com amostras dessa espécie procedentes da Itália e Grécia com alto suporte (100%). A divergência intraespecífica entre as amostras brasileiras foi de 0% a 0,6%. A divergência entre as amostras brasileiras e a da Itália procedente de Nápoles (LM995322) foi de 4,8% a 5,0% e com as da Grécia de 4,7% a 4,9%. A amostra da Itália e as da Grécia divergiram entre si em apenas 0,01%.

A localidade tipo de *F. irregularis* é o Mar Adriático, que banha o lado oriental da Itália. A amostra da Itália (LM995322) pode ser considerada próxima à localidade tipo, já que Nápoles se localiza no Mar Tirreno, que banha o lado ocidental da Península Itálica. A divergência verificada entre as amostras brasileiras e a da Itália e Grécia é alta, o que indica que correspondem a entidades taxonômicas distintas.

Os espécimes denominados como “*F. irregularis*” 1, coletados em Búzios e Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, formaram um agrupamento com 100% de bootstrap. Dois subgrupos foram formados, ambos com alto suporte (100%): um com as amostras MM037 e MM038, procedentes de Arraial do Cabo e idênticas entre si; e outro com as amostras MM006, MM008 e MM009 coletadas em Búzios, também sem variação intraespecífica. Esses dois subgrupos mostraram variação genética de 2,5%, indicando que podem pertencer a um mesmo táxon.

Os táxons denominados como “*F. irregularis*” 2, procedentes de São Paulo e Rio de Janeiro, formaram um agrupamento com alto suporte (100%). As amostras brasileiras não apresentaram variação intraespecífica e foram mais próximas de uma amostra da Itália obtida do GB, nomeada como *Acinetosporaceae* sp. 12 (LM995324). A divergência entre as amostras brasileiras e *Acinetosporaceae* sp. 12 foi de 3,6%, indicando que esse táxon é distinto das amostras brasileiras.

O agrupamento de "*F. irregularis*" mostrou alta divergência genética com "*F. irregularis*" 1 (9,9% - 11,2%) e com "*F. irregularis*" 2 (10,7% - 11,2%). "*Feldmannia irregularis*" 1 e "*F. irregularis*" 2 divergiram entre si de 9,4% a 9,8%. As altas divergências observadas sugerem que há três entidades taxonômicas independentes para o que anteriormente era considerado um único táxon, denominado de *F. irregularis*. Os dados obtidos para esses táxons com o marcador *rbcL* foram corroborados pelo COI-5P.

As amostras brasileiras de "*Hinckesia*" *conifera* coletadas em São Paulo e Rio de Janeiro formaram um agrupamento com alto suporte (100%). Dois subgrupos foram formados: um com 100% de bootstrap, agrupou duas amostras de Búzios, Rio de Janeiro (MM017 e MM018) e uma amostra identificada como *Acinetosporaceae* sp. 11 da Coreia do Sul (LM995439); e outro, como 99% de bootstrap, agrupou as demais amostras brasileiras. O subgrupo formado pelas amostras MM017, MM018 e *Acinetosporaceae* sp. 11 apresentou baixa divergência genética, 0,3%, o que indica que esses espécimes correspondem a um mesmo táxon. O segundo subgrupo teve uma maior amplitude de variação genética de 0,01% a 2,9%. A divergência entre os dois subgrupos foi de 3,9% a 4,4%. A amostra MM030 (Búzios, RJ) foi a mais divergente variando de 2,3% a 4,4% em relação às demais amostras do agrupamento. A divergência genética entre os dois subgrupos de "*H.*" *conifera* indica que podem se tratar de táxons distintos. A amplitude de variação intraespecífica do agrupamento "*H.*" *conifera* para o COI-5P foi muito mais elevada do que a obtida para o *rbcL*, cuja amostra MM030 variou de 0,01% a 0,8% das demais, estando claramente dentro da faixa de variação intraespecífica encontrada para esse marcador.

"*Hinckesia*" *conifera* foi recuperada como grupo irmão de "*F.*" *irregularis* com suporte moderado (84%). Os dois táxons divergiram entre si de 7,7% a 9,8%. A divergência genética entre "*H.*" *conifera* e "*F. irregularis*" 1 variou de 9,9% a 11,6% e entre "*F. irregularis*" 2 de 9,3% a 10,5%. As amostras brasileiras de "*H.*" *conifera* se mantiveram separadas das sequências da espécie tipo do gênero, de *H. hincksiae*, espécie tipo do gênero, das quais divergiram de 13,6% a 15,1%. A localidade tipo de *H. hincksiae* é Ballycastle, Irlanda do Norte. Não há sequências disponíveis da localidade tipo nos bancos de dados, porém todas as sequências dessa espécie são procedentes do Atlântico Norte (Roscoff, França). Os resultados

obtidos para os dois marcadores utilizados nesse estudo claramente sustentam que o epíteto específico *conifera* não deve ser alocado no gênero *Hincksia*.

As amostras de "*F. mitchelliae*" formaram um agrupamento com alto suporte (100%). Três subgrupos foram recuperados, todos com alto suporte (100%). O subgrupo mais divergente foi formado por duas amostras procedentes da França, idênticas entre si. Os dois outros subgrupos foram formados por: i) representantes do Brasil (Rio de Janeiro e São Paulo) e Itália e ii) por representantes do Brasil (Rio de Janeiro e São Paulo). No primeiro subgrupo a divergência observada foi de 0% - 0,9%. Esse resultado indica que todas as amostras brasileiras e italianas correspondem a um mesmo táxon. A divergência no segundo subgrupo igualmente foi de 0% a 0,9%. Esses dois subgrupos divergiram de 2,2% a 3,4%, enquanto as amostras da França divergiram destas de 4,9% a 5,6%, indicando que as amostras francesas são uma espécie distinta. Os dados obtidos com o COI-5P indicam que "*F. mitchelliae*" forma um complexo que poderia ser dividido em três táxons distintos.

Não há sequências de COI-5P de *F. mitchelliae* da localidade tipo (EUA, Massachusetts) nos bancos de dados para comparação, e todas as tentativas de amplificação da amostra dos EUA (MM300) falharam para esse marcador. Os resultados do *rbcL* não foram corroborados pelo COI-5P, cuja divergência para o primeiro marcador para todas as sequências de *F. mitchelliae* do Brasil, EUA e Japão não ultrapassou 0,8%.

A amostra de *Feldmannia lebelii* (LM994979), espécie tipo do gênero *Feldmannia*, é procedente da sua localidade tipo (Bretanha, França). Nenhuma sequência de material brasileiro gerada neste estudo se agrupou com a espécie tipo do gênero *Feldmannia*. Apenas *F. simplex* (P. Crouan & H. Crouan) Hamel do banco de dados formou um agrupamento com *F. lebelii*, porém com baixo suporte (69%). A divergência entre essas duas espécies foi alta, variando de 12,6% a 12,8%. *Feldmannia lebelii* divergiu de "*F. irregularis*", "*F. irregularis*" 1 e "*F. irregularis*" 2 de 12,7% a 15,6% e de "*F. mitchelliae*" de 13,6% a 14,5%. A divergência entre *F. lebelii* e *F. globifera* foi ainda mais alta (15,9% - 16,1%). A maior amplitude de variação genética verificada ocorreu entre *F. simplex* e "*F. irregularis*" do Brasil (14,4% - 17,3%).

A ordem Scytothamnales está representada nessa análise pela espécie *Bachelotia antillarum*, cujas amostras provenientes do Rio de Janeiro, Espírito Santo

e São Paulo se agruparam com alto suporte (100%). As amostras do Rio de Janeiro e São Paulo apresentaram baixa divergência genética, 0% a 0,01%, enquanto a amostra do Espírito Santo divergiu de 5,8% a 6,0% das demais, sugerindo que essa é uma espécie críptica.

Para "*Asteronema*" *breviarticulatum* não foi possível obter sequências do COI-5P devido à dificuldade de amplificação desse marcador.

A Tabela 9 sumariza a divergência genética verificada para o gene COI-5P. Devido às distâncias genéticas observadas entre os agrupamentos formados pelos autênticos gêneros *Hincksia* e *Feldmannia* e os demais representantes previamente identificados sob esses gêneros, os valores de divergência foram considerados separadamente. Há sobreposição dos valores de divergência intergenérica, inter- e intraespecífica para os gêneros proximamente relacionados *Acinetospora*, *Feldmannia sensu lato*, *Hincksia sensu lato* e *Ectocarpus*. A disponibilidade de sequências das espécies tipo de *Hincksia* (*rbcL* e COI-5P) e de *Feldmannia* (COI-5P) para as análises revelou que nenhuma das sequências obtidas neste estudo, com exceção de *H. sandriana*, correspondem a autênticos representantes de *Feldmannia* e *Hincksia*. Um novo gênero deverá ser estabelecido para acomodar os táxons pertencentes a Acinetosporaceae 1: "*Feldmannia*" *irregularis*, "*F. irregularis*" 1, *F. irregularis* 2, "*F. mitchelliae*", *F. globifera*, "*Hincksia*" *conifera* e *Acinetospora asiatica*. Contudo, a alta divergência genética encontrada não descarta a possibilidade da proposição de mais gêneros dentro de Acinetosporaceae 1, o que ainda demandará maiores análises para a sua efetivação. Duas espécies novas para a ciência deverão ser propostas para acomodar os táxons "*F. irregularis* 1" e "*F. irregularis* 2".

Tabela 9.Amplitude de divergência genética entre os gêneros estudados para o gene COI-5P.

Gêneros/marcador		COI-5P		
Divergência intergenérica (%)		Interespecífica (%)		Intraespecífica (%)
<i>Acinetospora</i> e <i>Bachelotia</i>	16,1 – 17,8	<i>Acinetospora</i>	11,3 – 15,9 ^{*3}	0 – 2,6
<i>Acinetospora</i> e <i>Ectocarpus</i>	13,2 – 15,6	<i>Bachelotia</i>	-	0,01 – 6,0 ^{*6}
<i>Acinetospora</i> e <i>Feldmannia</i> [*]	14,7 – 17,6	<i>Ectocarpus</i>	5,7 – 9,4	0 – 6,5 ^{*7}
<i>Acinetospora</i> e <i>Feldmannia</i>	9,3 ^{*2} – 16,2	<i>Feldmannia</i> [*]	12,6 – 12,8	0,6
<i>Acinetospora</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	14,2 – 17,4	<i>Feldmannia</i>	9,4 – 14,4 ^{*4}	0 – 5,6 ^{*8}
<i>Acinetospora</i> e “ <i>Hincksia</i> ” conífera	11,3 – 14,7	<i>Hincksia</i> ^{*1}	8,0 – 13,9 ^{*5}	0 – 2,2
<i>Bachelotia</i> e <i>Ectocarpus</i>	15,1 – 17,2	“ <i>H.</i> ” conífera	-	0,01 – 4,4
<i>Bachelotia</i> e <i>Feldmannia</i> [*]	16,7 – 18,1			
<i>Bachelotia</i> e <i>Feldmannia</i>	14,4 – 17,6			
<i>Bachelotia</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	16,3 – 18,7			
<i>Bachelotia</i> e “ <i>Hincksia</i> ” conífera	13,8 – 15,9			
<i>Ectocarpus</i> e <i>Feldmannia</i> [*]	13,2 – 15,4			
<i>Ectocarpus</i> e <i>Feldmannia</i>	13,2 – 16,5			
<i>Ectocarpus</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	13,0 – 15,5			
<i>Ectocarpus</i> e “ <i>H.</i> ” conífera	13,4 – 15,9			
<i>Feldmannia</i> e <i>Feldmannia</i> [*]	12,7 – 17,8			
<i>Feldmannia</i> e <i>Hincksia</i> ^{*1}	12,5 – 16,5			
<i>Feldmannia</i> [*] e <i>Hincksia</i> ^{*1}	13,0 – 15,6			
<i>Feldmannia</i> e “ <i>H.</i> ” conífera	7,7 – 11,6			
<i>Hincksia</i> ^{*1} e “ <i>H.</i> ” conífera	12,6 – 15,1			

^{*} Valores relativos ao agrupamento composto por representantes autênticos do gênero *Feldmannia*.

^{*1} Valores relativos ao agrupamento composto por representantes autênticos do gênero *Hincksia*.

^{*2} Menor valor observado entre “*Feldmannia irregularis*” 1 e *Acinetospora asiatica*.

^{*3} Maior valor observado entre *Acinetospora filamentosa* e *A. asiatica*.

^{*4} Maior valor observado entre “*Feldmannia*” *irregularis* e *F. globifera*.

^{*5} Maior valor observado entre *Hincksia granulosa* e *H. sandriana*.

^{*6} Maior valor observado entre *Bachelotia* do Espírito Santo e demais amostras brasileiras.

^{*7} Maior valor observado entre amostras de *Ectocarpus siliculosus*.

^{*8} Maior valor observado entre "*Feldmannia*" *mittelliae* Brasil/Itália e França.

A Tabela 10 compila a amplitude de variação genética entre as sequências do *rbcL* do COI-5P verificadas nesse estudo.

Tabela 10. Comparação da amplitude de variação da divergência genética entre os marcadores estudados.

Marcadores / % de divergência	<i>rbcL</i>	COI-5P
Intergenérica	(1,9 [*]) 3,7 - 13,8	(9,3 ^{*2}) 12,5 - 18,7
Interespecífica	1,1 – 8,9 (12,8 ^{*1})	5,7 - 15,9
Intraespecífica	0 – 2,8	0 - 6,5 ^{*3}

*Menor divergência entre "*Acinetospora*" *asiatica* e "*Feldmannia irregularis*" 1.

^{*1} Maior divergência entre "*Asteronema*" *breviarticulatum* e *Asteronema ferruginea*.

^{*2} Menor divergência entre "*Acinetospora*" *asiatica* e "*Feldmannia irregularis*" 1.

^{*3} Maior divergência entre espécies de *Ectocarpus siliculosus*.

As sequências do COI-5P foram mais variáveis em nível intergenérico, inter- e intraespecífico do que as do *rbcL*, como mencionado em estudos anteriores de algas pardas (Yaegashi et al. 2015) e, principalmente, de algas vermelhas (Geraldino et al. 2006, Yang et al. 2007, Cassano 2009, Nauer et al. 2014, 2015, Jesus et al. 2016), uma vez que o genoma mitocondrial apresenta taxas maiores de mutação no DNA do que o genoma do cloroplasto (Avice 1994).

Figura 9. Árvore de Neighbor-Joining (NJ) para sequências do COI-5P. Valores de bootstrap estão indicados nos ramos (2000 réplicas). Valores de bootstrap inferiores a 50 não apresentados. Amostras geradas neste estudo estão destacadas em negrito.

5.3 Análise Morfológica

Ordem Ectocarpales

Família Acinetosporaceae

Gênero *Acinetospora* Bornet

Talos em tufos, eretos, epífitos ou epilíticos, filamentos unisseriados esparsamente ramificados, sem distinção de filamento principal, formando massas emaranhadas, fixos por rizoides produzidos a partir de células inferiores do talo ou por curtos ramos denominados “crampons”. Filamentos terminados por células arredondadas ou em pseudopêlos. Crescimento difuso no talo e com regiões meristemáticas definidas na base dos ramos laterais. Ramos laterais e râmulos curtos (“crampons”) usualmente dispostos em ângulo reto. Cloroplastos discoides, numerosos por célula contendo um pirenoide. Reprodução por estruturas uniloculares (meiosporângios), esporângios pluriloculares e gametângios pluriloculares, ou ainda por acinetosporângios ou monosporângios, ambos produzindo células imóveis. Esporângios pluriloculares cônicos alongados, usualmente com pedicelos de uma célula dispostos em ângulo reto no filamento. Esporângios uniloculares estritamente esféricos, normalmente sésseis sobre o filamento principal. Histórico de vida diplo-haplôntico isomórfico (Kim 2010, Cormaci et al. 2012).

Acinetospora filamentosa (Noda) Yaegashi, Uwai & K. Kogame
in Yaegashi et al. 2015: 334, fig. 2 A-G.

Figuras 10 – 16

Basiônimo:

Ectocarpus filamentosus Noda.

Talo filamentosso unisseriado formando densos tufos de aspecto emaranhado, medindo 1-1,5 cm de altura (Figs 10, 11). Talo esparsamente ramificado, sem eixo principal definido. Filamentos eretos com ramificação irregular portando ramos laterais curtos originados em ângulo aberto a reto, retos ou curvados (crampons), com ápices arredondados (Figs 13-15). Células dos filamentos eretos medindo 17,5-30 µm de diâmetro nas porções medianas do talo, contendo numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto. Pseudopêlos não observados. Crescimento difuso, com zona meristemática curtas localizadas preferencialmente nas porções superiores do talo (Fig. 12). Estruturas pluriloculares cônicas, sésseis, algumas dispostas em ângulo reto ao filamento principal medindo 40-65 µm de comprimento e 20-32,5 µm de diâmetro (Fig. 16). Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo do médiolitoral ao infralitoral raso, epilítica em costões rochosos ou em poças-de-maré ocupando uma superfície mais ou menos extensa do costão.

Material Examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Armação de Búzios, Praia Rasa, 08/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM105), Praia da Ferradurinha, 09/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM118 e MM124). Estados Unidos, Carolina do Norte, Wilmington, Wynne Plaza Park, Condado de New Hanover, 11/02/2016, col. D.W. Freshwater & M LaCroe (MM303).

Comentários

O gênero *Acinetospora* foi estabelecido por Bornet (1891) para acomodar plantas que possuíam estruturas pluriloculares (acinetosporângios) que produziam grandes esporos imóveis (acinetósporos) (Pedersen & Kristiansen 2001, Yaegashi et al. 2015). A circunscrição do gênero foi ampliada em diversos trabalhos posteriores e, atualmente, o gênero é caracterizado por apresentar filamentos unisseriados pouco ramificados, formando tufos emaranhados, ramos laterais curtos em ângulo reto, com extremidade reta ou recurvada formando ganchos chamados “crampons”,

zona meristemática difusa, cloroplastos discoides a ligeiramente alongados, presença de estruturas pluriloculares cônicas em ângulo reto, estruturas uniloculares e monosporângios (Yoneshigue & Figueiredo 1983, Széchy & Cordeiro-Marino 1991, Kim & Lee 1994, Pedersen & Kristiansen 2001, Yaegashi et al. 2015).

A independência genérica de *Acinetospora* foi questionada por vários autores com base em trabalhos de cultivo (Kornmann 1953, Knoepffler-Pèguy 1972, 1974, 1977). *Acinetospora crinita* foi considerada por Kornmann (1953) como uma fase do ciclo de vida de espécies de *Feldmannia*, no qual *A. crinita* corresponderia ao esporófito diploide. Ou ainda, o gênero foi considerado meramente como uma fase morfológica alternante de *Feldmannia* ou *Hincksia* (como *Giffordia* Batters) por Knoepffler-Pèguy (1972, 1974, 1977), cuja passagem, reversível de um morfo a outro, seria influenciada por fatores ambientais (Knoepffler-Pèguy 1972, 1977). De acordo com Knoepffler-Pèguy (1972), o aparecimento da forma *Acinetospora* seria induzido por baixas temperaturas, enquanto a forma *Feldmannia* seria induzida por temperaturas mais altas, independentemente da alternância gametófito-esporófito. Estudos posteriores de morfogênese desenvolvidos por Kim & Lee (1994) atestaram que plantas esporofíticas de *A. crinita* não eram as mesmas de *Feldmannia*, e os gêneros *Acinetosporae* *Feldmannia* foram mantidos como independentes, seguindo os estudos prévios de Pedersen (1983) e Amsler & Kapraun (1985). Formas alternantes entre *Feldmannia* e *Acinetospora* também foram observadas em cultura de *F. irregularis* por Cassano (1997). Porém, devido à falta de estudos específicos com o gênero *Acinetospora* proveniente do campo (espécimes desse gênero não foram encontrados nos locais de coleta), e, conseqüentemente, a impossibilidade do estabelecimento de cultivo, *Feldmannia* e *Acinetospora* não foram considerados cogenéricos por Cassano (1997) até que estudos mais aprofundados fossem realizados com espécimes brasileiros. Os dados moleculares obtidos nesse estudo, assim como os de Yaegashi et al. (2015), claramente sustentam a independência genérica desses táxons.

Acinetospora filamentosa foi descrita como *Ectocarpus filamentosus* Noda (1970) para a costa de Iwagasaki, Província de Echigo, Japão (Silva et al. 1996). A espécie foi transferida para o gênero *Acinetospora* por Yaegashi et al. (2015) com base em dados morfológicos e moleculares, usando sequências de *rbcL* e COI-5P. A espécie é caracterizada pela presença de

estruturas pluriloculares e uniloculares nos filamentos prostrados e nas porções inferiores dos filamentos eretos (Yaegashi et al. 2015). O material brasileiro de *A. filamentosa* se enquadra na descrição fornecida por esses autores quanto ao diâmetro do filamento ereto (17,5-30µm, presente estudo vs. 18-28 µm, Yaegashi et al. 2015); presença de zonas meristemáticas difusas, ramos laterais formando “crampons” e ausência de monosporângios. Entretanto, não foram observadas estruturas uniloculares ou pluriloculares em filamentos prostrados, uma vez que estes, assim como estruturas de fixação, não foram encontrados no material estudado.

O gênero *Acinetospora* foi citado pela primeira vez para o Brasil quando Yoneshigue & Figueiredo (1983) reportaram *A. crinita* para Cabo Frio, Rio de Janeiro, cuja ocorrência foi associada ao fenômeno de ressurgência na região. Além do Rio de Janeiro (Yoneshigue & Figueiredo 1983, Széchy & Cordeiro-Marino 1991), a espécie tem citação para Santa Catarina (Bouzon et al. 2006) e São Paulo (Széchy & De-Paula 2015), sendo restrita as regiões sudeste e sul do Brasil.

A espécie *A. crinita* é distinta de *A. filamentosa* pela presença de monosporângios e estruturas do tipo acinetosporângios (produzem células imóveis), megasporângios (produzem células móveis) e estruturas pluriloculares com grandes e pequenos lóculos (Pedersen & Kristiansen 2001, Yaegashi et al. 2015). A espécie *A. asiatica*, estabelecida por Yaegashi et al. (2015), difere de *A. crinita* pelas mesmas características citadas acima e de *A. filamentosa* pela ausência de estruturas uniloculares. Yoneshigue & Figueiredo (1983) e Széchy & Cordeiro-Marino (1991) descreveram a presença de monosporângios nos espécimes do Rio de Janeiro de *A. crinita*, estruturas que não são descritas para *A. filamentosa* e não foram encontradas nos nossos exemplares examinados desta espécie. Além disso, as estruturas pluriloculares descritas como ovóides para *A. crinita* por Yoneshigue & Figueiredo (1983) são muito distintas das observadas no material de *A. filamentosa* do presente estudo.

Exemplares de *A. crinita* não foram novamente coletados no presente estudo, embora o mesmo local onde a espécie foi encontrada pela primeira vez (Ponta da Cabeça, Arraial do Cabo, RJ) tenha sido visitado em três diferentes coletas em 2014 e 2015. Portanto, a ocorrência de *A. crinita* para o litoral brasileiro não pôde ser confirmada por dados moleculares.

Os dados moleculares tanto para o *rbcL* como para o COI-5P demonstraram que os espécimes coletados neste estudo, assim como a amostra proveniente dos EUA correspondem, sem dúvida, à *A. filamentosa*, cuja divergência intraespecífica com os espécimes da localidade tipo foi baixa para ambos os marcadores, 0% a 0,6% para o *rbcL* e apenas 0,01% para o COI-5P. Essa é a primeira citação de *A. filamentosa* para o Oceano Atlântico. A espécie havia sido citada anteriormente apenas para a sua localidade tipo, Japão, e Grécia, onde foi considerada como uma introdução recente (Yaegashi et al. 2015, Guiry & Guiry 2017).

Figuras 10 - 16. *Acinetospora filamentosa*. Anatomia vegetativa e reprodutiva de material fixado.

Figs 10 – 11. Aspecto geral do talo mostrando filamentos frouxamente emaranhados.

Fig. 12. Filamento ereto exibindo zona meristemática curta (seta).

Figs 13 – 15. Ramos laterais curtos perpendiculares ao eixo principal.

Fig. 16. Estruturas pluriloculares cônicas sésseis.

Gênero *Feldmannia* Hamel

Optou-se pela descrição do gênero *Feldmannia* aqui apenas para fins comparativos, uma vez que nossos resultados moleculares demonstraram que o material analisado não corresponde ao autêntico gênero *Feldmannia*.

Talos em tufos, eretos, epífitos, epilíticos ou com filamentos basais endifíticos, filamentos unisseriados ramificados, com organização heterotríquia, fixos por rizoides. Crescimento localizado, principalmente por zonas meristemáticas basais nos filamentos principais; em algumas espécies desenvolvimento de meristemas secundários entre os internós (intervalos entre ramos laterais). Filamentos eretos, normalmente ramificados de forma alterna ou oposta, abaixo da zona meristemática e com um longo filamento simples acima; ou com 2-3 ramos laterais juntos, emitidos em séries mais ou menos regulares abaixo do meristema secundário formando repetidas ramificações acima do meristema secundário, frequentemente terminadas em pseudopêlos. Cloroplastos discoides, numerosos por célula contendo um pirenoide. Esporângios pluriloculares cônicos alongados a globulares cilíndricos, sésseis ou pedicelados desenvolvidos abaixo das zonas meristemáticas, ou em séries nas porções basais dos râmulos em espécies que produzem meristemas secundários. Esporângios uniloculares ovóides a elipsoides, sésseis desenvolvidos na mesma posição que os pluriloculares. Histórico de vida diplo-haplôntico isomórfico (Kim 2010, Cormaci et al. 2012).

***“Feldmannia” irregularis*(Kützinger) Hamel 1939: xvii**

Figuras 17 – 23

Basiônimo:

Ectocarpus irregularis Kützinger

Sinônimos homotípicos:

Giffordia irregularis (Kützinger) Joly

Hincksia irregularis (Kützinger) C. Amsler

Talo filamentosos, unisseriado, heterótrico, habitualmente epífito, formando tofos densos de coloração marrom amarelada a marrom esverdeada, quando vivos, atingindo 0,5-0,7 cm de altura (Fig. 17), fixo ao substrato por filamentos rizoidais que partem dos filamentos prostrados. Filamentos eretos longos, simples ou pouco ramificados de forma irregular na sua porção basal, sem ramificação ou estruturas reprodutivas produzidas acima da zona meristemática (Figs 18, 19). Porção apical dos filamentos eretos terminados em pseudopêlos (Fig. 19). Células dos filamentos principais medindo 20-27 μm de diâmetro nas porções medianas do talo e contendo numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo (Fig. 23). Zona meristemática definida, localizada na porção basal dos filamentos eretos. Estruturas pluriloculares cônicas com base alargada e ápice atenuado a fusiformes, sésseis ou pediceladas com até uma célula (Figs 20-22), medindo 102-152,5 μm de comprimento e 22,5-40 μm de diâmetro, localizadas sempre abaixo da zona meristemática. Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo na zona entremarés, usualmente epizóica em cirripédios do gênero *Chthamalus*, gastrópodos do gênero *Littorina* e do gênero *Brachidontes*. Comumente associada a "*Feldmannia mitchelliae*".

Material examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Armação dos Búzios, Ponta da Lagoinha, Praia da Foca, 15/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J. C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM002, MM010, MM012), 09/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM120), Praia Rasa, 08/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM106), Praia da Ferradurinha, 09/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM116, MM117); Município de Arraial do Cabo, Pontal do Atalaia, Prainhas, 06/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM089); Município de Cabo Frio, Praia das Conchas, 07/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM094). São Paulo, Município de Itanhaém, Praia do Cibratel II, 20/03/2015, col. M. Mungioli; C.A.A. Azevedo & F. F. C. Ho (MM126, MM127, MM129, MM130); Município de São Sebastião, Praia de Toque-Toque Pequeno, 30/01/2015, col. M. Mungioli & V. Cassano (MM188); Município de Peruíbe, Reserva Juréia-Itatins, 04/05/2015, Praia Desertinha, col. M. Mungioli & C.A.A. Azevedo (MM196, MM197 e MM198).

Comentários

A espécie *Ectocarpus irregularis* foi originalmente descrita por Kützinger (1845) a partir de material coletado no Mar Adriático. Kützinger (1855) ilustrou o espécime tipo mostrando filamentos eretos simples, estruturas pluriloculares cônicas, localizadas próximo à base da planta, posicionadas abaixo ou no início da zona meristemática basal, definida, seguida de pseudopêlos (Cassano 1997). De acordo Clayton (1974), o material tipo não foi localizado e é possível que esteja depositado em L (Nacional Herbarium Nederland) (Guiry & Guiry 2017).

“*Feldmannia*” *irregularis* tem ampla distribuição no litoral brasileiro se estendendo do Rio Grande do Sul a Pernambuco (Széchy & De-Paula 2015). Entretanto, uma ampla revisão deve ser feita para esse táxon cujas citações podem representar mais de uma espécie ou ser um nome mal aplicado para “*H.*” *conifera*.

A história taxonômica de *Feldmannia irregularis* é longa e problemática devido a diferentes circunscrições e entendimentos descritos na literatura para esse táxon, tendo o epíteto *irregularis* sido atribuído a diferentes gêneros.

Hamel (1939), ao propor o gênero *Feldmannia*, efetuou a nova combinação *Feldmannia irregularis* (Kützinger) Hamel e colocou *Ectocarpus coniferus* Börgesen (= *Ectocarpus conifer*) como sinônimo da primeira, seguindo Sauvageau (1933). A descrição de *F. irregularis* de Hamel (1939) incluiu plantas com estruturas pluriloculares sempre sésseis, adaxiais, seriadas nos ramos laterais, típicas de “*H.*” *conifera* (= *E. coniferus*) e, embora não mencionadas, a sua ilustração mostra zonas de crescimento intercalares no talo (Cassano 1997). Assim, Hamel (1939) ao incluir *Ectocarpus coniferus* sob o gênero *Feldmannia*, ampliou a sua circunscrição genérica, estabelecida por ele mesmo, na qual o gênero *Feldmannia* agrupava plantas com zonas meristemáticas localizadas na base dos filamentos e com ramificações e estruturas pluriloculares (opostas, geralmente pediceladas) localizadas abaixo dos meristemas.

Taylor (1960) deu uma diferente interpretação para esses táxons e considerou *E. coniferus* como uma espécie independente, transferida para o gênero *Giffordia* Batters, para a qual propôs a nova combinação *Giffordia conifera* (Börgesen) Taylor.

O gênero *Giffordia* foi criado por Batters em 1893 para acomodar a espécie *Ectocarpus secundus* Kützinger que produzia estruturas de reprodução de tamanhos

diferentes, provavelmente gametas anisogâmicos (Russell 1966, Clayton 1974). Hamel (1939) ampliou a circunscrição do gênero *Giffordia*, transferindo todas as espécies de *Ectocarpus* com cloroplastos discoides, estruturas pluriloculares sempre sésseis, frequentemente em série, em geral, não opostas, com presença de pseudopelos e ausência de zonas meristemáticas basais e definidas para o gênero *Giffordia*.

Joly (1965) julgou que a combinação de *Giffordia conifera* feita por Taylor (1960) era desnecessária, uma vez que o próprio autor da espécie *Ectocarpus conifer* Börgesen (1914) admitiu mais tarde que sua espécie era coespecífica de *E. irregularis* (Börgesen 1941). Assim, Joly (1965) propôs a nova combinação *Giffordia irregularis* (Kützinger) Joly, com *G. conifera* como sinônimo. A combinação de Joly (1965) foi seguida por mais de duas décadas por muitos autores, muitos dos quais brasileiros.

Silva et al. (1987) transferiram 21 espécies de *Giffordia* Batters (1893) para o gênero *Hincksia* Gray (1864) com base em prioridade de publicação. De acordo com Silva et al. (1987), Gray propôs o gênero *Hincksia* com uma única espécie, *H. ramulosa* J.E. Gray, nom. illeg., baseado em *Ectocarpus hincksiae* Harvey (1841). Entretanto, Silva et al. (1987) mantiveram o epíteto *irregularis* no gênero *Feldmannia* e não mencionaram o posicionamento de *G. conifera*.

Abbott (1989) considerou *G. conifera* como um táxon independente de *F. irregularis* e propôs a nova combinação *Hincksia conifera* (Börgesen) I.A. Abbott.

A despeito do tratamento taxonômico dado por Silva et al. (1987) para *Feldmannia irregularis*, Széchy & Cordeiro-Marino (1991) e, ao mesmo tempo, Amsler in Schneider & Searles (1991) transferiram *Ectocarpus irregularis* para o gênero *Hincksia* propondo a nova combinação *Hincksia irregularis* (Kützinger) C. Amsler, mantendo *H. conifera* como sinônimo.

A divergência quanto à circunscrição desta espécie persistiu em publicações posteriores. Müller & Ramirez (1994) consideraram *Feldmannia irregularis* e *Hincksia conifera* como entidades taxonômicas distintas, baseados em estudos de campo e cultivo. Assim como Kim & Lee (1994), que por meio de estudos de morfogênese em material de campo e de cultura, reconheceram que 'a forma *coniferus*' de *F. irregularis* constituía uma espécie independente, colocada também sob o

gênero *Hincksia*. Em oposição, Wynne (1998) na primeira revisão do seu checklist para o Atlântico ocidental, considerou *Hincksia coniferae* *Hincksia irregularis* como sinônimos de *F. irregularis*.

Cassano (1997), em seu estudo de campo e cultivo de algas pardas filamentosas do Rio de Janeiro, considerou *F. irregularis* e *H. conifera* como táxons independentes, principalmente pela posição da zona meristemática, difusa em *H. conifera* e localizada em *F. irregularis*. Com base na ilustração do espécime tipo de *Ectocarpus irregularis* de Kützinger (1855) a autora considerou que o epíteto específico *irregularis* seria melhor alocado no gênero *Feldmannia* pelo posicionamento basal e localizado da zona meristemática e *E. coniferus* foi reconhecida como uma espécie independente sob o gênero *Hincksia*, por apresentar zona meristemática difusa.

A maioria dos autores brasileiros seguiu o tratamento de Wynne (1998) para esses táxons, que foi mantido na segunda revisão do seu checklist (Wynne 2005). Entretanto, Wynne (2011) aceitou os argumentos de Kraft (2009) para a manutenção de *F. irregularis* e *H. conifera* como táxons distintos e adotou esse tratamento na terceira revisão do seu checklist.

“*Feldmannia*” *irregularis* tem ampla distribuição no litoral brasileiro se estendendo do Rio Grande do Sul a Pernambuco (Széchy & De-Paula 2015). Entretanto, uma ampla revisão deve ser feita para esse táxon cujas citações podem representar mais de uma espécie ou ser um nome mal aplicado para “*H.*” *conifera*.

O epíteto *irregularis* foi atribuído aqui aos espécimes sequenciados no presente estudo que se agruparam com sequências de *rbcL* do banco de dados e de COI-5P procedentes de locais próximos à sua localidade tipo, e que possuem as seguintes características morfológicas: filamentos eretos simples ou pouco ramificados na base, zona meristemática basal, localizada, estruturas pluriloculares basais e ramos laterais produzidos abaixo dos meristemas e presença de pseudopelos. Plantas com estas características se assemelham à ilustração do espécime tipo de Kützinger (1855) e às descrições e ilustrações de plantas epífitas em *Codium* spp. e *Fucus* Linnaeus dadas por Sauvageau (1933), Ercegovic (1955), Cardinal (1964), Kim & Lee (1994), Müller & Ramirez (1994), Cassano (1997) e Kim (2010). Portanto, nossos espécimes concordam com as descrições desses autores

no hábito, forma de crescimento, diâmetro do filamento principal e dimensões das estruturas pluriloculares.

Os dados moleculares obtidos nesse estudo demonstraramque, indubitavelmente, *F. irregularis* e *H. conifera* não correspondem à mesma entidade taxonômica, como definido em estudos anteriores com base em morfologia e cultura (Müller & Ramirez 1994, Kim & Lee 1994, Cassano 1997, Kraft 2009). Além disso, o posicionamento filogenético e a alta divergência genética entre essas espécies e suas respectivas espécies-tipo apontam que os epítetos *irregularis* e *conifera* devem ser atribuídos a novos gêneros.

Figuras 17-23. “*Feldmannia*” *irregularis*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 17. Aspecto geral de tufo epífitos em *Sargassum* sp.

Fig. 18. Detalhe de um tufo mostrando filamentos eretos longos sem ramificação ou estrutura reprodutiva acima da zona meristemática.

Fig. 19. Detalhe da porção apical dos filamentos eretos mostrando pseudopelos.

Figs 20 – 22. Estruturas pluriloculares sésseis ou pediceladas com até uma célula, localizadas abaixo da zona meristemática.

Fig. 23. Detalhe das células mostrando numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide, evidenciados em material vivo.

“*Feldmannia irregularis*” 1

Figuras 24 – 33

Talofilamento, unisseriado, heterótrico, formando densos tufos de coloração amarronzada, quando vivos, medindo 1-1,5 cm de altura (Fig. 24), fixo ao substrato por filamentos rizoidais originados das porções inferiores dos filamentos eretos. Filamentos eretos com ramificação esparsa, irregular a alterna (Fig. 25). Porção apical dos filamentos eretos terminados em pseudopelos. Células dos filamentos principais medindo 20-27,5 µm de diâmetro nas porções medianas do talo e contendo numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo. Zona meristemática definida, localizada nas regiões superiores do talo (Figs 25, 26), acima da qual não são formados ramos laterais ou estruturas reprodutivas. Estruturas pluriloculares cônicas-lineares a cônicas com base alargada e ápice atenuado, sésseis ou pediceladas com até quatro células (Figs 27-32), normalmente formando longas séries ao longo dos filamentos principais e dos ramos laterais (Figs 25 e 30), medindo 40-85 µm de comprimento e 20-40 µm de diâmetro. Estrutura unilocular ovoide, sésil, medindo 31 µm de comprimento e 25 µm de diâmetro (Fig. 33).

Habitat: Crescendo na zona entremarés, usualmente epizóica em cirripédios do gênero *Chthamalus*, gastrópodos do gênero *Littorina* e do gênero *Brachidontes*. Comumente associada a “*Feldmannia*” *mittelliae*.

Material examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Armação dos Búzios, Ponta da Lagoinha, Praia da Foca, 15/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J. C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM006, MM008, MM009), Município de Arraial do Cabo, Pontal do Atalaia, Prainhas, 16/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo. (MM037, MM038).

Comentários

Cassano (1997) descreveu dois morfotipos para *Feldmannia irregularis*. O primeiro incluiu espécimes epífitos com morfologia semelhante às plantas típicas de *Ectocarpus irregularis* e que foram tratadas no presente trabalho como “*Feldmannia irregularis*”, descrita acima. O segundo morfotipo incluiu plantas que foram denominadas pela autora de ‘formas variantes’ de *F. irregularis*, nas quais os talos eram maiores em comprimento, os filamentos eretos com maior diâmetro e mais ramificados e as estruturas pluriloculares, sésseis ou pediceladas, distribuídas ao longo do filamento principal e nos ramos laterais. As zonas meristemáticas nessas plantas maiores eram, em geral, nítidas, localizadas nas regiões mais superiores do talo, acima dos ramos laterais e estruturas de reprodução. Geralmente com presença de zonas meristemáticas secundárias curtas, distribuídas no talo, abaixo da zona meristemática primária. Neste morfotipo incluem-se os espécimes denominados no presente estudo como “*Feldmannia irregularis*” 1.

Embora nitidamente os dois morfotipos pudessem ser distintos pelas suas características morfológicas, os resultados de cultivo de Cassano (1997) não permitiram a separação de *F. irregularis* em dois táxons independentes, pois plantas típicas de *F. irregularis*, epífitas em *Codium*, foram cultivadas e tiveram sua morfologia típica descaracterizada, passando a exibir zonas meristemáticas nas regiões mais superiores do talo e zonas meristemáticas secundárias curtas; em fases adiantadas do cultivo as plantas passaram a apresentar morfologia semelhante à *Acinetospora*. Essas diferenças morfológicas foram interpretadas pela autora como variação de um mesmo táxon.

Os dados moleculares comprovaram tanto pelo *rbcL* quanto pelo COI-5P que a ‘forma variante’ de *F. irregularis* *sensu* Cassano (1997) corresponde a um táxon distinto denominado aqui de “*F. irregularis*” 1. Esse táxon deverá ser descrito como uma espécie nova para a ciência.

Figuras 24 – 33. “*Feldmannia irregularis*” 1. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 24. Aspecto geral da planta formando denso tufo.

Fig. 25. Detalhe dos filamentos mostrando zonas meristemáticas localizadas nas regiões mais superiores do talo (setas) e estruturas pluriloculares em séries ao longo dos filamentos principais e ramos laterais.

Fig. 26. Detalhe de um filamento mostrando zona meristemática (seta).

Figs. 27 – 32. Detalhes da variação das estruturas pluriloculares (cônicas estreitas a cônicas com base alargada), sésseis ou pedicelados com até quatro células.

Fig. 33. Detalhe de estrutura unilocular ovoide, sésil.

“*Feldmanniairregularis*” 2

Figuras 34 – 41

Talo filamentososo, unisseriado, heterótrico, formando tufo delicados de coloração marrom amarelada a marrom esverdeada, quando vivos, medindo até 0,5 cm de altura (Fig. 34), fixo ao substrato por filamentos rizoidais de contorno irregular, originados do terço inferior dos filamentos eretos (Fig. 35). Filamentos eretos com ramificação escassa, irregular (Fig. 35). Células dos filamentos principais medindo 32,5-42,5 µm de diâmetro nas porções medianas do talo e contendo numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo. Zona meristemática definida, localizada nas porções superiores do talo sem ramificação ou estruturas reprodutivas produzidas acima dela. Estruturas pluriloculares cônicas a fusiformes (Figs 37-41), sésseis, distribuídos de forma esparsa nos filamentos principais e ramos laterais, sem formação de longas séries nos filamentos, medindo 75-130 µm de comprimento e 27,5-35 µm de diâmetro. Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo na zona entremarés, usualmente epizóica em cirripédios do gênero *Chthamalus*, gastrópodos do gênero *Littorina* e do gênero *Brachidontes*. Comumente associada a “*Feldmannia*” *mittelliae*.

Material Examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Armação dos Búzios, Praia do Geribá, 09/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM114); Município de Arraial do Cabo, 05/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM058, MM059, MM063, MM065, MM066, MM068). São Paulo, Município de Itanhaém, Praia do Cibratel II, 05/11/2014, col. M. Mungioli; C. A. A. Azevedo & F. F. C. Ho (MM046).

Comentários

Os espécimes denominados “*Feldmanniairregularis*” 2 diferem morfológicamente de “*F. irregularis*” 1 por apresentar talos menos ramificados e estruturas pluriloculares distribuídas de forma mais esparsa sem formação de longas séries nos filamentos. Essas características morfológicas são de tênue separação entre “*F. irregularis*” 1 e “*F. irregularis*” 2. Plantas com caracteres de “*F. irregularis*” 2 foram também incluídas na ‘forma variante’ de *F. irregularis sensu* Cassano (1997),

tendo sido interpretadas como plasticidade fenotípica. O posicionamento filogenético e a divergência genética entre esses dois táxons confirmaram que estes devem ser tratados como espécies distintas. Contudo, a identificação desses táxons com base exclusivamente em caracteres morfológicos é bastante difícil e, portanto, uma identificação segura deve ser baseada em dados moleculares.

Figuras 34-41. “*Feldmannia irregularis*” 2. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 34. Aspecto geral do talo.

Fig. 35. Detalhe da porção basal do talo evidenciando rizoides unisseriados, de contorno irregular originados da terço inferior dos filamentos eretos.

Figs 36 – 37. Detalhe de porções medianas de filamentos eretos mostrando estruturas pluriloculares esparsas ou em séries curtas nos filamentos, zona meristemática localizada nas porções superiores do talo semramificação ou estruturas reprodutivas produzidas acima dela.

Figs 38 – 41. Detalhes da variação das estruturas pluriloculares sésseis, cônicas a fusiformes.

“Feldmannia” mitchelliae (Harvey) H.-S.Kim

2010: 51,figs 21-22.

Figuras 42 –50

Basiônimo:

Ectocarpus mitchelliae Harvey

Sinônimos homotípicos:

Giffordia mitchelliae (Harvey) Hamel

Hincksia mitchelliae (Harvey) P.C. Silva

Talo filamentosos, unisseriado, heterótrico, formando espessos tufo de coloração marrom amarelada a marrom esverdeada, quando vivos, medindo 1-3,5 cm de altura (Fig. 42), fixo ao substrato por filamentos rizoidais emitidos da porção prostrada do talo (Fig. 43) ou do terço inferior dos filamentos eretos, muitas vezes entrelaçados. Filamentos eretos com ramificação irregular e abundante em todos os planos, principalmente na porção superior do talo (Fig. 44). Ramos laterais alongados, menores que o filamento principal, inseridos em ângulo aberto e frequentemente terminados em pseudopelos (Figs 45, 46), ou mais curtos e, neste caso, pseudopelos estão ausentes (Fig. 47). Células do filamento principal medindo 20-50 µm de diâmetro nas porções medianas do talo com ramos de última ordem curtos de aspecto espinescente (Figs 48, 49). Numerosos cloroplastos por célula, pequenos e discoides, com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo (Fig. 50). Zona meristemática dispersa em séries curtas nos filamentos principais. Estruturas pluriloculares cilíndricas oblongas com ápices arredondados (Figs 48, 49), normalmente sésseis ou sobre pedicelos de até 3 células, medindo 30-102,5 µm de comprimento e 15-27,5 µm de diâmetro, frequentemente dispostas em séries curtas adaxiais ou isoladas nos ramos laterais. Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo na zona entremarés, usualmente epizóica em espécies de cirripédios do gênero *Chthamalus*, gastrópodos do gênero *Littorina* e espécies do gênero *Brachidontes*. Comumente associada a "*Feldmannia*" *irregularis*.

Material Examinado: Brasil, Município do Rio de Janeiro, Urca, Praia Vermelha, 03/09/2012, col. J. C. De-Paula (MM170, MM171). Município de Armação dos Búzios, Praia da Foca, Ponta da Lagoinha, 15/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM003, MM004, MM005, MM007, MM011, MM015), Praia do Forno, 15/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM019, MM020), 06/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM083), Praia Rasa, 17/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM032), 08/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM109, MM112, MM113), Praia do Geribá, 09/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM115), Praia da Ferradurinha, 09/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM125). Município de Arraial do Cabo, Ponta da Cabeça, Praia Grande, 16/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM039), 05/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM056, MM057, MM064, MM069, MM072, MM073, MM074, MM076), 11/11/2015, col. M. Mungioli & V. Cassano (MM227, MM229, MM230, MM233, MM234, MM235, MM236, MM238), Pontal do Atalaia, Prainhas, 06/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM077, MM080, MM088, MM090, MM091), Praia das Conchas, 07/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM093, MM095, MM097, MM098, MM099, MM100). São Paulo, Município de Itanhaém, Praia do Cibratel II, 05/11/2014, col. M. Mungioli; C.A.A. Azevedo e F. F. C. Ho (MM050), 20/03/2015, col. M. Mungioli; C.A.A. Azevedo & F. F. C. Ho (MM131, MM132, MM133). Município de São Sebastião, Praia de Toque-Toque Pequeno, 29/01/2015, col. M. Mungioli & V. Cassano (MM055), 29/01/2015, col. M. Mungioli & V. Cassano (MM187). Município de Peruíbe, 05/05/2015, col. M. Mungioli & C.A.A. Azevedo (MM214, MM215, MM216, MM217, MM218). Espírito Santo, Município de Maratáizes, Praia da Cruz, 08/03/2016, col. V. Cassano (MM241, MM247, MM263). Município de Piúma, Ilha do Gambá, 09/03/2016, col. V. Cassano (MM270, MM271, MM272, MM274, MM275, MM276, MM289, MM291, MM292, MM293, MM294, MM295). Estados Unidos,

Carolina do Norte, Wilmington, Ponte da Praia de Wrightsville e Área de doca, Condado de New Hanover, 11/02/2016, col. D.W. Freshwater (MM300), Wynne Plaza Park, Condado de New Hanover, 11/02/2016, col. M. LaCrocce & D.W. Freshwater (MM302).

Comentários

Ectocarpus mitchelliae foi descrita por Harvey (1851) tendo como localidade tipo Nantucket, Massachusetts, EUA (Clayton 1974).

Essa espécie cosmopolita (Kim 2010) é uma das mais comuns no litoral brasileiro se estendendo do Rio Grande do Sul ao Ceará (Széchy & De-Paula 2015). “*Feldmannia*” *mitchelliae* é de fácil reconhecimento pelo seu aspecto arborescente devido a sua ramificação abundante, principalmente no terço superior do talo, estruturas pluriloculares cilíndricas e zonas meristemáticas difusas (Cassano 1997). O material estudado está de acordo com as descrições fornecidas por Joly (1965), Széchy & Cordeiro-Marino (1991), Kim & Lee (1992), Müller & Ramirez (1994), Cassano (1997), Kim (2010) e Guimarães et al. (2016).

Kim (2010) transferiu *Hincksia mitchelliae* para o gênero *Feldmannia* com base em análises moleculares com o gene *rbcl* (dados não publicados), nas quais *H. mitchelliae* formou um clado monofilético bem suportado com outras espécies de *Feldmannia*. Os gêneros *Hincksia* e *Feldmannia* são separados, principalmente, pela diferença na posição da zona meristemática, difusa em *Hincksia* e localizada em *Feldmannia*. A princípio, a presença de zona meristemática difusa em *Feldmannia mitchelliae* pode tornar o valor diagnóstico dessa característica questionável. Contudo, de acordo com Kim (2010), o gênero *Feldmannia* é caracterizado, principalmente, por crescimento por meristema basal nos filamentos principais e, em algumas espécies, também por meristemas secundários localizados nos ‘internós’, i.e., no intervalo entre os ramos laterais. Meristemas secundários são descritos ou ilustrados para o gênero *Feldmannia* desde Oltmanns (1922), e foram também referidos por Hamel (1931), Sauvageau (1933), Rosenvinge & Lund. (1941), Ercegovic (1955), Cardinal (1964) e Cassano (1997); todas essas referências para *F. irregularis*. Desta forma, Kim (2010) argumentou que os meristemas secundários

localizados nos intervalos de ramos em *F. mitchelliae* são homólogos aos encontrados em outras espécies de *Feldmannia*. Por outro lado, o gênero *Hincksia* é caracterizado por possuir crescimento difuso, sem uma zona meristemática localizada discernível na base dos filamentos (Kim 2010).

Ainda de acordo, com Kim (2010), o padrão de ramificação de *F. mitchelliae*, com ramos abundantes nas porções superiores do talo, é mais próximo de *Hincksia* do que de *Feldmannia*, mas é característico o bastante para diferenciá-la de outras espécies de *Hincksia*, na qual há formação de 2 a 3 ramos laterais juntos nos filamentos principais em intervalos mais ou menos regulares. As estruturas pluriloculares de *F. mitchelliae* também são mais próximas do gênero *Feldmannia*, sendo alongadas cilíndricas ou cônicas alongadas, simétricas sem ápice curvado para o eixo e, frequentemente, pediceladas, enquanto no gênero *Hincksia* são cônicas curtas a ovoides com base alargada, assimétricas, curvadas para o eixo e, frequentemente, sésseis (Kim 2010).

Apesar de fácil identificação, os espécimes de "*F. mitchelliae*" examinados nesse estudo apresentaram nitidamente variações morfológicas nos talos semelhantes às descritas por Cassano (1997) para plantas sujeitas à forte arrebentação. Cassano (1997) relacionou as variações morfológicas observadas nessa espécie a condições ambientais particulares, nas quais plantas de ambiente batido apresentavam menor altura do talo, ramos laterais curtos fortemente recurvados para o eixo principal e sem pseudopelos e estruturas pluriloculares menores, enquanto plantas coletadas em poças de maré muitas vezes se assemelhavam mais à *F. indica* e possuíam ramificação mais esparsa e estruturas pluriloculares variando de cilíndricas lineares até clavadas e pediceladas, muitas vezes germinando fixas à planta mãe.

Os espécimes de "*F. mitchelliae*" sequenciados no presente estudo formaram dois agrupamentos que divergiram entre si em até 5,6% pelo COI-5P. O subgrupo formado pelas amostras MM112, MM186, MM214, MM215 e MM217 nas análises do COI-5P e *rbcL* incluiu espécimes que apresentavam variações morfológicas descritas para aqueles de ambiente batido (ausência de pseudopelos, estruturas pluriloculares menores), porém no presente estudo não foi possível relacioná-los a um ambiente específico como feito por Cassano (1997), pois neste subgrupo

também se juntaram espécimes procedentes de ambientes calmos, mas que mantinham as mesmas características descritas acima.

Embora os dois agrupamentos também tenham sido formados pelas análises com o *rbcL*, a divergência para esse marcador não ultrapassou 0,8%, estando dentro da faixa de variação intraespecífica. A alta divergência verificada pelo COI-5P poderia indicar "*F.* *mitchelliae*" como uma espécie críptica, porém pelas variações morfológicas observadas consideramos de "*F.* *mitchelliae*" forma um complexo que ainda deve ser melhor estudado por uma maior amostragem no litoral brasileiro.

Os espécimes brasileiros se agruparam com uma amostra de "*F.* *mitchelliae*" procedente da localidade tipo (EUA), sequenciada no presente estudo, confirmando que se tratam do mesmo táxon. Contudo, nossos resultados moleculares demonstraram que "*F.* *mitchelliae*" deve ser transferida para um novo gênero, uma vez que não se agrupou com a espécie tipo de *Feldmannia*, *F. lebelli*.

Figura 42-50. “*Feldmannia*” *mittelliae*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 42. Aspecto geral da planta.

Fig. 43. Detalhe da porção prostrada do talo evidenciando filamentos rizoidais unisseriados emitidos da porção prostrada.

Fig. 44. Detalhe da terço superior do talo mostrando ramificação abundante e irregular em vários planos.

Figs. 45 – 46. Detalhe da porção apical de plantas típicas com filamentos terminados em pseudopelos. Note râmulos de última ordem espinescentes (MM082, Fig. 46).

Fig. 47. Detalhe da variação morfológica de “*F.*” *mittelliae* ” evidenciando o terço superior de filamentos eretos com ramificações curtas, esparsas e espinescentes, ausência de pseudopelos e estruturas pluriloculares de menores dimensões, mais frequentemente pediceladas (MM214).

Figs.48 – 49. Estruturas pluriloculares cilíndricas, sésseis, adaxiais nos ramos laterais.

Fig. 50. Detalhe das células mostrando numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo.

42

43

44

45

46

47

48

49

50

Gênero *Hincksia* J.E. Gray

Talos em tufos, eretos, epífitos, epilíticos, filamentos unisseriados muito ramificados, com organização heterotríquia, fixos por rizoides. Crescimento difuso, sem zona meristemática discernível nas regiões basais do talo. Ramificação irregular a subdicotômica, frequentemente secunda nos râmulos (frequentes séries unilaterais de râmulos) a oposta em intervalos mais ou menos regulares, normalmente filamentos terminados por pseudopelos. Células frequentemente curtas a moderadamente alongadas cilíndricas. Cloroplastos discoides, numerosos por célula contendo um pirenoide. Esporângios pluriloculares sésseis, raramente pedicelados, relativamente menores que em *Feldmannia*, ovoides a elipsoides globulares, normalmente assimétricos, curvados para o eixo no lado adaxial ou abaxial dos ramos. Esporângios uniloculares sésseis, raramente pedicelados elipsoides largos a subesféricos. Histórico de vida diplo-haplôntico isomórfico (Kim 2010, Cormaci et al. 2012, este estudo).

“*Hincksia*” *conifera* (Børgesen) I.A. Abbott 1989: 226, 231

Figuras 51 – 59

Basiônimo:

Ectocarpus conifer Børgesen

Sinônimo homotípico:

Giffordia conifera (Børgesen) W.R. Taylor

Talo filamentoso, unisseriado, heterótrico, formando tufos delicados, de aspecto emaranhado, medindo até 1,0 cm de altura (Fig. 51), fixo ao substrato por filamentos rizoidais originados do terço inferior dos filamentos eretos (Fig. 52). Filamentos eretos com ramificação irregular em vários planos, alterna a unilateral (Fig. 53). Células dos filamentos principais medindo 27,5-32,5 µm de diâmetro nas

porções medianas do talo e contendo numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo. Zona meristemática difusa no filamento principal e nos ramos laterais longos, com crescimento intercalar próximo à saída dos ramos. Porção apical dos filamentos eretos normalmente terminando em pseudopelos (Fig. 53). Em plantas típicas, estruturas pluriloculares cônicas, oblongo-ovoides, sésseis, em séries curtas localizadas nas axilas dos ramos laterais (Figs 55-58). Em plantas variantes, estruturas pluriloculares distribuídas na parte superior dos filamentos principais ou ao longo dos ramos laterais, normalmente não dispostas em séries na axila dos ramos. Estruturas pluriloculares medindo 62,5-100 µm de comprimento e 20-40 µm de diâmetro. Estrutura unilocular ovoide em pedicelo bicelular, medindo 75 µm de comprimento e 62,5 µm de diâmetro (Fig. 59).

Habitat: Crescendo do médiolitoral ao infralitoral raso, epilítica em costões rochosos, habitualmente na parte mais protegida do costão rochoso.

Material Examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Armação dos Búzios, Praia do Forno, 15/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula & C.A.A. Azevedo. (MM017, MM018), Praia Rasa, 17/04/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM030), 08/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM108, MM111). São Paulo, Município de Ubatuba, Praia Saco do Ribeira, 28/11/2012, col. não identificado (MM134).

Comentários

A espécie *Ectocarpus coniferus* (= *E. conifer*) foi descrita por Børgesen (1914) para as Ilhas Virgens. A história taxonômica de *E. coniferus* é conturbada e está atrelada à sua espécie morfologicamente relacionada, "*F. irregularis*", como já descrito anteriormente.

Børgesen (1914), ao descrever *E. coniferus*, admitiu sua proximidade com *E. irregularis* Kützinger, reconhecendo que sua espécie poderia ser simplesmente uma forma desta última. A característica distintiva na qual Børgesen (1914) baseou seu argumento para propor uma nova espécie foi o posicionamento adaxial das estruturas pluriloculares nos ramos laterais, sempre próximas ao ângulo entre o

filamento principal e o ramo, raramente dispostas no filamento principal. De acordo com Børgesen(1914), em *E. irregularis* as estruturas pluriloculares se distribuem mais irregularmente ao longo do filamento não estando estritamente confinadas ao lado superior dos ramos.

Børgesen (1926) forneceu diferenças adicionais para separação das duas espécies, como o diâmetro do filamento principal (maior em *E. coniferus*) e as dimensões e forma das estruturas pluriloculares (mais largas na base em *E. coniferus*).

Sauvageau (1933) discutiu as variações morfológicas de *E. irregularis* e incluiu nestas variações, plantas de *E. coniferus* e *E. rallsiae* Vickers, salientando que pelas diferenças muito sutis entre elas, *E. coniferus* e *E. rallsiae* deveriam ser reduzidas a sinônimos de *E. irregularis*. A partir do trabalho de Sauvageau (1933), Børgesen (1941) reviu sua posição quanto à independência específica das três espécies e forneceu uma considerável lista de sinônimos para *E. irregularis*, entre eles *E. coniferus* e *E. rallsiae*. Børgesen (1941), não reconheceu o gênero *Feldmanniade* Hamel (1939) e a nova combinação *Feldmannia irregularis* (Kützing) Hamel, e manteve este táxon sob o nome mais antigo: *E. irregularis*.

Várias mudanças nomenclaturais foram feitas para o epíteto *coniferus*(Taylor 1960, Joly 1965, Abbott 1989, Silva et al. 1987, Schneider & Searles 1991, Széchy & Cordeiro-Marino 1991), que já foram mencionadas anteriormente nos comentários de "*F.*" *irregularis*.

"*Hincksia*" *conifera* foi reconhecida como um táxon independente por Cassano (1997). A autora verificou que citações desse táxon para o Rio de Janeiro como *Giffordia irregularis*(Széchy 1986, Figueiredo 1989, Reis-Santos 1990) ou como *Hincksia irregularis* (Széchy & Cordeiro-Marino 1991) correspondiam a plantas típicas de "*H.*" *conifera*. O material estudado está de acordo com as descrições de Børgesen(1914, 1926), Cassano (1997) e Guimarães et al. (2016).

Széchy & De-Paula (2015) registram "*H.*" *conifera* apenas para o Rio de Janeiro com base nos estudos de Cassano (1997). Contudo, a espécie possivelmente foi referida para outros locais da costa brasileira sob outro nome e deve ter maior distribuição geográfica. Guimarães et al. (2016) descreveram plantas típicas de *Hincksia conifera* citando o táxon pela primeira vez para o litoral de São

Paulo, a despeito de Joly (1965) ter ilustrado uma planta típica de "*H. conifera*" (como *Giffordia irregularis*, prancha VIII, Fig. 111) para o norte de São Paulo e arredores.

De acordo com Cassano (1997), a posição característica das estruturas pluriloculares e a presença de pseudopelos em todos os filamentos, tanto principais quanto laterais, parecem constituir características constantes nas plantas típicas. Porém, uma ampla variação morfológica foi observada pela autora que foi interpretada como plasticidade fenotípica, reforçada pelos seus resultados de cultura. As mesmas variações morfológicas descritas por Cassano (1997) foram observadas no material analisado no presente estudo, sendo elas: alteração da posição adaxial característica das estruturas pluriloculares que se distribuem com maior incidência ao longo do filamento principal, as séries curtas adaxiais de estruturas pluriloculares são menos frequentes e há maior incidência de estruturas pluriloculares pediceladas, os talos são menos ramificados e pseudopelos estão ausentes na maioria das plantas. As zonas meristemáticas são difusas ou não em plantas típicas ou não, às vezes inconspícuas, mas nunca localizadas como em "*Feldmannia irregularis*", "*F. irregularis*" 1 e "*F. irregularis*" 2. As variações morfológicas descritas acima também foram observadas em cultura feita a partir de plantas típicas, o que levou Cassano (1997) a considerar um caso de plasticidade fenotípica.

Os dados moleculares obtidos com o COI-5P e com o *rbcL* evidenciaram dois agrupamentos referentes aos espécimes denominados "*H. conifera*". Um deles agrupou plantas típicas e o outro, plantas variantes. A divergência do COI-5P entre esses agrupamentos foi de 3,9% a 4,4%, o que sugere que podem ser táxons distintos. Por outro lado, a divergência do *rbcL* foi mais baixa, 0% a 0,8% amplitude que está dentro da faixa de variação intraespecífica desse marcador. Mais estudos são necessários para a definição de qual tratamento dar a esse táxon. Porém, os resultados moleculares confirmaram que "*H. conifera*" não pertence ao autêntico gênero *Hincksiae* que o epíteto específico *conifera* deve ser transferido para um novo gênero.

Figuras 51– 59. “*Hincksia*” *conifera*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 51. Aspecto geral da planta.

Fig. 52. Detalhe da porção basal do talo mostrando filamentos rizoidais unisseriados e de contorno irregular originados do terço inferior dos filamentos eretos.

Fig. 53. Detalhe da porção mediana de um filamento principal de uma planta típica mostrando estruturas pluriloculares em séries curtas localizadas nas axilas dos ramos laterais (MM108).

Fig. 54. Detalhe da variação morfológica de “*H.*” *conifera* evidenciando o terço superior de filamentos eretos com estruturas pluriloculares distribuídas ao longo dos ramos laterais (MM017). Note poucas estruturas pluriloculares adaxiais nos ramos laterais.

Figs 55 – 58. Detalhes das variações na forma das estruturas pluriloculares adaxiais.

Fig. 59. Detalhe de uma estrutura unilocular ovoide, pedicelada (MM017).

***Hincksiasandriana* (Zanardini) P.C. Silva in Silva et al. 1987: 130**

Figuras 60 – 69

Basiônimo:

Ectocarpus sandrianus Zanardini

Sinônimo homotípico:

Giffordia sandriana (Zanardini) Hamel

Descrição:

Talo filamentoso, unisseriado, heterótrico, formando tufos flácidos de coloração marrom clara, quando vivos, constituídos por um emaranhado delicado de filamentos, atingindo 1-1,5 cm de altura (Fig. 61). Filamentos eretos abundantemente ramificados (Figs 62-64), com eixo principal definido (Fig. 64). Filamento principal com ramificação alterna (Fig. 64), portando ramos laterais recurvados em direção ao eixo principal com ramificação unilateral em séries de râmulos adjacentes (Figs 64, 65). Células do filamento principal quadráticas, mais largas que altas, medindo 57,5-70 µm de diâmetro, com numerosos cloroplastos discoides, com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo (Fig. 66). Pseudopelos não observados. Crescimento por zona meristemática difusa. Estruturas pluriloculares cônicas alongadas, assimétricas, normalmente com porção mediana alargada medindo 57,5-70 µm de comprimento e 22,5-30 µm de diâmetro, frequentemente sésseis podendo formar séries adaxiais de 2-5 estruturas nos ramos laterais ou pediceladas com até 3 células. Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo na franja do infralitoral, na região mais protegida do costão rochoso, associada a "*Feldmannia*" *irregularise* "*Feldmannia*" *mittchelliae*.

Material examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Arraial do Cabo, Ponta da Cabeça, Praia Grande, 16/04/2014, col. M. Mungoli; V. Cassano, J. C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM021, MM022, MM025).

Comentários

Hincksiasandriana foi descrita originalmente como *Ectocarpus sandrianus* Zanardini a partir de material coletado em Zadar, Croácia (Silva et al. 1987). A espécie é caracterizada por suas estruturas pluriloculares ovóides, cônicas a alongadas com porção mediana alargada, sésseis, frequentemente assimétricas, ligeiramente recurvadas, formando longas séries adaxiais, não contínuas, de 2 a 5 estruturas; talo flácido, abundantemente ramificado e meristemáticas difusas (Cardinal 1964, Kim & Lee 1992, Kim 2010, Cormaci et al. 2012, Boraso de Zaixso 2013, Mystikou et al. 2016, este estudo). O material analisado está de acordo, de forma geral, com as descrições fornecidas pelos autores supracitados, entretanto nossos espécimes apresentaram maior diâmetro do filamento (57,5-70 µm) quando comparado às descrições da literatura, cuja amplitude de variação foi bem menor (15-50 µm, Cardinal 1964, Kim & Lee 1992, Kim 2010, Cormaci et al. 2012, Boraso de Zaixso 2013). As séries adaxiais de estruturas pluriloculares foram mais curtas no material brasileiro (até 5), enquanto para espécimes do Mar Mediterrâneo as séries adaxiais são mais longas podendo chegar até 15 estruturas pluriloculares (Cormaci et al. 2012). Entretanto, as dimensões das estruturas pluriloculares estudadas (22,5-30 µm de diâmetro), vão de acordo com os autores (20-30 µm, Kim e Lee 1992; 22-26 µm, Kim 2010; 18-30 µm, Cormaci et al. 2012; 20 µm, Boraso de Zaixso 2013).

Hincksiasandriana tem ampla distribuição em mares tropicais, subtropicais e temperados (Kim & Lee 1992, Guiry & Guiry 2017). Cardinal (1964) referiu a espécie para a América do Sul e sua distribuição se estende do Atlântico Sul (Argentina) (Asensi & Küpper 2012, Boraso de Zaixso 2013) ao Pacífico Sul (Ilhas Galápagos) (Ruiz & Ziemmeck 2011) e Chile (Mystikou et al. (2016).

Morfológicamente, *H. sandriana* é proximamente relacionada com *H. hincksiae* e *H. secunda* (Kützinger) P.C. Silva pela presença de estruturas pluriloculares em séries adaxiais. Entretanto, de acordo com Cormaci et al. (2012), *H. hincksiae* possui estruturas pluriloculares em séries muito densas, pectinadas, com as estruturas em contato ou parcialmente sobrepostas umas às outras e, ainda, as estruturas pluriloculares se distribuem também em séries nos eixos principais. Já *H. secunda* possui estruturas pluriloculares em séries curtas de 3 a 5 pluriloculares, enquanto que em *H. sandriana* as séries são longas de 5 a 15 pluriloculares. Esse aspecto nossos espécimes se sobrepõem com *H. secunda*.

Os dados moleculares obtidos com o *rbcL* e COI-5P mostraram que *H. sandriana* é próxima de *H. hincksiae* da qual diverge por altos valores 8,0–9,7% pelo COI-5P e por 2,3% pelo *rbcL*, estando na faixa de divergência interespecífica para os dois marcadores.

Hincksiasandriana é citada pela primeira vez para o Brasil a partir de material coletado na Ponta da Cabeça, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. A flora da Ponta da Cabeça foi exaustivamente inventariada por Yoneshigue (1985) e Cassano (1997). O local foi visitado em diferentes épocas do ano pelas duas autoras e *H. sandriana* jamais foi encontrada nesses estudos prévios. Desta forma, *H. sandriana* é considerada aqui como uma espécie recentemente introduzida.

Figuras 60– 69. *Hincksia sandriana*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 60. Aspecto geral da planta formando tufo denso.

Fig. 61. Detalhe da porção apical do talo mostrando ramificação abundante com ramos laterais recurvados para o eixo principal e ramificados unilateralmente.

Fig. 62. Detalhe da zona meristemática difusa (seta).

Fig. 63. Detalhe da ramificação alterna na porção mediana do filamento principal e séries de râmulos unilaterais sobre ramos recurvados de segunda ordem,

Fig. 64. Detalhe da ramificação unilateral de células adjacentes.

Fig. 65. Detalhe das células mostrando numerosos cloroplastos discoides com um pirenoide por cloroplasto, evidenciados em material vivo.

Figs 66 – 67. Estruturas pluriloculares em pedicelos de uma a três células.

Figs 68 – 69. Estruturas pluriloculares sésseis localizadas no lado adaxial dos ramos em séries de até cinco estruturas.

Família Ectocarpaceae

Gênero *Ectocarpus* Lyngbye

Talos em tufos, eretos, epífitos, epilíticos, filamentos unisseriados muito ramificados subdicotomicamente ou irregularmente, com organização heterotríquia, fixos por rizoides. Crescimento difuso com meristemas inconspícuos espalhados no talo. Ramos laterais normalmente subdicotômicos a alternos, produzindo 2-3 ordens de râmulos, usualmente terminados por pseudopelos. Células usualmente alongadas a cilíndricas. Cloroplastos parietais em forma de fita, um a vários por célula, contendo um a vários pirenídes. Esporângios pluriloculares normalmente pedicelados, raramente sésseis, originados das células do filamento principal ou adaxialmente nos ramos laterais, fusiformes a cônicos. Esporângios uniloculares sésseis, raramente pedicelados, subesféricos a ovóides. Reprodução isogâmica. Histórico de vida diplo-haplôntico isomórfico ou com gerações ligeiramente heteromórficas, reprodução meiosporângios uniloculares e gametângios pluriloculares ou assexuadamente por partenogênese (Kim 2010, Cormaci et al. 2012).

***Ectocarpus fasciculatus* Harvey 1841: 40**

Figuras 70 – 77

Talo filamentoso, unisseriado, heterotríptico, epífito, formando tufos delicados de coloração marrom amarelada, quando vivos, atingindo até 0,5 cm de altura (Fig. 71), fixo ao substrato por um disco basal reforçado por numerosos rizoides diminutos, medindo 5-7 µm de comprimento. Filamentos principais distintos, eretos, desnudos ou com ramos curtos esparsos na porção basal do talo e portando râmulos fasciculados acima, dispostos de maneira alternada a unilateral no filamento principal (Figs 72-74). Células do filamento principal cilíndricas, mais altas que largas, medindo 22,5-30 µm de diâmetro na porção mediana do talo, a doliformes com numerosos cloroplastos em forma de fita com vários pirenídes por cloroplasto, evidenciados em material vivo (Fig. 75). Pseudopêlos não observados. Talo com

crescimento difuso (Fig. 74). Estruturas pluriloculares de formato cônico a fusiforme com pedicelos de 1-3 células (Figs 76 – 78), raramente sésseis, isoladas no filamento principal ou em séries curtas adaxiais nos ramos laterais fasciculados, medindo 75-120 µm de comprimento e 17,5-25 µm de diâmetro. Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo na franja do infralitoral, epífita em *Pterocladia capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand, na região protegida do costão rochoso.

Material Examinado: Brasil, Rio de Janeiro, Município de Arraial do Cabo, Ponta da Cabeça, Praia Grande, 16/04/2014, epífita em *Pterocladia capillacea* (S.G. Gmelin) Santelices & Hommersand, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM023).

Comentários

A espécie *Ectocarpus fasciculatus* foi descrita por Harvey (1841) tendo como localidades síntipas a Irlanda (Mangan's Bay, Co. Waterford), a Irlanda do Norte (Strangford Lough) e o Reino Unido (Torquay) (Guiry & Guiry 2017).

A espécie foi citada pela primeira vez para o Brasil por Yoneshigue & Figueiredo (1983), a partir de material coletado no Rio de Janeiro em Arraial do Cabo (Ponta da Cabeça), epífita em *Pterocladia capillacea*. Posteriormente foi referida por Yoneshigue (1985) para a região de Cabo Frio (Saco do Inglês), para o Espírito Santo, por Crispino (2000) e para São Paulo (Ilha Anchieta) por Pereira (2007).

Oito categorias infraespecíficas de *Ectocarpus fasciculatus* são listadas por Guiry & Guiry (2017), sendo sete variedades e uma forma. Destas, apenas *E. fasciculatus* var. *refractus* (Kützinger) Ardisson e *E. fasciculatus* var. *macrosporus* Askenasy e *E. fasciculatus* f. *polyrhizus* Collin são aceitas atualmente. *Ectocarpus fasciculatus* var. *pigmaeus* Areschoug foi citada pela primeira vez para o Brasil na mesma publicação que reporta a variedade típica (Yoneshigue &

Figueiredo 1983). Contudo, a variedade *pigmaeus* foi transferida para *E. siliculosus* por Gallardo (1992), sendo, então, designada *E. siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye var. *pigmaeus* (Areschoug) Gallardo. Diferenças no padrão de ramificação têm sido consideradas de valor diagnóstico para separação das duas espécies. *Ectocarpus fasciculatus* possui ramos laterais fasciculados e filamento principal conspicuo e mais estreito, enquanto *E. siliculosus* possui ramificação subdicotômica (Russell 1966, 1967, Peters et al. 2010). *Ectocarpus siliculosus* var. *pigmaeus* é caracterizada por seu talo essencialmente prostrado com ramos eretos nunca ramificados ou com apenas uma ordem de ramos e estruturas pluriloculares frequentemente terminais (Yoneshigue & Figueiredo 1983, Yoneshigue 1985, Cormaci et al. 2010). *Ectocarpus siliculosus* var. *pigmaeus* não foi novamente coletada no presente estudo.

A espécie *E. fasciculatus* é caracterizada principalmente pela presença de ramos fasciculados muito evidentes, esparsos, com fascículos de ramos dispostos de forma alterna ou unilateral no filamento, além de filamentos principais bem distintos, desnudos nas porções basais (Cardinal 1964, Yoneshigue & Figueiredo 1983, Kim & Lee 1992, Cormaci et al. 2012). Nossos exemplares concordam de forma geral com as descrições fornecidas por Yoneshigue & Figueiredo (1983) e Yoneshigue (1985). Entretanto, os fascículos de ramos foram menos conspicuos, com muitos ramos curtos isolados dispostos de forma alterna nas porções superiores do filamento, muitas vezes entremeados com estruturas pluriloculares isoladas, majoritariamente dispostas sobre longos pedicelos de até 5 células, e não exclusivamente sésseis, como descrito por Yoneshigue & Figueiredo (1983) e Yoneshigue (1985). Nesses aspectos o material estudado é mais semelhante ao descrito por Boraso de Zaixso (2013) para espécimes da Argentina e por Kim & Lee (1992) para a Coreia, embora nossos exemplares sejam menos ramificados. Eventuais pseudopelos descritos por Cormaci et al. (2012) para espécimes do Mar Mediterrâneo, não foram observados no material analisado.

Yoneshigue (1985) reportou *E. fasciculatus* como uma espécie rara para a região de Cabo Frio. No presente estudo apenas uma amostra de *E. fasciculatus* foi coletada no mesmo local de sua primeira citação para o Brasil (Praia Grande, Ponta da Cabeça, Arraial do Cabo), igualmente crescendo sobre *P. capillacea*. Devido ao seu tamanho diminuto e pouca biomassa, essa espécie foi cultivada e o êxito no seu

sequenciamento se deu exclusivamente pela obtenção de talos crescidos em cultura. Foi obtida uma única sequência de COI-5P para essa espécie. As tentativas de obtenção de sequências de *rbcL* não tiveram sucesso devido a falhas na amplificação. Os dados do COI-5P confirmaram que nossos espécimes correspondem a *E. fasciculatus* os quais divergiram de uma amostra da França em 1%.

Figuras 70– 77. *Ectocarpus fasciculatus*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 70. Aspecto geral da planta formando tufos delicados pouco ramificados.

Fig. 71. Detalhe dos filamentos eretos pouco ramificados com estruturas pluriloculares esparsas no filamento.

Fig. 72. Detalhe mostrando terço inferior do talo pouco ramificado e fascículos de ramos acima.

Fig. 73. Detalhe da porção mediana do filamento principal mostrando zona meristemática.

Fig. 74. Detalhe das células mostrando cloroplastos em forma de fita com vários pirenoídes por cloroplasto, evidenciados em material vivo.

Figs 75 – 77. Estruturas pluriloculares cônicas e pediceladas com até três células.

70

1 mm

71

100 µm

72

250 µm

73

100 µm

74

25 µm

75

25 µm

76

25 µm

77

25 µm

Ordem Scytothamnales

Família Asteronemataceae

Gênero *Asteronema* Delépine &Asensi

Optou-se pela descrição do gênero *Asteronema* aqui para fins comparativos, uma vez que nossos resultados moleculares tenham demonstraram que o material analisado não corresponde ao autêntico gênero *Asteronema*.

Talos em tufos, eretos, epífitos ou epilíticos, organização heterotríquia, filamentos unisseriados com bases coalescentes a partir das quais se desenvolvem filamentos rizoidais e filamentos eretos com ramificação escassa, às vezes, unilateral. Crescimento intercalar. Vários cloroplastos alongados com arranjo estrelado, associados pelos pólos dos seus pirenoides. Um único pirenoide por cloroplasto em posição lateral em relação aos tilacoides. Pirenoides voltados para a região central da célula. Invaginações tubulares citoplasmáticas presentes nos pirenoides. Esporângios uniloculares e pluriloculares, sésseis ou em pedicelos de 1 a 2 células. Monósporos são formados em *A. australe* Delépine &Asensi (Delépine & Asensi 1975, Silberfeld et al. 2011, Boraso de Zaixso 2013).

“*Asteronema*” *breviarticulatum* (J.Agardh)

Ouriques & Bouzon 2000: 271.

Figs 78– 84

Basiônimo:

Ectocarpus breviarticulatus J. Agardh (1847)

Sinônimos homotípicos:

Giffordia breviarticulata (J.Agardh) Doty & I.A. Abbott

Feldmannia breviarticulata (J.Agardh) Pham-Hoàng Hô

Hincksia breviarticulata (J.Agardh) P.C. Silva

Talo filamentosos, unisseriado, heterótrico, formando densos tufo eretos, entrelaçados em espiral de aspecto digitiforme, com consistência esponjosa e coloração marrom esverdeada quando vivos, atingindo 1,5-4 cm de altura (Fig. 79), fixos ao substrato por abundantes filamentos rizoidais (Fig. 80). Ramificação irregular (Fig. 81) com muitos ramos laterais curtos dispostos em ângulo aberto a reto no filamento e com ápices recurvados formando gavinhas (Figs 81-84), que promovem maior entrelaçamento dos filamentos. Células do filamento principal medindo 27,5-32,5 µm de diâmetro com vários cloroplastos alongados com arranjo estrelado. Zonas meristemáticas intercalares curtas distribuídas ao longo do talo. Ausência de pseudopelos. Estruturas pluriloculares laterais com formato esférico a oblongo, medindo 42,5-67,5 µm de comprimento e 15- 30 µm de diâmetro, em pedicelo curto (1-2 células) ou esporadicamente sésseis. Estruturas uniloculares não observadas.

Habitat: Crescendo na zona entremarés, comumente epizóicos em espécies de cirripédios do gênero *Chthamalus*, gastrópodos do gênero *Littorina* e espécies do gênero *Brachidontes*. Espécimes epilíticos crescendo em costões sujeitos à arrebentação ou em poças-de-maré, associados a *Bachelotia antillarum*.

Material Examinado: Brasil, Rio de Janeiro: Município de Arraial do Cabo, Pontal do Atalaia, Prainhas, 16/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J. C. De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM026), Município de Armação dos Búzios, Praia Rasa, 08/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM110). São Paulo: Município de Itanhaém, Praia do Cibratel II, 05/11/2014 e 20/03/2015, col. M. Mungioli; C.A.A. Azevedo & F. F. C. Ho. (MM045, MM128). Bahia: Município de Camaçari, Praia dos Emissários, 14/10/2012, col. V. Cassano, (MM138, MM139). São Paulo, Município de Ubatuba, Ilha das Palmas, 29/08/2011, col. A. Medeiros; C. Iha & M.C. Oliveira (MM178), Município de Peruíbe, Reserva Juréia-Itatins, Praia da Desertinha, 04/05/2015, col. M. Mungioli & C. A. A. Azevedo (MM189, MM190, MM191, MM192, MM193, MM194, MM195, MM200, MM201, MM202, MM207), Praia do Guaraú, 05/05/2015, col. M. Mungioli & C. A. A. Azevedo (MM208, MM209, MM210, MM211, MM212, MM213). Espírito Santo, Município de Vitória, Praia do Camburi, 2012, col. S. M. P. B. Guimarães (MM220).

Comentários

Asteronema breviarticulatum foi descrita originalmente como *Ectocarpus breviarticulatus* por J. Agardh (1847) para San Agustín, Oaxaca, México (Silva et al. 1996). A espécie é facilmente reconhecida pelos seus filamentos entrelaçados, dando aspecto digitiforme ao talo, pela sua consistência esponjosa, estruturas pluriloculares globosas e râmulos em forma de ganchos (Cassano 1997). Entretanto, durante décadas a posição genérica deste táxon permaneceu problemática devido à imprecisão em delimitar a forma dos cloroplastos em microscopia óptica, característica de valor diagnóstico que separa *Ectocarpus*, com cloroplastos em fita, de gêneros próximos, como *Hincksia*, com cloroplastos discoides (Cassano 1997). A espécie foi citada pela primeira vez para o Atlântico sul americano como *E. breviarticulatus* por Joly (1957) e é comum no litoral brasileiro, se estendendo de Santa Catarina ao Ceará (Széchy & De-Paula 2015).

Ectocarpus breviarticulatus foi transferida para o gênero *Hincksia* por Silva in Silva et al. (1987) devido à prioridade de publicação, entretanto a forma dos cloroplastos não foi mencionada pelos autores. Cassano (1997) manteve o táxon sob seu nome original devido à observação de cloroplastos em fita em células jovens de plantas cultivadas e, também em populações naturais, embora raros. A predominância de cloroplastos discoides em populações naturais foi atribuída pela autora a condições ambientais estressantes como longos períodos de dessecação. A mudança na forma dos cloroplastos também foi observada em plantas cultivadas, cujas células possuíam cloroplastos em fita nos estádios iniciais de desenvolvimento que passavam a discoides com o seu envelhecimento (Cassano 1997). Ouriques & Bouzon (2000) transferiram a espécie para o gênero *Asteronema* com base em estudos de microscopia eletrônica que revelaram que os cloroplastos de *A. breviarticulatum* são dispostos de forma estrelada, pouco numerosos, orientados para um pirenoide central. Os resultados moleculares obtidos no presente estudo indicam que *Asteronema breviarticulatum* deve ser transferida para o gênero *Asterocladon*.

O gênero *Asterocladon* foi estabelecido por Müller et al. (1999) com base em sequências do rDNA nuclear (LSU, SSU e ITS) para acomodar a espécie *A. lobatum* descrita a partir de material brasileiro cultivado. O gênero *Asterocladon* é distinto de *Asteronema* pela presença de pêlos com meristema basal e de divisões longitudinais

no filamento, porém compartilham a presença de cloroplastos estrelados com pirenídes, agrupados no centro da célula (Müller et al 1999). Contudo, Uwai et al. (2005) ampliaram a circunscrição do gênero *Asterocladon* quando estabeleceram a espécie nova *Asterocladon interjectum* e transferiram *Asteronema rhodochoortonoides* (Børgesen) D.G. Müller & Parodi para *Asterocladon rhodochoortonoides* (Børgesen) Uwai, Nagasato, Motomura & K.Kogame. As análises filogenéticas moleculares realizadas por Uwai et al. (2005) baseadas nos marcadores *rbcL* e *SSU* mostraram que *A. interjectum*, *A. lobatum* e *A. rhodochoortonoides* formavam um clado monofilético bem suportado. Com base nisso, os autores emendaram o gênero *Asterocladon* incluindo espécies que apresentavam as seguintes características: filamentos com crescimento apical, com ou sem pêlos laterais e filamentos eretos; divisões celulares longitudinais presentes ou ausentes; células com vários cloroplastos em um a vários arranjos estrelados e pirenídes agregados para formar um corpo esférico próximo ao núcleo; e invaginação citoplasmática ausente nos pirenídes. Essa última característica foi apontada como uma sinapomorfia para o clado *Asterocladon* spp. Com a circunscrição mais ampla estabelecida por Uwai et al. (2005), *Asteronema breviarticulatum* se enquadra perfeitamente na circunscrição genérica de *Asterocladon*, incluindo a ausência de invaginação citoplasmática nos pirenídes (Ouriques & Bouzon 2000).

A parafilia do gênero *Asteronema* já foi verificada anteriormente por Draisma et al. (2001), Peters & Ramírez (2001), Rousseau et al. (2001) e Uwai et al. (2005) assim como no presente estudo, uma vez que *Asteronema ferruginea* não se agrupou com *Asteronemabreviarticulatum* em nenhuma análise. A possibilidade de coespecificidade da espécie tipo de *Asteronema*, *A. australe* Delépine & Asensi (1975) com *A. ferruginea* (*Cladophora ferruginea* Harvey 1859) foi levantada por vários autores (Delépine & Asensi 1975, Womersley 1987, Müller & Parodi 1994), e Uwai et al. (2005) reforçaram essa possibilidade, embora a coespecificidade não tenha sido efetivada. *Asteronema australe* difere de *Asterocladon* spp. pela ultraestrutura do cloroplasto na qual os pirenídes possuem invaginações citoplasmáticas (Reviere & Rousseau 1999, Uwai et al. 2005).

A circunscrição genérica atual de *Asterocladon* separa este gênero de *Asteronema ferruginea/australe* e esses táxons foram claramente separados em nossas análises moleculares, assim como nas de Uwai et al. (2005). Embora não haja sequências de *A. breviarticulatum* nos bancos de dados para comparação, a separação em duas linhagens de *Asteronema*, *A. ferruginea* e *A. breviarticulatum*, indica que uma mudança nomenclatural de

Asteronema breviarticulatum para o gênero *Asterocladon* é necessária para resolver o posicionamento taxonômico dessa espécie.

Figuras 78– 84. “*Asteronema*” *breviarticulatum*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 78. Aspecto geral da planta formando densos tufos digitiformes de consistência esponjosa.

Fig. 79. Detalhe da porção basal do talo.

Fig. 80. Detalhe de uma porção do talo mostrando ramificação abundante e irregular formada por ramos curtos com ápice recurvado em forma de gavinha.

Fig. 81. Detalhe do ápice de um ramo em forma de gavinha.

Figs 82 – 84. Estruturas pluriloculares laterais esféricas em pedicelo unicelular.

78

79

80

82

81

83

84

Família Bachelotiaceae

Gênero *Bachelotia* (Grunow) Gerloff

Talos em tufos, eretos, epilíticos, organização heterotríquia, filamentos unisseriados emaranhados fixos por filamentos rizoidais. Filamentos eretos simples ou pouco ramificados na base de forma irregular. Pseudopelos ausentes. Crescimento intercalar. Divisões longitudinais ocasionais apenas nas regiões férteis. Cada célula com vários cloroplastos alongados com arranjo estrelado, associados pelos pólos dos seus pirenoides. Um único pirenoide por cloroplasto em posição terminal em relação aos tilacoides. Pirenoides voltados para a região central da célula. Invaginações tubulares citoplasmáticas ausentes nos pirenoides. Esporângios uniloculares intercalares, estruturas pluriloculares desconhecidas (Silberfeld et al. 2011, Boraso de Zaixso 2013).

***Bachelotia antillarum* (Grunow) Gerloff 1959: 38**

Figuras 85 - 91

Basiônimo:

Ectocarpus antillarum Grunow

Sinônimo homotípico:

Pylaiella antillarum (Grunow) De Toni

Descrição

Talo filamentoso, unisseriado, heterótrico, formando densos tufos de coloração marrom escura a marrom amarelada, atingindo 1-2,5 cm de altura, fixos ao substrato por filamentos rizoidais. Filamentos eretos simples ou com ramificação rara e irregular na porção basal dos filamentos. Filamentos principais com células medindo 27,5 µm a 47,5 µm de diâmetro na porção mediana do talo e com numerosos cloroplastos alongados de configuração estrelada, formando 1 a 2 agrupamentos por

célula. Crescimento difuso com zona meristemática bem definida. Estruturas uniloculares intercalares nos filamentos eretos, em séries contínuas, muitas vezes aos pares por divisão longitudinal da célula, dando aspecto inflado ao filamento e medindo 15-30 µm de comprimento e 42,5-60 µm de diâmetro.

Habitat: Crescendo do médiolitoral ao infralitoral raso, epilítica em costões protegidos ou expostos somente aos borrifos d'água ou, ainda, em poças-de-maré. Epizoicas em espécies do gênero *Brachidontes* ou em *Codium fragile* (Suringar) Hariot. Muitas vezes associadas a "*Asteronema*" *breviarticulatum*, *Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Hoek, "*Feldmannia*" *irregularis* e "*Feldmannia*" *mitchelliae*.

Material examinado: Brasil, Rio de Janeiro: Município de Armação dos Búzios, Praia da Foca, Ponta da Lagoinha, 15/04/2014, col. M. Mungioli; V. Cassano, J.C, De-Paula & C.A.A. Azevedo (MM001), Praia Rasa, 17/04/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM033), 08/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM102, MM103, MM104, MM144), Município de Arraial do Cabo, Pontal do Atalaia, Prainhas, 06/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM084, MM085, MM086), Município de Cabo Frio, Praia das Conchas, 07/03/2015, col. M. Mungioli; V. Cassano & C.A.A. Azevedo (MM092, MM096). São Paulo: Município de Itanhaém, Praia do Cibratel II, 05/11/2014, col. M. Mungioli; C.A.A. Azevedo & F. F. C. Ho (MM043, MM044, MM047, MM048), Município de São Sebastião, Praia de Paúba, 27/11/2014, col. M. Mungioli & V. Cassano (MM052, MM053), Município de Peruíbe, Reserva Juréia-Itatins, Praia de Caramboré, 04/05/2015, col. M. Mungioli & C. A. A. Azevedo (MM203, MM204, MM205, MM206). Espírito Santo, Município de Maratáizes, Praia da Cruz, 08/03/2016, col. V. Cassano (MM249, MM250, MM251, MM261, MM262).

Comentários

O gênero *Bachelotia* é monoespecífico e a espécie tipo *Bachelotia fulvescens* foi reduzida a sinônimo de *Bachelotia antillarum*.

Bachelotia antillarum foi descrita como *Ectocarpus antillarum* Grunow, cuja localidade tipo é Guadalupe, Caribe (Silva et al. 1987). A espécie é facilmente reconhecida por seus vários cloroplastos com configuração estrelada formando um

ou dois grupos por célula, cada um com um pirenoide terminal voltado para o centro da célula, filamentos simples ou pouco ramificados de forma esparsa e irregular e estruturas uniloculares intercalares nos filamentos eretos; estruturas pluriloculares são desconhecidas (Silberfeld et al. 2011, Széchy & Cordeiro-Marino 1991, Guimarães et al. 2016).

O primeiro registro de citação da espécie para o litoral brasileiro (Jaquaranga) foi feito por Schmidt (1924) como *Pylaiella fulvenscens* Bornet (Taylor 1930). Mais tarde, a espécie foi referida por Joly (1957) para a Baía de Santos e Joly (1965), no seu estudo no litoral norte de São Paulo, como *Bachelotia fulvenscens* (Bornet) Kuckuck ex Hamel. De acordo com Wynne (1998), *B. fulvenscens* foi considerada como sinônimo de *B. antillarum* por Blomquist (1958), tratamento seguido por Earle (1969) e, posteriormente, pelos autores brasileiros. Atualmente, *B. antillarum* tem ampla distribuição no litoral brasileiro se estendendo do Rio Grande do Sul ao Ceará (Széchy & De-Paula 2015).

Morfologicamente, nossos espécimes estão de acordo com as descrições fornecidas por Joly (1965), Széchy & Cordeiro-Marino (1991), Nunes (1999), Guimarães et al. (2016).

A despeito da facilidade de identificação de *B. antillarum*, nossas análises moleculares revelaram alta divergência intraespecífica para o COI-5P, até 6,0% entre uma amostra do Espírito Santo (MM219) e as demais do Rio de Janeiro e São Paulo, e até 1,6% para o *rbcl*, entre amostras do sudeste e nordeste (PI) do Brasil e da Nova Zelândia. Para a amostra mais divergente (MM219) não foi possível obter sequências do *rbcl* para comparação. Nossos resultados indicam que *B. antillarum* é uma espécie críptica.

Figuras 85– 91. *Bachelotia antillarum*. Anatomia vegetativa e reprodutiva.

Fig. 85. Aspecto geral da planta evidenciando longos filamentos simples.

Fig. 86. Detalhe da porção basal do talo mostrando rizoides originados do terço inferior dos filamentos eretos.

Fig. 87. Detalhe dos filamentos eretos unisseriados.

Fig. 88. Detalhe dos filamentos evidenciando zonas meristemáticas (setas);

Figs. 89 – 90. Detalhes dos filamentos vegetativos mostrando um (Fig. 89) ou dois grupos (Fig. 90) de cloroplastos alongados por célula com configuração estrelada.

Fig. 91. Porção mediana do talo mostrando estruturas uniloculares intercalares no filamento em série contínua. Note divisão longitudinal da célula reprodutiva (seta).

6. DISCUSSÃO GERAL

Os dados moleculares obtidos nesse estudo para as algas pardas filamentosas são pioneiros para a costa brasileira e demonstraram que a sua diversidade estava subestimada. Nossos resultados revelaram a ocorrência de espécies crípticas e complexo de espécies, a necessidade de mudanças nomenclaturais e de proposição de gêneros e espécies novas para acomodar táxons atualmente incluídos nas famílias Acinetosporaceae e Asteronemataceae.

Uma alta diversidade foi evidenciada especialmente dentro da família Acinetosporaceae. A família não é monofilética e foi dividida em dois maiores agrupamentos pelo COI-5P, um contendo sequências dos gêneros *Feldmannia* e *Hincksia* e suas respectivas espécies-tipo, e outro contendo o gênero *Acinetospora*, e sua espécie tipo, e os demais táxons encontrados no litoral brasileiro. Embora uma maior amostragem no nosso litoral e mais análises moleculares sejam necessárias, sobretudo análises multigênicas e sequenciamento das espécies-tipo utilizando-se outros marcadores, como o *rbcl*, nossos dados sugerem que a proposição de uma nova família seria necessária para acomodar os autênticos gêneros *Hincksia*, *Feldmannia* e *Pylaiella*, enquanto que a família Acinetosporaceae seria retida para o agrupamento que contém *Acinetospora crinita*, a espécie tipo da família, e demais táxons. A alta diversidade em Acinetosporaceae foi recentemente revelada por Peters et al. (2015) ao aplicaram a técnica de DNA Barcoding usando o COI-5P (568 pb), na qual houve a formação de dois agrupamentos, o grupo *Pylaiella-Hincksia-Feldmannia* e o grupo *Acinetospora*. Peters et al. (2015) estimaram o valor máximo de divergência intraespecífica pela análise de distribuição de “pairwise Kimura-2-parameter (K2P) distances”, sendo considerada uma mesma espécie aquela cujo valor está abaixo de 1,8%. O “barcode gap” foi indicado entre 1,5% de distância intraespecífica e >2,5% de distância interespecífica.

Nossos valores de divergência intraespecífica para o COI-5P foram comparáveis aos encontrados por Peters et al. (2015) para os gêneros *Acinetospora* (0–2,6%), *Feldmannia* s.s. (0,6%) e *Hincksia* s.s. (0–2,2%). A divergência intraespecífica para o gênero *Acinetospora* verificada neste estudo está perfeitamente dentro da faixa de variação considerada por Yaegashi et al. (2015) para espécies desse gênero (<2,7%). Igualmente, *Hincksia sandriana* se manteve dentro da faixa de variação intraespecífica (2,1–2,2%) verificada por Peters et al. (2015) e Yaegashi et al. (2015). Para os demais táxons estudados (*Bachelotia*, *Ectocarpus*, *Feldmannia* e “*H.*” *conifera*) foram observados valores de divergência

intraespecífica muito mais elevados, o que pode indicar uma diversidade críptica ou complexo de espécies.

De acordo com Peters et al. (2015), o COI-5P revelou especiação críptica para *F. mitchelliae* entre amostras do Atlântico (Bretanha, França) e amostras do Mar Mediterrâneo (Itália e Grécia) que possuem morfologia similar, porém apresentam uma divergência de 5,3% a 5,7% entre os agrupamentos. Nossas análises moleculares foram similares às descritas por Peters et al. (2015), cujas amostras de *F. mitchelliae* divergiram entre si em até 5,6%, incluindo 23 novas sequências de material brasileiro. Além dos dois agrupamentos de Peters et al. (2015) referidos acima, um terceiro agrupamento com amostras de *F. mitchelliae* foi verificado nas nossas análises, incluindo apenas amostras brasileiras (Fig. 09). A divergência entre esse agrupamento e aquele formado pelas demais amostras brasileiras e duas amostras da Itália foi menor (2,2–3,4%), porém a divergência máxima (3,4%) está fora da faixa de divergência intraespecífica observada para outros táxons nesse estudo (espécies de *Acinetospora* e *H. sandriana*). Morfologicamente, os dois agrupamentos com amostras brasileiras mostraram diferenças quanto à presença e ausência de pseudopelos que altera o hábito do talo e quanto às dimensões das estruturas pluriloculares, tornando os ramos laterais e suas ramificações mais longas quando comparadas aos talos sem pseudopelos. O menor agrupamento formado pelas amostras MM112, MM186, MM214, MM215 e MM217 nas análises do COI-5P e *rbcL* inclui exemplares sem pseudopelos e menores dimensões das estruturas pluriloculares (Fig.47). Essas variações morfológicas estão de acordo com as descritas para *F. mitchelliae* (como *Hincksiamitchelliae*) por Cassano (1997). Para o gene *rbcL* dois subclados de *F. mitchelliae* foram formados, porém a divergência entre as amostras não ultrapassou 0,8%. A amostra dos EUA, que representa a localidade tipo da espécie, sequenciada nesse estudo, confirmou que as amostras brasileiras devem ser atribuídas ao epíteto *mitchelliae*. Entretanto, *F. mitchelliae* se manteve distante da espécie tipo de *Feldmannia*, *F. lebelli* pela análise do COI-5P, indicando que o epíteto *mitchelliae* deve ser atribuído a um gênero novo para a ciência.

Ainda dentro da família Acinetosporaceae, “*H.*” *conifera* também apresentou valor mais elevado de divergência intraespecífica, até 4,4%. O agrupamento de “*H.*” *conifera* incluiu plantas típicas com estruturas pluriloculares sésseis, cônicas, mais

largas na base e ápice atenuado, dispostas adaxialmente em séries curtas nos ramos, sempre no ângulo entre os ramos laterais e o filamento principal, ou próximo a ele (Børgesen 1914, 1926, Cassano 1997). O agrupamento incluiu também plantas com variações morfológicas conforme as descritas por Cassano (1997) nas quais as plantas são menos ramificadas e, portanto, as estruturas pluriloculares alteram sua posição característica e se distribuem com mais frequência ao longo do filamento principal e não adaxialmente nos ramos, quando adaxiais, as séries curtas são menos frequentes e há maior incidência de estruturas pluriloculares pediceladas. O maior subgrupo formado pelas amostras MM030, MM108, MM111 e MM134 incluiu plantas variantes (Figs XX), indicando "*H.* *conifera*" forma um complexo. Por outro lado, o gene *rbcl* agrupou molecularmente as amostras de "*H.* *conifera*" como um único táxon, cuja divergência das amostras não ultrapassou 0,8%. Mais estudos são necessários para compreender a divergência genética dentro de "*H.* *conifera*". Contudo, esse táxon se posicionou distante filogeneticamente da espécie tipo de *Hincksia*, *H. hincksiae* tanto para o *rbcl* quanto para o COI-5P, indicando que o epíteto *conifera* deve ser transferido para um novo gênero.

A maioria dos estudos moleculares com algas pardas filamentosas não fornece dados de divergência genética entre gêneros e espécies que possibilite uma comparação com os nossos resultados. As divergências interespecífica e intergenérica verificadas nesse estudo para o COI-5P se sobrepuseram para a maioria dos táxons, com exceção de *Ectocarpus*, cuja divergência interespecífica variou em uma faixa de amplitude menor (Tab. 9). Os gêneros *Feldmannia* s.s. e *Hincksia* s.s., que correspondem aos agrupamentos que contêm as suas respectivas espécies-tipo, mostraram alta divergência interespecífica: 12,6-12,8% entre *F. lebelli* e *F. simplex*, e até 13,9% entre *H. granulosa* e *H. sandriana*. Alta divergência interespecífica também foi verificada para *Feldmannia* s.l., entre *F. irregularis* e *F. globifera* (14,4%). Para o gênero *Acinetospora*, Yaegashi et al. (2015) verificaram uma divergência interespecífica para o COI-5P entre 11,3–16,3%, divergência comparável aos nossos resultados (11,3–15,9%), nos quais duas sequências de *Acinetospora filamentosa* do Brasil foram acrescentadas à análise. A divergência entre espécies de *Acinetospora* é alta, sendo elevada mesmo dentro do agrupamento que contém a espécie tipo do gênero, *A. crinita* (11,3–11,5%, entre *A. crinita* e *A. filamentosa*). Contudo, a maior divergência observada (15,9%) ocorreu entre *A.*

filamentosa e *A. asiatica*, esta última não se agrupou ao autêntico gênero *Acinetospora*.

O mesmo resultado foi obtido com o gene *rbcL*, com *A. asiatica* não se agrupando com o autêntico clado de *Acinetospora*. A divergência entre as espécies de *Acinetospora* observada nesse trabalho foi de 2,9-5,0%, sendo que a mais alta divergência ocorreu entre *A. asiatica* e *A. filamentosa*. Essa amplitude de variação para o *rbcL* está na faixa de divergência verificada por Yaegashi et al. (2015), 3,0–4,7%, sendo a mais alta divergência observada entre *A. asiatica* e *A. crinita*.

Embora *A. asiatica* nos resultados de Yaegashi et al. (2015) não tenha se agrupado com espécie tipo do gênero se mantendo mais próxima de sequências nomeadas como *Acinetosporaceae* sp. do banco de dados, os autores argumentaram que além dos dados moleculares que a sustentavam como uma espécie nova, *A. asiatica* poderia ser atribuída ao gênero *Acinetospora* devido a características morfológicas como a ramificação esparsa, presença de “crampons” e zonas meristemáticas difusas. Apesar de *A. asiatica* possuir características típicas de *Acinetospora*, nossos resultados moleculares para os dois marcadores utilizados claramente demonstraram que *A. asiatica* não deve ser posicionada sob o gênero *Acinetospora*. Os próprios autores, Yaegashi et al. (2015), reconheceram que *A. asiatica* é mais proximamente relacionada com *F. irregularis* e *F. mitchelliae* do que com *A. crinita*, porém optaram em descrever *A. asiatica* sob o gênero *Acinetospora* não apenas com base em características morfológicas, mas também devido a espécie ser distantemente relacionada ao grupo *Pylaiella-Hincksia-Feldmannia* de Peters et al. (2015) que contém as espécies tipo desses gêneros. Yaegashi et al. (2015) salientaram que uma revisão da circunscrição de *Acinetospora*, *Feldmannia* e *Hincksia* é necessária para melhor delimitar os táxons em nível genérico.

Os táxons nomeados como “*F. irregularis*”, “*F. irregularis*” 1 e “*F. irregularis*” 2, todos identificados primeiramente como um mesmo táxon (*F. irregularis*) apresentaram alta divergência genética para o COI-5 e, embora com divergência mais baixa, porém dentro da faixa de variação para táxons distintos, os três agrupamentos também foram recuperados pelo *rbcL*. Diferenças morfológicas são reconhecidas entre os três táxons. O agrupamento de “*F. irregularis*” incluiu plantas com morfologia típica da espécie, cujos talos são pequenos e possuem, estruturas pluriloculares cônicas, fusiformes, normalmente sésseis, localizadas na base do talo

e zonas meristemáticas localizadas na porção basal dos filamentos acima das quais não são formados ramos laterais nem estruturas de reprodução. Nos exemplares de “*F.irregularis*” 1, as plantas são maiores em altura (até 1,5 cm), mais ramificadas e as estruturas pluriloculares não são restritas à base dos filamentos, muitas delas, sésseis ou pediceladas, se distribuem ao longo dos filamentos principais e ramos laterais em séries longas (Fig. 25). As estruturas pluriloculares são cônicas alongadas com o ápice atenuado, porém muitas são mais alargadas na base. Em “*F.irregularis*” 2 as estruturas pluriloculares igualmente não se restringem às porções basais dos filamentos eretos, porém diferem de “*F. irregularis*” 1 na forma de distribuição mais esparsa das estruturas pluriloculares sem formar séries longas nos filamentos, sendo em sua maioria sésseis e os talos são menos ramificados que em “*F. irregularis*” 1. Morfologicamente, a separação entre “*F.irregularis*” 1 e “*F.irregularis*” 2 é muito tênue, porém nossos resultados moleculares demonstraram que esses táxons são distintos e correspondem a espécies novas para a ciência, não pertencentes ao gênero *Feldmannia*, uma vez que não são proximamente relacionados à espécie tipo do gênero, *F. lebelii*. O epíteto *irregularis* deve ser retido para “*F. irregularis*”, porém sob novo gênero.

Alta diversidade genética também foi evidenciada dentro da família Bachelotiaceae. *Bachelotia antillarum* mostrou a mais alta divergência intraespecífica entre os táxons brasileiros para o marcador COI-5P (5,8–6,0%, entre uma amostra do Espírito Santo e amostras do Rio de Janeiro e São Paulo). Para o *rbcL* as amostras brasileiras divergiram em até 1,2%, o que poderia ser considerado um valor dentro da chamada “zona cinza” de divergência genética no limite entre a divergência intraespecífica e interespecífica. A divergência intraespecífica foi mais elevada entre as amostras brasileiras e da Nova Zelândia (1,6%). *Bachelotia antillarum* é uma espécie de fácil identificação e os exemplares analisados mostraram morfologia semelhante. A alta divergência verificada para o COI-5P evidencia que *B. antillarum* constitui uma espécie críptica.

Nossos resultados com o *rbcL* demonstraram que a ordem Scytothamnales é parafilética. “*Asteronema*” *breviarticulatum* se agrupou com a espécie tipo de *Asterocladon lobatum*, cuja localidade tipo é o Brasil, e se manteve filogeneticamente distante da outra espécie de *Asteronema* disponível nos bancos de dados, *A. ferruginea*. A transferência de “*Asteronema*” *breviarticulatum* para o gênero *Asterocladon* é necessária para resolver o posicionamento taxonômico dessa espécie.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo molecular e morfológico de algas pardas filamentosas dos gêneros *Acinetospora*, *Asteronema*, *Bachelotia*, *Ectocarpus*, *Hincksia* e *Feldmannia* nos permitiu confirmar dez táxons de pardas filamentosas para o litoral sudeste do Brasil. De acordo com a classificação atual das algas pardas, sete deles pertencem à ordem Ectocarpales, família Acinetosporaceae: *Acinetospora filamentosa*(Noda) Yaegashi, Uwai & K. Kogame, "*Feldmannia*" *irregularis* (Kützinger) Hamel, "*Feldmannia irregularis*" 1, "*Feldmannia irregularis*" 2, "*Feldmannia mitchelliae* (Harvey) H.-S. Kim, "*Hincksia*" *conifera* (Børgesen) I.A. Abbott e *Hincksiasandriana* (Zanardini) P.C. Silva, e um pertence à família Ectocarpaceae: *Ectocarpus fasciculatus* Harvey; dois táxons pertencem à ordem Scytothamnales, família Asteronemataceae: "*Asteronema*" *breviarticulatum* (J. Agardh) Ouriques & Bouzon e um à família Bachelotiaceae: *Bachelotia antillarum*(Grunow) Gerloff.

A família Asteronemataceae não foi resolvida como monofilética pelas análises com o *rbcl*. Nossos resultados mostraram que o táxon "*Asteronema*" *breviarticulatum* deve ser alocado na família Asterocladaceae e transferido para o gênero *Asterocladon* propondo-se uma combinação nova para resolver o posicionamento taxonômico dessa espécie, tornando a família Asteronemataceae monofilética.

Os dados gerados com os marcadores *rbcl* e COI-5P demonstraram que *Bachelotia antillarum* é uma espécie críptica.

A família Ectocarpaceae foi representada por apenas uma espécie, *Ectocarpus fasciculatus* confirmada pela primeira vez por meio de dados moleculares.

A família Acinetosporaceae não foi resolvida como monofilética pelas análises com o *rbcl* e COI-5P. Dois agrupamentos foram resolvidos e denominados como Acinetosporaceae 1 e Acinetosporaceae 2. O agrupamento formado por representantes de Acinetosporaceae 1 incluiu a espécie tipo da família, *Acinetospora crinita*, e, portanto, a família Acinetosporaceae deve ser retida para os táxons desse agrupamento. O agrupamento Acinetosporaceae 2 incluiu os autênticos gêneros *Feldmannia* Hamel (1939), *Hincksia* J.E. Gray (1864) e *Pylaiella* Bory (1823), uma vez que agrupou suas respectivas espécies-tipo, i.e, *Feldmannia lebelli*, *Hincksia hincksiae* e *Pylaiella litorallis*. Para o agrupamento Acinetosporaceae 2 uma nova família deve ser estabelecida.

Hincksia sandriana foi a única espécie que se agrupou em Acinetosporaceae 2, clado que contém o autêntico gênero *Hincksia*. Essa espécie é citada pela primeira vez para o Brasil a partir de material coletado no Rio de Janeiro (Ponta da Cabeça, Arraial do Cabo) e é considerada aqui um caso de introdução recente.

Os táxons nomeados como “*Feldmannia*” *irregularis*, “*Feldmannia irregularis*” 1 e “*Feldmannia irregularis*” 2 não pertencem ao autêntico gênero *Feldmannia*, uma vez que não se agruparam com a espécie tipo do gênero pela análise com o COI-5P. Sequências do COI-5P de *F. irregularis* da Itália, considerada próxima à localidade tipo (Mar Adriático), disponíveis nos bancos de dados, confirmaram que parte do material analisado deve ser mantido sob o epíteto *irregularis* para o qual um gênero novo para a ciência deverá ser proposto.

Análises com os marcadores moleculares *rbcL* e COI-5P demonstraram que os táxons nomeados como “*Feldmannia*” *irregularis*, “*Feldmannia irregularis*” 1 e “*Feldmannia irregularis*” 2, previamente citados sob uma única espécie – *F. irregularis*, representam três entidades taxonômicas independentes e, portanto, duas novas espécies para a ciência devem ser propostas para acomodar “*F. irregularis*” 1 e “*F. irregularis*” 2.

Análises com os marcadores moleculares *rbcL* e COI-5P igualmente demonstraram que “*Feldmannia*” *mittelliae* não pertence ao autêntico gênero *Feldmannia*, uma vez que não se agrupou com a espécie tipo do gênero pelas análises com ambos os marcadores. Uma sequência de “*F.*” *mittelliae* gerada no presente estudo procedente dos EUA (Carolina do Norte), próxima à localidade tipo (Massachusetts), confirmou que o material brasileiro deve ser descrito sob o epíteto *mittelliae*, porém acomodado sob um novo gênero.

As variações morfológicas de “*F.*” *mittelliae* demonstram que a espécie representa um complexo. Portanto, “*F.*” *mittelliae* não é interpretada aqui como uma espécie críptica como salientaram outros autores. Os três agrupamentos formados pelo COI-5P para “*F.*” *mittelliae* que poderiam ser descritos como táxons distintos não foram recuperados pelo *rbcL* que constitui um gene mais conservado.

Análises com os marcadores moleculares *rbcL* e COI-5P também demonstraram que táxon “*Hincksia*” *conifera* não pertence ao autêntico gênero *Hincksia*, já que não se agrupou com a espécie tipo do gênero, e, portanto, o epíteto *conifera* deve ser transferido para um novo gênero ainda a ser descrito. As análises com o marcador COI-5P mostraram a formação de dois subgrupos que poderiam ser descritos como entidades taxonômicas distintas. Maiores estudos moleculares e morfológicos são necessários para melhor delimitar “*H.*” *conifera* ou como um único táxon muito plástico ou como, pelo menos, dois táxons diferentes. Por outro lado, o *rbcL*, gene mais conservado, resolveu “*H.*” *conifera* como uma única entidade taxonômica. A possibilidade de um caso de especiação incipiente não é descartada.

Nossos resultados moleculares demonstraram claramente que o gênero *Acinetospora* não é monofilético e que a espécie “*A.*” *asiatica* é mais relacionada com “*Feldmannia*” do que com *A. crinita*, espécie tipo do gênero. Desta forma, “*A.*” *asiatica* deve ser alocada sob um novo gênero. Nossos dados moleculares para os dois marcadores utilizados demonstraram, pela primeira vez, a ocorrência de *Acinetospora filamentosa* no Oceano Atlântico. Os espécimes

coletados foram primeiramente identificados, em campo, como *A. crinita*, espécie já referida para o litoral brasileiro para os estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Entretanto, a análise morfológica dos nossos espécimes revelou a ausência de monosporângios, estando de acordo com a descrição de *A. filamentosa*, que não possui essas estruturas, descritas como típicas, apenas para *A. crinita*. A presença de monosporângios em *A. crinita* citada por Yoneshigue & Figueiredo (1983) e por Széchy & Cordeiro-Marino (1991) e a diferença na forma das estruturas pluriloculares entre as duas espécies nos levou a considerar que *A. crinita* também ocorre no Brasil e não foi novamente coletada no presente estudo.

Seis táxons dos gêneros estudados, citados em trabalhos prévios para o litoral sudeste do Brasil, não foram recoletados no presente estudo, sendo eles: *Acinetospora crinita*, *Ectocarpus rallsiae*, *E. siliculosus*, *E. siliculosus* var. *pigmaeus* (como *E. fasciculatus* var. *pigmaeus*), *Feldmannia indica* e *Hincksia onslowensis*. Esta última é referida para águas profundas e nossas coletas foram restritas a zona entremarés até a franja do infralitoral. Os três táxons de *Ectocarpus* são diminutos e, em sua maioria, epífitos, o que pode dificultar a coleta. Contudo, esses táxons não têm sido referidos em trabalhos recentes para o litoral brasileiro. A citação de *E. rallsiae* para o Brasil requer uma reavaliação minuciosa. Esse táxon é extremamente problemático e já foi considerado um sinônimo de *F. irregularis*. O entendimento de *E. rallsiae*, assim como sua independência específica, é extremamente variado na literatura. Não há sequências de *E. rallsiae* nos bancos de dados para comparação com o nosso material e, lamentavelmente, não foi possível sequenciar a amostra dessa espécie procedente dos EUA fornecida pelo Dr. Wilson Freshwater devido à contaminação. A espécie *F. indica* foi citada por Cassano (1997) para a Praia Rasa, Búzios, RJ, tendo sido encontrada em diferentes épocas do ano. Embora a Praia Rasa tenha sido revisitada em 2014 e 2015 no presente estudo, espécimes de *F. indica* não foram encontrados.

A citação de *Feldmannia simplex* sensu Széchy & Cordeiro-Marino (1991) e Falcão et al. (1992) para o Rio de Janeiro foi questionada por Cassano (1997). Széchy & Cordeiro-Marino (1991) referiram essa espécie pela primeira vez para o litoral brasileiro com base no trabalho de Clayton (1974), cujo conceito amplo dado por essa autora ao complexo *F. simplex* - *F. globifera*, incluiu formas de *F. irregularis*. Cassano (1997) concluiu pela análise da literatura e de material de herbário que os espécimes citados como *F. simplex* para o litoral brasileiro foram confundidos com *F. irregularis*. Exemplos examinados de *F. simplex* procedentes do Herbário de Michigan (MICH 8764 - França e MICH 5505 - Alasca) eram muito distintos dos espécimes brasileiros. A localidade tipo de *F. simplex* é Bretanha, França, e o espécime MICH 8764 pode ser considerado como um material de referência. Os espécimes identificados como *F. simplex* para o Rio de Janeiro depositados no Instituto de Botânica de São Paulo (SP187710 - Barra de São João) e 8152 - Ilha Grande (UFRJ, lâmina

cedida pela Dra. Lísia Gestinari) eram idênticos à *F. irregularis*. Nenhuma amostra sequenciada no presente estudo se agrupou com sequências de *F. simplex* depositadas nos bancos de dados.

A utilização da ferramenta molecular no estudo de algas pardas filamentosas na região sudeste do Brasil foi fundamental para desvendar a sua diversidade, melhor delimitar seus gêneros e espécies e revelar espécies crípticas. Os dados aqui apresentados constituem uma fonte relevante de informação sobre a taxonomia e sistemática deste grupo.

A despeito dos táxons que não foram recoletados no presente estudo, nossos dados revelaram que a diversidade de algas pardas filamentosas estava subestimada. Uma ampla revisão, especialmente para os gêneros de Acinetosporaceae, ainda é requerida. Mais investigações ampliando a amostragem no litoral brasileiro e a inclusão de mais gêneros de algas pardas filamentosas nas análises podem ainda mudar o panorama da classificação desse grupo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, I.A. 1989. Marine algae of the northwest Hawaiian Islands. *Pacific Science* 43: 223-233.
- Agardh, C.A. 1828. *Species algarum rite cognitae, cum synonymis, differentiis specificis et descriptionibus succinctis*. Voluminis secundi. Sectio prior. pp. [i]-lxxvi, [i]-189. Gryphiae [Greifswald]: sumptibus Ernesti Mauriti [Ernst Mauritius].
- Agardh, J.G. (1847). Nya alger från Mexico. *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Academiens Förhandlingar, Stockholm* 4: 5-17.
- Adl, S.M., Simpson, A.G.B., Farmer, M.A., Andersen, R.A., Anderson, O.R., Barta, J.R., Bowser, S.S., Brugerolle, G., Fensome, R.A., Fredericq, S., James, T.Y., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C.E., Lewis, L.A., Lodge, J., Lynn, D.H., Mann, D.G., McCourt, R.M., Mendoza, L., Moestrup, Ø., Mozley-Standridge, S.E., Nerad, T.A., Shearer, C.A., Smirnov, A.V., Spiegel, F.W. & Taylor, M.F.J.R. 2005. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52: 399-451.
- Amado Filho, G.M. 1991. *Algas marinhas bentônicas do litoral de Saquarema a Itacoatiara (RJ)*. Dissertação de mestrado. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 323 p.
- Amado Filho, G.M. & Yoneshigue-Valentin, Y. 1992. Feofíceas novas e raras para o litoral brasileiro. *Rodriguesia* 42/44: 39-46.
- Amsler, C.D. and D.F. Kapraun. 1985. *Giffordia onslowensis* sp. Nov. (Phaeophyceae) from the North Carolina continental shelf and the relationship between *Giffordia* and *Acinetospora*. *Journal of Phycology* 21: 94-99.
- Ardissone F. & Strafforello J. 1877. *Enumerazione delle Alghe di Liguria*. Milano: Tipografia editrice Lombarda, 238 p.
- Asensi, A.O. & Küpper, F.C. 2012. Seasonal periodicity and reproduction of brown algae (Phaeophyceae) at Puerto Deseado (Patagonia). *Botanica Marina* 55: 217-228.
- Balakrishnan, M.S. & Klnkar, V.N. 1981. A taxonomic account of Indian Ectocarpales and Ralfsiales. *Seaweed Research and Utilization* 4: 1 -57.
- Blomquist, H.L. 1958. The taxonomy and chromatophores of *Pylaiella antillarum* (Grunow) De Toni. *Journal of the Elisha Mitchell Science Society* 74: 25-30.
- Boraso de Zaixso, A.L. 2013. *Elementos para el estudio de las macroalgas de Argentina*. Con colaboración de J.M. Zaixso. pp. [1]-204. Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia.

- Bessey, C.E. 1907. A synopsis of plant phyla. *Nebraska University Studies* 7: 275-373.
- Bittner, L., Payri, C.E., Couloux, A., Cruaud, C., Reviers, B. De & Rousseau, F. 2008. Molecular phylogeny of the Dictyotales and their position within the brown algae, based on nuclear, plastidial and mitochondrial sequence data. *Mol. Phylogenet. Evol.* 49: 211–226.
- Bornet, E. 1891. Note sur quelques *Ectocarpus*. *Bull. Soc. Bot. France* 38: 353–372.
- Bouzon, J.L., Salles, J.P., Bouzon, Z., Horta, P.A. 2006. Aspectos florísticos e fitogeográficos das macroalgas marinhas das baías da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Insula* 35: 68-84.
- Brasileiro, P.S., Yoneshigue-Valentin, Y., Bahia, R.G., Reis, R.P. & Amado-Filho, G.M. 2009. Algas marinhas bentônicas da Região de Cabo Frio e arredores: síntese do conhecimento. *Rodriguesia* 60: 39-66.
- Bessey C.E. 1907. A synopsis of plant phyla. *Nebraska university studies* 7: 275-373.
- Burrowes, R., Rousseau, F., Müller, D.G. & Reviers, B. de. 2003. Taxonomic placement of *Microzonina* (Phaeophyceae) in Syringodermatales based on *rbcl* and 28S nrDNA sequences. *Cryptogamie, Algologie*, 24: 63-73.
- Cardinal, A. 1964. Étude sur les Ectocarpacées de la Mancha. *Nova Hedwigia* 15: 1-86.
- Castro B.M. & Miranda L.B. 1998. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. In: *The sea* (A.R. Robinson & K.H. Brink, eds), pp. 209-249. Wiley, New York.
- Cassano, V. 1997. *Taxonomia e morfologia de Ectocarpus breviarticulatus, Feldmannia indica, Feldmannia irregularis, Hincksia conifera, Hincksia mitchelliae (Ectocarpaceae, Phaeophyta) no estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 211p.
- Cassano V 2009. *Taxonomia e filogenia do complexo Laurencia (Ceramiales, Rhodophyta), com ênfase no estado do Rio de Janeiro, Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica de São Paulo. 328 p.
- Cassano, V. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2001. *Hincksia onslowensis* (Amsler & Kapraun) Silva (Phaeophyta, Ectocarpaceae): New occurrence in deep waters for the South American Atlantic Coast. *Hoehnea* 28: 267-277.
- Cassano, V., Yoneshigue-Valentin, Y. & Wynne, M.J. 2004. *Elachistiella leptoneumatoides* gen. et sp. nov. (Elachistaceae, Phaeophyceae) from Brazil. *Phycologia* 43: 329-340.
- Cavalier-Smith, T. 1986. The kingdom Chromista: origin and systematics. *Progress in Phycological Research* (eds. F.E. Round and D.J. Chapman), 4: 309–347.

- Cavalier-Smith, T. and Chao, E.E. 1996. 18S rRNA sequence of *Heterosigma carterae* (Raphidophyceae), and the phylogeny of heterokont algae (Ochrophyta). *Phycologia*, 35: 500–510.
- Clayton, M.N. 1974. Studies on the development, life history and taxonomy of Ectocarpales (Phaeophyta) in southern Australia. *Australian Journal of Botany* 22: 743-813.
- Chase, M.W.; Salamin, N.; Wilkinson, M.; Dunwell, J.M.; Kesanakurthi, R.P.; Haidar, N.; Savolainen, V. 2005. Land plants and DNA barcoding: short-term and long-term goals. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, B 360.
- Clayton, M.N. 1974. Studies on the development, life history and taxonomy of the Ectocarpales (Phaeophyta) in Southern Australia. *Australian Journal of Botany* 22: 743-813.
- Cho, G.Y. & Boo, S.M. 2006. Phylogenetic position of *Petrospongium rugosum* (Ectocarpales, Phaeophyceae): insights from the protein-coding plastid *rbcl* and *psaA* gene sequences. *Cryptogamie, Algologie* 27: 3–15.
- Cho, G.Y., Lee, S.H., and Boo, S.M. 2004. A new brown algal order, Ishigeales (Phaeophyceae), established on the basis of plastid protein-coding *rbcl*, *psaA*, and *psbA* region comparisons. *Journal of Phycology* 40: 921–936.
- Cock, J.M. et al. 2010. The *Ectocarpus* genome and the independent evolution of multicellularity in brown algae. *Nature* 465: 617–621.
- Cordeiro-Marino, M. & Guimarães, S.M.P.B. 1981. Novas referências para a flora marinha de profundidade do Brasil. *Rickia* 9: 61-70.
- Cormaci, M. et al. 2012. Flora marina bentonica del Mediterraneo: Phaeophyceae. *Bollettino Accademia Gioenia Sci. Nat.* 45, N.º 375: 1-508 p.
- Coutinho, R. 1982. Taxonomia, distribuição, crescimento sazonal, reprodução e biomassa das algas bentônicas do estuário da Lagoa dos Patos (RS). Dissertação de mestrado. Universidade do Rio Grande do Sul, 232p.
- Crispino L.M.B. 2000. Feofíceas do litoral do Estado do Espírito Santo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Rio Claro, Brasil. 193 p.
- Delépine, R. & Asensi, A. 1975. *Asteronemanov*. gen. Nouveau genre de Phéophycée australe. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 122: 295–304.
- Draisma, S.G.A. and Prud'homme van Reine, W.F. 2001. Onslowiaceae fam. nov. (Phaeophyceae). *Journal of Phycology* 37: 647–649.
- Draisma, S.G.A., Prud'homme van Reine, W.F., Stam W.T., and Olsen, J.A. (2001) A reassessment of phylogenetic relationships within the Phaeophyceae based on RUBISCO large subunit and ribosomal DNA sequences. *Journal of Phycology* 37: 586–603.
- Earle, S.A. 1969. Phaeophyta of the eastern Gulf of Mexico. *Phycologia* 7: 71-254.

- Faugeron et al. 2001. Hierarchical spatial structure and discriminant analyses of genetic diversity in the red alga *Mazzaella laminarioides* (Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of Phycology* 37: 705-717
- Feldmann J. 1937. Les algues marines de la côte des Albères. I-III. Cyanophycées, Chlorophycées, Phaeophycées. *Revue algologique* 9: 141(bis)-148(bis), 149-335, pls 8-17.
- Figueiredo M.A. DE O. 1989. Ficoflora marinha do Município de Parati, Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 236 p.
- Fletcher R.L. 1987. Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae) Part I. Natural History Museum, London. 359 pp.
- Freshwater, D.W., Fredericq, S., Butler, B.S., Hommersand, M.H. & Chase, M.W. 1994 A gene phylogeny of the red algae (Rhodophyta) based on plastid *rbcL*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91: 7281 – 7285.
- Fritsch, F.E. 1943. Studies in the comparative morphology of the algae. III. Evolutionary tendencies and affinities among Phaeophyceae. *Annals of Botany* 7:63-87.
- Fritsch, F.E. 1945. *The Structure and Reproduction of Algae*, Vol. II. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gallardo, T. 1992. Nomenclatural notes on some Mediterranean algae, I: Phaeophyceae. *Taxon* 41: 324-326.
- Geraldino, P. J. L., Yang, E.C. & Boo, S.M. 2006. Morphology and molecular phylogeny of *Hypnea flexicaulis* (Gigartinales, Rhodophyta) from Korea. *Algae* 21:417-423.
- Gerloff, J. 1959. *Bachelotia* (Bornet) Kuckuckex Hameloder *Bachelotia* (Bornet). *Nova Hedwigia* 1: 37-39.
- Gestinari, L.M.S., Nassar, C.A.G. & Arantes, P.V.S. 1998. Algas marinhas bentônicas da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 12: 67-76.
- Greville, R.K. 1830. *Algae britannicae, or descriptions of the marine and other inarticulated plants of the British islands, belonging to the order Algae; with plates illustrative of the genera*. Edinburgh & London: McLachlan & Stewart; Baldwin & Cradock, [i*-iii*], [i]-lxxxviii, [1]-218, pls 1-19.
- Guimarães, S.M.P.B., Crispino, L.M.B. & Nunes, J.M. de C. 2016. Flora Ficológica do Estado de São Paulo – vol. 14 – Phaeophyceae. RiMa Editora. 118p.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 05 January 2017.

- Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Acids Symp. Ser.* 41: 95–8.
- Hamel, G. 1939. *Phéophycées de France. Fasc. V.* pp. i-xxvii + 337-432, figs 56-60, 10 plates. Paris.
- Harvey, W.H. 1841. *A manual of the British algae*: containing generic and specific descriptions of the known British species of seaweeds and of *Confervae* both marine and fresh-water. pp. [i-v]-lviii, [1]-229. London: John Van Voorst.
- Harvey, W.H. 1859. Algae. Part III. Flora Tasmaniae. In: *The botany of the Antarctic voyage of H.M. discovery ships Erebus and Terror, in the years 1839-1843, under the command of Captain Sir James Clark Ross...Part III. Flora Tasmaniae. Monocotyledones and Acotyledones.* (Hooker, J.D. Eds) Vol. II, pp. 282-343. London: Lovell Reeve.
- Hoek, C. van den, Mann, D.G. & Jahans, H.M. 1995. *Algae: an introduction to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, 627 p.
- Horta, P.A., Amâncio, E., Coimbra, C.S. & Oliveira, E.C. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28 : 243-265.
- Huelsenbeck, J.P. & Ronquist, F. 2001. MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics* 17:754-755
- Jesus, P.B., Nauer, F., Lyra, G.M., Cassano, V., Oliveira, M.C., Nunes, J.M.C. & Schnadelbach, A.S. 2016. Species-delimitation and phylogenetic analyses of some cosmopolitan species of *Hypnea* (Rhodophyta) reveal synonyms and misapplied names to *H. cervicornis*, including a new species from Brazil. *Journal of Phycology* 52: 774-792.
- Joly, A.B. 1957. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da baía de Santos e arredores. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, série Botânica* 14: 1 – 196.
- Joly, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, série Botânica* 21: 1-393.
- Joly, A.B., Pinheiro, F. & Ferreira, M.M. 1967. Additions to the marine flora of Brazil, IX. *Arquivos da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará* 7: 87-90.
- Kawai, H., Hanyuda, T., Draisma, S.G.A., and Müller, D.G. 2007. Molecular phylogeny of *iscosporangium mesarthrocarpum* (Phaeophyceae) with a reinstatement of the order iscosporangiales. *Journal of Phycology* 43: 186–194.
- Kawai, H. and Sasaki, H. 2004. Morphology, life history, and molecular phylogeny of *Stschapovia flagellaris* (Tilopteridales, Phaeophyceae) and the erection of the Stschapoviaceae fam. nov. *Journal of Phycology* 40: 1156–1169.

- Kim, H.-S. 2010. Ectocarpaceae, Acinetopsoraceae, Chordariaceae. In: *Algal flora of Korea. Volume 2, Number 1. Heterokontophyta: Phaeophyceae: Ectocarpales. Marine brown algae I.* (Kim, H.-S. & Boo, S.-M. Eds), pp. [3]-137. Incheon: National Institute of Biological Resources.
- Kim H-S., Lee I.K., 1992. Morphotaxonomic Studies on the Korean Ectocarpaceae (Phaeophyta). II. Genus *Hincksia* J.E. Gray. *The Korean Journal of Phycology*. 7: 243-256.
- Kim, H. & Lee, I.K. 1994. Morphotaxonomic studies on the Korean Ectocarpaceae (Phaeophyta). III. Genus *Feldmannia* Hamel, specially referred to morphogenesis and phylogenetic relationship among related genera. *Korean Journal of Phycology* 9: 153-168.
- Knoepffler-Pèguy, M. 1970. Quelques *Feldmannia* Hamel, 1939 (Phaeophyceae-Ectocarpales) des côtes d'Europe. *Vie Milieu Ser. A*, 21: 137-188.
- Knoepffler-Pèguy, M. 1972. Étude expérimentale du polymorphisme chez quelques Ectocarpales (*Feldmannia* et *Acinetospora*). I. Méthodes d'étude expérimentale. *Vie et Milieu (ser. A)* 23 : 171-189.
- Knoepffler-Pèguy, M. 1974. Le genre *Acinetospora* Bornet, 1891 (Phaeophyceae, Ectocarpales). *Vie et Milieu (ser. A)* 23 : 43-72.
- Knoepffler-Pèguy, M. 1977. Polymorphisme et environnement chez les *Feldmannia* (Ectocarpacées). *Revue algol.*, N.S. 12 : 111-128.
- Kornmann, P. 1953. Der Formenkreis von *Acinetospora* Bornet 1891 (Carm.) nov. comb. *Helgol. Wiss. Meeresunters* 4: 205–224.
- Kützinger, F.T. 1845. *Phycologia germanica*, d. i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. Nebst einer Anleitung zum Untersuchen und Bestimmen dieser Gewächse für Anfänger. pp. i-x, 1-340. Nordhausen: W. Köhne.
- Kylin, H. 1933. Über die Entwicklungsgeschichte der Phaeophyceen. *Lunds Universitets Årsskrift, Ny Földj*, Avd. 2, Band 29 (Nr 7).
- Lane, C.E., Mayes, C., Druehl, L.D., and Saunders, G.W. 2006. A multi-gene molecular investigation of the kelp (Laminariales, Phaeophyceae) supports substantial taxonomic re-organization. *Journal of Phycology* 42: 493–512 (corrigendum on p. 962).
- Lane, C.E., Lindstrom, S.C. & Saunders, G.W. 2007. A molecular assessment of northeast Pacific *Alaria* species (Laminariales, Phaeophyceae) with reference to the utility of DNA barcoding. *Mol. Phylogenet. Evol.* 44: 634-648.
- Lyngbye, H.C. 1819. *Tentamen hydrophytologiae danicae* continens omnia hydrophyta cryptogama Daniae, Holsatiae, Faeroae, Islandiae, Groenlandiae hucusque cognita, systematice disposita, descripta et iconibus illustrata, adjectis simul speciebus norvegicis. pp. [i]-xxxii, [1]-248, 70 pls. Hafniae [Copenhagen]: typis Schultzianis, in commissis Librariae Gyldendaliae.

- Martens, G. 1871. *Algae brasiliensis circa Rio de Janeiro a cl. A. Glaziou, horti publici directore, botanico indefesso, annis 1869 et 1870 collectae. Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren., Kjöbenhavn* 1871(8-10): 144-148.
- Martius, C.F.P. von, Eschwetiller, F.G. & Esenbeck, C. 1833. *Flora brasiliensis seu enumeratio plantarum in Brasilia...*1, 1: IV + 390 pp. (Algae 1-50). 8 vol. Stuttgart et Tübingen.
- McDevit, D.C. & Saunders, G. W. 2009. On the utility of DNA barcoding for species differentiation among brown macroalgae (Phaeophyceae) including a novel extraction protocol. *Phycological Research*57: 131–141.
- Milne, I., Lindner, D., Bayer, M., Husmier, D., McGuire, G., Marshall, D.F. & Wright, F. 2009. TOPALi v2: a rich graphical interface for evolutionary analyses of multiple alignments on HPC clusters and multi-core desktops. *Bioinformatics* 25:126-127.
- Müller, D.G. & Parodi, E. 1994. *Asteronema rhodochoronoides* nov. comb. (Ectocarpales, Phaeophyceae) – a newly recognized taxon with stellate chloroplast arrangement. *Phycologia* 33: 471–474.
- Müller, D.G., Parodi, E.R. & Peters, A.F. 1999 '1998'. *Asterocladon lobatum* gen. et sp. nov., a new brown alga with stellate chloroplast arrangement, and its systematic position judged from nuclear rDNA sequences. *Phycologia* 37: 425-432.
- Mystikou, A., Aseni, A.O., De Clerck, O., Müller, D.G., Peters, A.F., Tsiamis, K., Fletcher, K.I., Westermeier, R., Brickle, P., van West, P. & Küpper, F.C. 2016. New records and observations of macroalgae and associated pathogens from the Falkland Islands, Patagonia and Tierra del Fuego. *Botanica Marina* 59: 105-121.
- Nassar, C.A.G.R.R.S. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2001. Floristic survey of the benthic marine algae of Três Ilhas archipelago (Espírito Santo-Brazil): preliminary study. *Leandra* 16: 1-10.
- Nauer, F., Cassano, V. & Oliveira, M. C. 2015. Description of *Hypneapseudomusciformis* sp. nov., a new species based on molecular and morphological analyses, in the context of the *H.musciformis* complex (Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*27:2405–17.
- Nauer, F., Guimarães, N. R., Cassano, V., Yokoya, N. S. & Oliveira, M. C. 2014. *Hypnea* species (Gigartinales, Rhodophyta) from the southeastern coast of Brazil based on molecular studies complemented with morphological analyses, including descriptions of *Hypnea edeniana* sp. nov. and *H. flava* sp. nov. *European Journal of Phycology* 49:550–75.
- Noda, M. 1970. Some marine algae collected on the coast of Iwagasaki, Prov. Echigo facing the Japan Sea. *Science Reports of Niigata University, Series D (Biology)* 7: 27-35.

- Nunes, J.M.C. 1999. Phaeophyta da região metropolitana de Salvador, Bahia. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 271p.
- Nunes, J.M.C. & Paula, E.J. 2004. Estudos taxonômicos de Ectocarpaceae e Ralfsiaceae (Phaeophyta) da região metropolitana de Salvador, BA, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia* 26: 37-50.
- Nylander, J.A.A. 2004. Bayesian phylogenetics and the evolution of gall wasps. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology, 34p.
- Oliveira-Filho, E. 1977. Algas marinhas bentônicas do Brasil. *Tese de livre docência*, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 407 p.
- Oliveira Filho, E.C. de & Ugadim, Y. 1974. Novas referências de algas marinhas bentônicas para a flora brasileira. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 2: 71-91.
- Ouriques, L.C. 1997. Feofíceas do litoral do estado de Santa Catarina. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 254p.
- Ouriques, L.C. & Bouzon, Z.L. (2000). Stellatechloroplastorganizationin *Asteronema breviarticulatum* comb. nov. (Ectocarpales, Phaeophyta). *Phycologia* 39: 267-271.
- Ouriques, L.C. & Cordeiro-Marino, M. 2004. Levantamento florístico das ordens Ectocarpales, Chordariales, Scytosiphonales e Sphacelariales (Phaeophyta) do litoral do estado de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 31: 293-312.
- Patterson, D.J. 1989. Stramenopiles: chromophytes from a protistan perspective. In *The Chromophyte Algae, Problems and Perspectives* (eds. J.C. Green, B.S.C. Leadbeater, and W.L. Diver). The Systematics Association special volume 38. Published for the Systematics Association by Clarendon Press, Oxford, pp. 357–379.
- Pedersen, P.M. 1983. Notes on marine benthic alga from Madeira in nature and in culture. *Bocagiana* 70: 1-8.
- Pedersen, P.M. & A. Kristiansen. 2001. On the enigmatic brown alga *Acinetospora crinita* (Ectocarpales, Fucophyceae). *Cryptogam. Algol.* 22: 209–218.
- Pereira, A.P.V. 2007. Caracterização fisionômica da comunidade marinha bentônica de substrato consolidado do infralitoral no costão oeste da Enseada das Palmas, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba-SP, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Peters AF, Clayton MN.1998. Molecular and morphological investigations of three brown algal genera with stellate plastids: evidence for Scytothamnales ord. Nov. (Phaeophyceae). *Phycologia* 37: 106–113.

- Peters, A. F., Ramírez, M.E. 2001. Molecular phylogeny of small brown algae, with special reference to the systematic position of *Caepidium antarcticum* (Adenocystaceae, Ectocarpales). *Cryptogamie Algologie* 22: 187-200.
- Peters, A.F., Marie, D., Scornet, D., Kloareg, B. & Cock, J.M. 2004. Proposal of *Ectocarpus siliculosus* (Ectocarpales, Phaeophyceae) as a model organism for brown algal genetics and genomics. *Journal of Phycology* 40: 1079-1088.
- Peters A.F., Van Wijk S., Cho G.Y., Scornet D., Hanyuda T., Kawai H., Schroeder D.C., Cock J.M. & Boo S.M. 2010. Reinstatement of *Ectocarpus crouaniorum* Thuret in Le Jolis as a third common species of *Ectocarpus* (Ectocarpales, Phaeophyceae) in Western Europe, and its phenology at Roscoff, Brittany. *Phycological Research* 58: 157-170.
- Peters, A.F., L. Couceiro, K. Tsiamis, F.C. Kupper & M. Valero. 2015. Barcoding of cryptic stages of marine brown algae isolated from incubated substratum reveals high diversity in Acinetosporaceae (Ectocarpales, Phaeophyceae). *Cryptogam. Algol.* 36: 3–29.
- Phillips, N., Burrowes, R., Rousseau, F., de Reviers, B., Saunders, G.W., 2008. Resolving evolutionary relationships among the brown algae using chloroplast and nuclear genes. *Journal of Phycology* 44: 394–405.
- Posada, D. & Crandall, K.A. 1998 MODELTEST: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics*, 14: 817 – 818.
- Presting, G. G. 2006. Identification of conserved regions in the plastid genome: implications for DNA barcoding and biological function. *Canadian Journal of Botany* 84: 1434-1443.
- Racault M.-F.L.P., Fletcher R.L., Reviers B. de, Cho G.Y., Boo S.M., Parente M.I. & Rousseau F. 2009. Molecular phylogeny of the genus *Petrospongium* Nägeli ex Kützinger (Phaeophyceae) with evidence for Petrospongiaceae fam. nov. *Cryptogamie, Algologie* 30: 111-123.
- Ravanko, O. 1970. Morphological, developmental and taxonomic studies in the *Ectocarpus* complex (Phaeophyceae). *Nova Hedwigia* 20: 179-252.
- Reis-Santos, R.P. 1990. *Flora algal da lagoa de Araruama*. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 325p.
- Reviers, B. 2006. *Biologia e filogenia das algas*. Artmed, Porto Alegre. 280p.
- Reviers, B. de and Rousseau, F. 1999. Towards a new classification of the brown algae. *Progress in Phycological Research* (eds. F.E. Round and D.J. Chapman), 13: 107–201.
- Reviers, B. de & Rousseau, F. 1999. Towards a new classification of the brown algae. In: *Progress in Phycological Research, Volume 13* (Round, F.E. & Chapman, D.J., editors), 107–201. Biopress Ltd., Bristol.

- Reviere, B., Rousseau, F., Draisma, S.G.A. 2007. Classification of brown algae from past to present and current challenges. In: Brodie, J., Lewis, J. (Eds.), *Unravelling the Algae – The Past, Present and Future of Algal Molecular Systematics*. Systematics Association (Publ.), London, pp. 267–284.
- Rousseau, F. & Reviere, B. de 1999. Circumscription of the order Ectocarpales (Phaeophyceae): bibliographical synthesis and molecular evidence. *Cryptogamie, Algologie* 20: 5–18.
- Rousseau F., Reviere B. de, Leclerc M.-C., Asensi A. & Delépine R. 2000. Adenocystaceae fam. nov. (Phaeophyceae) based on morphological and molecular evidence. *European Journal of Phycology* 35: 35-43.
- Rousseau, F., Burrows, R., Peters, A.F., Kuhlenskamp, R., and Reviere, B. de. 2001. A comprehensive phylogeny of the Phaeophyceae based on nrDNA sequences resolves the earliest divergences. *Compte Rendus de l'Académie des Sciences* 324: 305–319.
- Ronquist, F. & Huelsenbeck, J.P. 2003 MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19: 1572 – 1574.
- Ruiz, D. & Ziemmeck, F. 2011. *Checklist - Lista de Especies de Galápagos de la Fundación Charles Darwin*. Charles Darwin Foundation / Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galapagos:
<http://www.darwinfoundation.org/datazone/checklists/algae/chlorophyta/>.
- Russell, G. 1966. The genus *Ectocarpus* in Britain. I. The attached forms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 46: 267-94.
- Russell, G. 1967. The genus *Ectocarpus* in Britain. II. The free-living forms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 47: 233-50.
- Russell, G. & Fletcher, R.L. 1975. A numerical taxonomic study of the British Phaeophyta. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 55: 763-783.
- Russell, G. & Garbary, D. 1978. Generic circumscription in the family Ectocarpaceae (Phaeophyceae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 58: 517-526.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. & Maniatis, T. 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 2nd ed., 3 vol. Cold Spring Harbour Laboratories press, New York.
- Saunders, G.W. & Hommersand, M.H. 2004 Assessing red algal supraordinal diversity and taxonomy in the context of contemporary systematic data. *American Journal of Botany*, 91 (10): 1494 – 1507.
- Saunders, G.W. 2005. Applying DNA barcoding to red macroalgae: a preliminary appraisal holds promise for future applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 1879 – 1888.

- Saunders, G.W. & Kucera, H. 2010. An evaluation of *rbcL*, *tufA*, *UPA*, *LSU* and *ITS* as DNA barcode markers for the marine green macroalgae. *Cryptogamie, Algologie* 31: 487-528.
- Saunders G.W. & Mcdevit D.C. 2012. Methods for DNA barcoding photosynthetic protists emphasizing the macroalgae and diatoms. *Methods in Molecular Biology* 858: 207 -222.
- Schmidt, O.C. 1924. Meeresalgen der Sammlung v. Luetzelburg aus Brasilien. *Hedwigia* 65: 85-100.
- Schneider, C.W. & Searles, R.B. 1991. *Seaweeds of the southeastern United States. Cape Hatteras to Cape Canaveral*. pp. xiv + 553. Durham & London: Duke University Press.
- Stache-Crain, B., Müller, D.G. & Goff, L.J. 1997. Molecular systematics of *Ectocarpus* and *Kuckuckia* (Ectocarpales, Phaeophyceae) inferred from phylogenetic analysis of nuclear- and plastid-encoded DNA sequences. *Journal of Phycology* 33: 152-168.
- Setchell W.A. and Gardner N.L. 1925. The Marine algae of the Pacific coast of North America: Part III. Melanophyceae. *University of California publications in Botany* 8: 383-898.
- Silberfeld, T, Leigh JW, Verbruggen H, Cruaud C, de Reviers B, Rousseau F. 2010. A multi-locus time-calibrated phylogeny of the brown algae (Heterokonta, Ochrophyta, Phaeophyceae): Investigating the evolutionary nature of the "brown algal crown radiation". *Mol Phylogenet Evol.* 2010 Aug;56(2):659-74.
- Silberfeld, T., Racault, M.-F.L.P., Fletcher, R.L., Couloux, A., Rousseau, F. & De Reviers, B. 2011. Systematics and evolutionary history of pyrenoid-bearing taxa in brown algae (Phaeophyceae). *European Journal of Phycology* 46: 361-377.
- Silberfeld, T., Rousseau, F. & De Reviers, B. 2014. An Updated Classification of Brown Algae (Ochrophyta, Phaeophyceae). *Cryptogamie, Algologie*, 2014, 35 (2): 117-156.
- Silva, P.C., Meñez, E.G. & Moe, R.L. 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. *Smithsonian Contributions to Marine Sciences* 27: 1-179.
- Silva, P.C., Basson, P.W. & Moe, R.L. 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. *University of California Publications in Botany* 79: 1-1259.
- Swofford, D.L. 2000 PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Széchy, M.T.M. de & Cordeiro-Marino, M. 1991. Feofíceas do litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Hoehnea* 18: 205-241.
- Széchy, M.T.M. & Paula, E.J. 2000. Macroalgas associadas a bancos de *Sargassum* C. Agardh (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, 27: 235-257.

- Szèchy, M.T.M., de Paula, J.C. 2015. Phaeophyceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB104597>>.
- Tan, I.H. and Druehl, L.D. 1994. A molecular analysis of *Analipus* and *Ralfsia* (Phaeophyceae) suggests the order Ectocarpales is polyphyletic. *Journal of Phycology*, 30: 721–729.
- Tan, I.H. and Druehl, L.D. 1996. A ribosomal DNA phylogeny supports the close evolutionary relationships among the Sporocnales, Desmarestiales, and Laminariales (Phaeophyceae). *Journal of Phycology*, 32: 112–118.
- Taylor, W.R. 1930. A synopsis of the marine algae of Brazil. *Revue Algologique* 5: 1-35.
- Taylor, W.R. 1960 Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas: IX + 1 – 870 (incl. 80 pls.), Ann Arbor.
- Ugadim, Y. 1973. Algas marinhas bentônicas do litoral sul do estado de São Paulo e do litoral do estado do Paraná, II- Divisão Phaeophyta. *Portugaliae Acta Biologica* 12: 69-131.
- Ursi, S. & Plastino E.M. 2001. Crescimento in vitro de linhagens de coloração vermelha e verde clara de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) em dois meios de cultura: análise de diferentes estádios reprodutivos. *Rev Bras Bot.* Vol. 24: 587-594
- Womersley, H.B.S. 1987. *The marine benthic flora of Southern Australia. Part II.* Southern Australia Government Printing Division, Adelaide.
- Wynne, M.J. 1982. Phaeophyceae. In *Synopsis and Classification of Living Organisms*, Vol. I (ed. S.P. Parker), McGraw-Hill, New York, pp. 115–125.
- Wynne M.J. 1998. A checklist of benthic marine algae of tropical and subtropical western Atlantic: first revision. *Nova Hedwigia Beihefte* 116: 1-155.
- Wynne, M.J. 2005 A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Nova Hedwigia* 129: 1-152.
- Wynne, M.J. 2011. A checklist of benthic marine algae of tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140: 1-166.
- Wynne, M.J. & Loiseaux, S. 1976. Recent advances in life history studies of the Phaeophyta. *Phycologia* 15: 435–452.
- Yaegashi, K., Yamagishi, Y., Uwai, S., Abe, T., Santiañez, W.J.E. & Kogame, K. 2015. Two species of the genus *Acinetospora* (Ectocarpales, Phaeophyceae) from Japan: *A. filamentosa* comb. nov. and *A. asiatica* sp. nov. *Botanica Marina* 58: 331–343.
- Yang, E. C., Kim, M. S., Geraldino, P. J. L., Sahoo, D., Shin, J.A. & Boo, S.M. 2007. Mitochondrial *cox1* and plastid *rbcL* genes of *Gracilaria*

vermiculophylla(Gracilariaceae, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, doi 10.1007/s10811-007-9201-8

- Yoon, H.S., Lee, J.Y., Boo, S.M., Bhattacharya, D., 2001. Phylogeny of Alariaceae, Laminariaceae and Lessoniaceae (Phaeophyceae) based on plastid-encoded RuBisCo spacer and nuclear-encoded ITS sequence comparisons. *Mol. Phylogenet. Evol.* 21, 231–243.
- Yoneshigue, Y. 1985. *Taxonomie et ecologie des algues marines dans la region de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Bresil)*. These de Docteur d' Etat-Sciences, Faculte de Sciences de Luminy, Universite d' AixMarseille II, France. 499 p.
- Yoneshigue, Y. & Figueiredo, M.A. de O. 1983. Flore marine de la région de Cabo Frio (Brésil). 3- Ectocarpaceae (Phaeophyta) nouvelles pour la cote brésilienne. *Vie Milieu* 33 (3/4): 181–190.
- Yoneshigue, Y. & M.A.O. Figueiredo 1987. Flora marinha da região de Cabo Frio (Estado Rio de Janeiro, Brasil). Chlorophyceae raras para o litoral brasileiro. *Nerítica* 2(sup.):119-134.