

**AIGARA MIRANDA ALVES**

**O gênero *Cladophora* (Chlorophyta) no Litoral do Brasil:  
estudos morfotaxonômico e molecular**

**FEIRA DE SANTANA - BAHIA  
2015**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



## **O Gênero *Cladophora* (Chlorophyta) no Litoral do Brasil: Estudos morfotaxonômico e molecular**

**AIGARA MIRANDA ALVES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciências – Botânica.

**ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA (UEFS)**

**COORIENTADORES: PROFA. DRA. LÍZIA MÔNICA DE SOUZA GESTINARI  
(UFRJ/NUPEM)**

**PROF. DR. CÁSSIO VAN DEN BERG (UEFS)**

**FEIRA DE SANTANA – BA**

**2015**

### Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

Alves, Aigara Miranda

A477g O Gênero *Cladophora* (Chlorophyta) no litoral do Brasil: estudos morfotaxonômico e molecular / Aigara Miranda Alves. – Feira de Santana, 2015.

290 f.: il.

Orientador: Carlos Wallace do Nascimento Moura.

Coorientadores: Lísia Mônica de Souza Gestinari e Cássio van den Berg.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 2015.

1. *Cladophora*. 2. Filogenia. 3. Taxonomia. I. Moura, Carlos Wallace do Nascimento, orient. II. Gestinari, Lísia Mônica de Souza, coorient. III. van den Berg, Cássio, coorient. IV. Universidade Estadual de Feira de Santana. V. Título.

**O Gênero *Cladophora* (Chlorophyta) no Litoral do Brasil:  
Estudos morfotaxonômico e molecular**

**AIGARA MIRANDA ALVES**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Diógena Barata  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

---

Profa. Dra. Valéria Cassano  
Universidade de São Paulo (USP)

---

Profa. Dra. Alessandra Selbach Schnadelbach  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

---

Prof. Dr. Miguel da Costa Accioly  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

---

Prof. Dr. Carlos Wallace do Nascimento Moura  
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)  
Orientador e Presidente da Banca

**Data da Defesa:** 30 de setembro de 2015.

FEIRA DE SANTANA – BA

2015

*“Ninguém nasce feito,  
é experimentando-nos no mundo que nós nos fazemos”*  
Paulo Freire

Aos meus amores. Vida e Família!

## AGRADECIMENTOS

*Desejo expressar os meus mais sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que me apoiaram durante a realização deste trabalho, possibilitando a sua concretização. Não dá para listar todos aqueles que direta ou indiretamente contribuiriam para a concretização deste trabalho e por isso, mesmo aqueles não citados aqui, quero que saibam o quanto sou grata!*

*Ao meu orientador acadêmico, o Prof. Dr. Carlos Wallace do Nascimento Moura, coordenador do Laboratório de Ficologia do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), pela confiança, orientação e crescimento científico ao longo de todos esses anos.*

*À minha coorientadora, a Profa. Dra. Lísia Mônica de Souza Gestinari, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Sócio Ambiental de Macaé (NUPEM), por mais uma vez aceitar o desafio de me orientar e permitir que desse prosseguimento ao estudo das Cladophora. Sua valiosa contribuição em todas as fases do estudo.*

*Ao meu coorientador o Prof. Dr. Cássio van den Berg, coordenador do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL) da UEFS, pelas valiosas contribuições nas análises filogenéticas moleculares, desde a extração, interpretação das topologias à escrita...*

*À Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo apoio logístico e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UEFS, pelo auxílio financeiro concedido para a participação em eventos científicos, através da verba PRCAP.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), pela bolsa outorgada, a qual possibilitou a minha manutenção por o bom desenvolvimento deste trabalho.*

*Ao Núcleo de Excelência em Sistemática e Variabilidade Molecular de Plantas e Fungos (PRONEX/FAPEB, projeto PN0014/2009) com fomento à pesquisa nos trabalhos de campo e análises moleculares no LAMOL, (CNPq/FAPEB), coordenado pelo Prof. Dr. Cássio van den Berg e do qual sou membro participante, pelo auxílio financeiro para a realização das viagens de campo para coleta do material estudado e custeio das análises de biologia molecular desenvolvidas no LAMOL.*

*À Profa. Dra. Valéria Cassano da Universidade de São Paulo (USP), lotada no Laboratório de Algas Marinhas Edison José de Paula (LAM) e curadora do Herbário da*

*Universidade de São Paulo (SPF) pela orientação, auxílio nas análises de biologia molecular, por permitir o acesso e empréstimo das coleções referências de Cladophora do SPF e pela amizade.*

*À Profa. Dra. Fanly Fungyi Chow Ho, da Universidade de São Paulo, coordenadora do LAM, pelo acesso irrestrito ao laboratório, aos materiais, reagentes e equipamentos para o desenvolvimento das análises moleculares.*

*À Profa. Mariana Cabral de Oliveira, da Universidade de São Paulo, coordenadora do Projeto “Rede Brasileira de DNA Barcoding de Organismos Marinhos” Edital MEC/CNPq/FNDE N° 50/2010, pelo suporte para a realização de análises moleculares no LAM.*

*Aos funcionários do LAM, Rosário e André por nos atender sempre com muita atenção. A André por ser tão solícito e prestativo na preparação dos “primers” e reagentes.*

*Aos colegas do LAM/USP, Jana, Alexandre, principalmente Fernando Sena e Fábio Nauwer, pelas orientações, apoio e atenção durante todo o período das análises.*

*Ao pessoal do Alojamento do Instituto de Botânica de São Paulo, pela acolhida amistosa.*

*Ao Prof. Dr. Alexandre de Gusmão Pedrini da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) pelas importantes contribuições de coleta de material, auxílios nas coletas realizadas nas lagoas costeiras do Rio de Janeiro e pela amizade.*

*(UERJ), pela atenção, amizade, auxílio nas coletas de Cladophora de lagoas costeiras do Rio de Janeiro e pelo envio de material coletado em praias dos estados Rio de Janeiro e do Pará.*

*À Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Marlúcia Ferreira Correia, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), pela atenção, pelo apoio e coleta de material do Porto de Itaqui, litoral do Maranhão.*

*Ao MSc. Eduardo Henrique C. Rodrigues, da UFMA, que, a pedido da Profa. Marlúcia Ferreira, me acompanhou durante coleta realizada na Praia do Farol, em São Luís, auxiliando, dando dicas dos pontos e das espécies possíveis de ocorrência e, ainda, garantindo a minha segurança, rsrs.*

*Às Prof<sup>as</sup>. Dras. Maria Elizabeth Bandeira Pedrosa, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Herbário PEUFR e Maria Teresa Menezes de Széchy, da Universidade Federal do Rio de Janeiro e à Msc. Poliana Silva Brasileiro, do Instituto de Pesquisa Jardim*

Botânico do Rio de Janeiro, pela atenção prestada ao fornecerem informações, via e-mail, sobre as espécies de *Cladophora* depositadas nos herbários de suas respectivas instituições.

À Profa. Dra. Fátima Oliveira Carvalho pela atenção, amizade, pelos auxílios e por prestar informações sobre as espécies de *Cladophora* citadas em trabalhos para o litoral do Piauí.

À colega e Profa. Dra. Patrícia Luz Ribeiro (UFRB), pelo auxílio na construção de topologias colapsadas, paciência e atenção.

Ao Prof. Dr. José Marcos de Castro Nunes, coordenador do Laboratório de Algas Marinhas (LAMAR), da Universidade Federal da Bahia (UFBA) pelas dicas e ensinamentos.

Aos curadores dos herbários, do Herbário SP, do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, Profa. Dra. Célia Santana; do Herbário SPF, da Universidade de São Paulo (USP), profa. Dra. Valéria Cassano, por permitirem e facilitarem o acesso ao material de *Cladophora* depositado nos referidos herbários.

Ao Prof. Dr. Luciano Paganucci de Queiroz, do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) pela atenção e por nos atender nas solicitações dos materiais tipo de *Cladophora* depositados em diversos herbários pelo mundo.

À colega e Profa. Dra. Feonildes Sacramento Nunes (Féo) pela presteza e atenção em todas as solicitações no HUEFS. E aos demais funcionários do HUEFS, Mariana, Ithala, Elaine, Maria José, por serem sempre solícitos em nos atender.

Aos colegas do LAMOL, Ariane, Cris, Juliana (s), Leilane, Catarina, principalmente à Maria Cristina Lopez, pelos auxílios e orientações.

A Adriana Estrela, Gardênia Maria Araújo Aires e Fredson de Sá Maia, funcionários da Pós-Graduação em Botânica/HUEFS, pela paciência e presteza em encaminhar as nossas solicitações.

A todos os meus professores, pela formação acadêmica e também pessoal.

Às colegas MSc. Priscila Barreto de Jesus, Tairara, Tara por nunca esquecerem de coletar as *Cladophora* para mim.

À amiga Dra. Martha Bokker pela amizade incondicional e auxílios.

À MSc. Alana Araujo dos Santos, colega, prima, amiga, companheira em todos os percursos deste doutorado, disciplinas, viagens de campo (de ônibus, carro e avião), análises morfológica e molecular do material, discussões das técnicas empregadas, dos perigos e

*aventuras divididas, arrombamentos de carros alugados e assaltos (ES), da coleta em Galhetas (SC), do assédio dos dependentes químicos em tratamento (CE), do calor escaldante da pousada em Torres (RS), das belas paisagens (BR) e dos quebra-galhos de dinheiro, cartões, etc. Muito obrigada pela amizade, carinho e apoio.*

*À colega científica Luane Portela do Carmo pelos preciosos auxílios com a bio mol. Você quebrou um galhão, nem sei, kkk. Muito obrigada Lu.*

*À amiga MSc. Kátia Lidiane Moniz Brito, bióloga do Laboratório de Ficolgia, pela amizade, o apoio e pelo tombamento do material estudado no HUEFS.*

*À amiga, MSc. Daniele Ramalho Serra, desde os primórdios da minha iniciação científica ficológica, pela amizade sempre, apoio durante a nossa longa e prazerosa estadia durante o período que ficamos em São Paulo. E ao amigo e também biólogo Marcos Pelaes por nos receber tão bem. Estar com vocês não tem preço.*

*Aos colegas e amigos científicos do LAFJCO, os de longas datas, a bióloga da Embasa Ingrid Santana de Oliveira (Ingrys), a professora e bióloga da ONG PROMAR, Nelma dos Santos Freitas (Nelmita), o doutorando em Bot., MSc. Geraldo José Peixoto (Gerald), o biólogo do IFBA, MSc Wellington Romualdo Almeida (Well), o biólogo do IBGE, MSc. Neilton Argolo Andrade (Dito), o biólogo de Mata de São João, MSc. Gérson Limoeiro Alves (Lemon), a Profa. Dra. Ivania Batista de Oliveira (Iva), os novos Joelma, Maria Aparecida, Lucas, Érika, pela amizade, aprendizagens, lições de vida. A todos os lafiquianos, pela nossa história nesses últimos 14 anos, êta!*

*À minha família, aos meus avós (in memoriam), aos meus pais, José Francisco Alves (in memoriam) e Maria Júlia Miranda Alves (melhor mãe do mundo), aos meus irmãos, Hesíodo Kerley, Valdemar e à minha irmã Luiza pelo apoio incondicional, por entenderem a minha ausência física durante todos esses anos e a minha escolha de partir em busca do meu sonho. À minha sogra Railda, aos meus sobrinhos lindos, cunhadas, cunhados, tios, tias, primos, primas, pelo amor, carinho e por fazer com que tudo valesse à pena. Amo vocês.*

*À minha amada, Grace, minha Vida. Você tornou tudo mais leve, possível e realizável. A tua serenidade me fez prosseguir, o teu apoio incondicional me fez desenvolver cada passo e tornar possível o que parecia impraticável. O meu amor por você é imensurável. Agradeço por me conceder a felicidade de conviver com o cão mais lindo desse mundo, Fly, in memoriam, e ter a alegria de Mel e Zeus.*

*À Vida, pela magia.*

## Lista de Tabelas

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| <b>Capítulo 1</b> | <b>Apresentação geral da tese</b>  | <b>1</b>   |
| <b>Tabela 1.</b>  | Espécies de <i>Cladophora</i> referidas para o litoral do Brasil.  | <b>14</b>  |
| <b>Tabela 2.</b>  | Registros de espécies de <i>Cladophora</i> para o litoral do Brasil considerados como de ocorrência duvidosa por Taylor (1931, 1960) e Oliveira Filho (1977).  | <b>20</b>  |
| <b>Tabela 3.</b>  | Pontos de coleta visitados nos estados do litoral do Brasil. Os estados estão listados no sentido Norte–Sul. (*) Pontos visitados, porém não foram encontrados/coletados espécimes de <i>Cladophora</i> .  | <b>27</b>  |
| <b>Tabela 4</b>   | Ciclos das PCRs utilizados para a amplificação dos marcadores moleculares em espécies de <i>Cladophora</i> do litoral do Brasil.   | <b>36</b>  |
| <b>Apêndice 1</b> | Espécimes de <i>Cladophora</i> do litoral do Brasil cujo DNA total foi extraído neste estudo, incluindo dados de coleta (localização, data da coleta e coletor) e o número no banco de dados de DNA (FSA) do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL).  | <b>59</b>  |
| <b>Capítulo 2</b> | <b>Taxonomia das espécies de <i>Cladophora</i> (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA</b>  | <b>69</b>  |
| <b>Tabela 1</b>   | Materiais usados nas análises filogenéticas das espécies de <i>Cladophora</i> Kützinger no litoral do Brasil, incluindo nome das espécies, informações de coleta, código usado na topologia de Inferência Bayesiana (BI), referências e número de acesso ao GenBank. * - sequências parciais do gene LSU obtidas neste estudo. | <b>106</b> |
| <b>Tabela 2</b>   | Materiais tipo de espécies de <i>Cladophora</i> Kützinger examinados para comparação com espécimes referidos para o litoral do Brasil.   | <b>116</b> |

**Lista de Tabelas.** Continuação.

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| <b>Capítulo 3</b> | <b><i>Cladophora codii</i> sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em estudo morfológico e em análises filogenéticas moleculares</b>  | <b>117</b> |
| <b>Tabela 1</b>   | Materiais usados nas análises filogenéticas de <i>Cladophora codii</i> A.M. Alves, L.M.S. Gestinari & C.W.N. Moura, incluindo nome das espécies, informações de coleta, código usado na topologia de Inferência Bayesiana (BI), referências e número de acesso ao GenBank. * - sequências parciais do gene LSU obtidas neste estudo. | <b>138</b> |
| <b>Tabela 2</b>   | Comparação morfológica entre <i>Cladophora codii</i> A.M. Alves, L.M.S. Gestinari & C.W.N. Moura, <i>C. ohkuboana</i> E.M. Holmes, <i>C. radiosa</i> (Suhr) Kützing e <i>C. sakaii</i> Abbott.   | <b>127</b> |

## Lista de Figuras

|                   |  |           |
|-------------------|--|-----------|
| <b>Capítulo 1</b> | <b>Apresentação Geral da Tese</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Figura 1</b>   | Mapa da América do Sul, com a localização dos estados do litoral do Brasil visitados neste estudo.   | <b>25</b> |
| <b>Figura 2</b>   | <b>A–F.</b> Detalhes de alguns pontos de coleta visitados ao longo do litoral do Brasil. <b>A.</b> Praia de Atalaia, Salinópolis, Pará. <b>B.</b> Praia de Araçagi, São José do Ribamar, Maranhão. <b>C.</b> Praia de Cajueiro da Praia, Cajueiro de Praia, Piauí. <b>D.</b> Praia de Iracema, Fortaleza, Ceará. <b>E.</b> Praia de Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba. <b>F.</b> Praia de Boa Viagem, Recife, Pernambuco.              | <b>32</b> |
| <b>Figura 3</b>   | <b>A–F.</b> Detalhes de alguns pontos de coleta visitados ao longo do litoral do Brasil. <b>A.</b> Praia da Sereia, Maceió, Alagoas. <b>B.</b> Praia da Coroa do Meio, Aracaju, Sergipe. <b>C.</b> Praia de Back Door, Ilhéus, Bahia. <b>D.</b> Praia do Emissário da CETREL, Arembepe, Camaçari, Bahia. <b>E.</b> Praia de Bacutia, Vitória, Espírito Santo. <b>F.</b> Praia Rasa, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro.                | <b>33</b> |
| <b>Figura 4</b>   | <b>A–F.</b> Detalhes de alguns pontos de coleta visitados ao longo do litoral do Brasil. <b>A.</b> Praia de Cepilho, Paraty, Rio de Janeiro. <b>B.</b> Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. <b>C.</b> Praia Dura, Ubatuba, São Paulo. <b>D.</b> Praia do Nhá Piña, Ilha do Mel, Paranaguá, Paraná. <b>E.</b> Praia de Galhetas, Florianópolis, Santa Catarina. <b>F.</b> Praia da Cal, Torres, Rio Grande do Sul. | <b>34</b> |
| <b>Capítulo 2</b> | <b>Taxonomia das espécies de <i>Cladophora</i> (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA</b>  | <b>73</b> |
| <b>Figura 1.</b>  | Primeira parte da topologia da análise Bayesiana para os 126 taxa baseada no conjunto de dados de LSU rDNA. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequências novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank.   | <b>84</b> |

**Lista de Figuras.** Continuação.

- Capítulo 2** **Taxonomia das espécies de *Cladophora* (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA** **73**
- Figura 2** Segunda parte da topologia da análise Bayesiana para os 126 taxa baseada no conjunto de dados de LSU rDNA. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequências novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank. **85**
- Capítulo 3** ***Cladophora codii* sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em estudo morfológico e em análises filogenéticas moleculares** **127**
- Figuras 1–9** *Cladophora codii* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura. HUEFS 136580, holótipo. **1.** Hábito do talo em campo, crescendo em associação com *Codium intertextum* Collins & Herv., barra da escala 2 cm **2.** Aspecto geral do talo formando tufo, barra da escala 2 mm. **3.** Célula basal com rizoide ramificado basal, barra da escala 300 µm. **4–5.** Ramos com rizoides intercalares descendentes, barra da escala 200 µm e 400 µm, respectivamente. **6.** Detalhe da ramificação da região basal-mediana, mostrando células com rizoides descendentes (seta), barra da escala 1 mm. **7–8.** Detalhe da ramificação pseudodicotômica, barra da escala 400 µm, em ambas. **9.** Cristais proteicos tetraédricos visíveis na célula, barra da escala 25 µm. **133**
- Figura 10** Topologia da análise Bayesiana para os 44 taxa baseada no conjunto de dados de LSU rDNA. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. A sequência de *Cladophora codii* sp. nov. produzida neste estudo está em negrito no clado *Longi-articulatae*. Outros dados provenientes do GenBank. **135**

**Lista de Figuras.** Continuação.

- Capítulo 4** **Taxonomia morfológica de espécies cladoforoides do litoral do Brasil** **156**
- Figura 1** **A–H. *Cladophora albida* (Ness) Kütz.** **A.** aspecto geral do talo. **196**  
**B.** detalhe da porção basal do lado com ramificação densa. **C–D.** detalhe da ramificação falcada unilateral. **E–F.** formação de filamentos longos pouco ramificados. **G.** célula basal com ramo suprabasal com ramificação alterna a unilateral. **H–I.** porção apical do talo com célula apical obtusa.
- Figura 2** **A–H. *Cladophora aokii* Yamada.** **A.** hábito, ocorrendo formando densas populações na área de arrebentação sob substrato rochoso. **197**  
**B.** aspecto geral do talo. **C.** detalhe das células elevadas com formação de rizoides moleculares no polo proximal das células. **D.** rizoides basais com extremidades lobadas a hapteroidais. **F.** células da região mediana do talo. **G–H.** detalhe do ápice do talo com ramificação unilateral.
- Figura 3** **A–E. *Cladophora brasiliiana* G.Martens.** **A.** hábito, crescendo como epífita de *Anadyomene stellata* (Wulfen) C.Agardh. **198**  
**B.** aspecto geral do talo. **C.** detalhe da ramificação pseudotricotômica a unilateral nos últimos ramos. **D–E.** detalhe da ramificação unilateral e das células alongadas dos últimos ramos.
- Figura 4.** **A–I. *Cladophora catenata* do Brasil (nom. prov.).** **A.** aspecto geral do talo, formando tufos densos. **199**  
**B.** detalhe de um talo fixo no substrato por rizoides hapteroidais. **C.** talo com inversão de polaridade. **D.** ponto basal do talo. **E–F.** ramos com extremidades rizoidais **G.** células apical cilíndrica e alongada. **H.** detalhe do fungo *Blodgettomyces borneti* (E.P.Wright) Feldmann nas paredes celulares. **I.** *B. borneti* e cristais tetraédricos visível no protoplasto da célula, seta.

## Lista de Figuras. Continuação.

- Capítulo 4 Taxonomia Morfológica de Espécies Cladoforoides do Litoral do Brasil 156**
- Figura 5 A–F. *Cladophora coelothrix* do Brasil (nom. prov.). A.** aspecto geral do talo. **B–C, F.** filamentos entrelaçados com ramificação pseudodi–tricotômica. **D–E.** Ramos basais com rizoides intercalares formando estrutura semelhante a estolão. **200**
- Figura 6. A–G. *Cladophora conferta* P.Crouan & H.Crouan, in Schramm & Mazé. A.** aspecto geral do talo. **B.** célula basal. **C.** parede basal do talo com células apresentando contrações anelares. **D.** detalhe da ramificação pseudotricotômica. **E.** ápice do talo com filamentos apical formando gancho. **(cont.)F–G.** eixo principal com ramificação pseudotricotômica. **201**
- Figura 7. A–H. *Cladophora corallicola* Børgesen. A.** aspecto geral do talo. **B.** talo crescendo sobre substrato arenoso com as extremidades rizoidais aderindo ao mesmo. **C–D.** região basal mediana do talo. **E.** porção apical com ápice encurvado. **F.** célula apical reta a levemente curvada. **G–I.** rizoides intercalares com extremidade hapteroidal. **202**
- Figura 8 A–E. *Cladophora dalmatica* Kütz. A.** Aspecto geral do talo. **B–D.** Últimos ramos com ramificação falcada. **E.** Célula basal com base lobada. **203**
- Figura 9. A–E. *Cladophora laetevirens* do Brasil (nom. prov.). A.** aspecto geral do talo. **B.** detalhe da ramificação unilateral. **C–D.** porção de ramos curtos unicelulares. Ao longo do talo. **E.** detalhe da porção basal do talo densamente ramificada. **204**
- Figura 10. A–G. *Cladophora lehmanniana* (Lindenb.) Kütz. A–B.** aspecto geral o talo. **C–E.** detalhe da ramificação falcada, reta. **F.** célula basal. **G.** ramificação dicotômica. **205**
- Figura 11 A–H. *Cladophora prolifera* do Brasil (nom. prov.). A.** habito, crescendo na poça de maré sob substrato rochoso e geralmente soterrados em areia. **B.** variação do tamanho e densidade dos talos coletados. **C.** talo laxo. **D–E.** detalhe da ramificação. **(cont)** **206**

## Lista de Figuras. Continuação.

- Capítulo 4 Taxonomia Morfológica de Espécies Cladoforoides do Litoral do Brasil 156**
- Figura 11 F.** formas de politomias. **G.** processos rizoidais curtos fixando a célula à parental abaixo **H.** rizoide com constrições anelares. **206**
- Figura 12. A–E. *Cladophora rupestris* do Brasil (nom. prov.). A.** aspecto geral do talo. **B.** talo com ramificação esparsa a pseudodicotômica. **D.** célula basal. **E.** célula apical com ápice levemente afilado e com parede celular lamelada. **207**
- Figura 13. A–D. *Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. A.** aspecto geral do talo. **B.** detalhe do talo com ramificação unilateral a alternas. **C–D.** talo com formação de ramos longos. **208**
- Figura 14. A–F. *Cladophora socialis* Kütz. A.** aspecto geral do talo emaranhado. **B.** eixo principal com os últimos ramos apresentando ramificação alterna. **C.** ramificação unilateral. **D.** ramificação alterna **E.** ramificação pseudodicotômica **F.** ramificação alterna a unilateral. **209**
- Figura 15. A–G. *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek. A.** hábito, crescendo sob alga calcária coralinácea. **B.** aspecto geral do talo. **C.** ramificação fasciculada a unilateral. **D.** parte basal do talo com célula basal apresentando rizoides lobado. **E.** Detalhe da célula basal com rizoide lobado. **F.** detalhe dos últimos ramos com ramificação falcada. **G.** Células dos últimos ramos férteis com paplas laterais (setas). **210**
- Figura 16. A–H. *Willella ordinata* Børgesen. A.** aspecto geral do talo. **B.** porção basal. **C-E.** detalhe da ramificação pseudotricotômica regular a politômica. **F.** ramo fértil com células sem o protoplasto. **G.** aspecto do talo com células apresentando ápice obtuso **H.** detalhe da célula basal bastante ramificada. **218**
- Figura 17 A–E. *Willella brachyclados* (Mont.) A.M.Alves & C.W.N.Moura. A.** aspecto geral do talo. **B–C.** detalhes da ramificação irregular de diferentes porções do talo. **D.** parte basal o talo bastante ramificado. **(cont.) 219**

**Lista de Figuras.** Continuação.

|                   |   |            |
|-------------------|---|------------|
| <b>Capítulo 4</b> | <b>Taxonomia Morfológica de Espécies Cladoforoides do Litoral do Brasil</b>   | <b>156</b> |
| <b>Figura 8.</b>  | <b>F.</b> célula basal com ramos colapsados, célula basal simples. <b>G.</b> célula ramo com caule apical obtuso.   | <b>219</b> |
| <b>Figura18.</b>  | <b>A–F. <i>Willeella crispula</i> (Vickers) A.M.Alves &amp; C.W.N.Moura.</b> <b>A.</b> aspecto geral do talo com ramos densamente enrolados. <b>B–C.</b> ramos bastante enrolados ramificação pseudotricotômica a unilateral. <b>D–F.</b> detalhe do talo com ramificação basal unilateral.   | <b>220</b> |
|                   | <b>Considerações Finais e Perspectiva futuras</b>   | <b>234</b> |
| <b>Figura 1.</b>  | Mapa de distribuição dos taxa cladoforoides no litoral do Brasil. Os estados amostrados, de norte a sul, estão destacados, são: Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As adições à ficoflora do Brasil estão em negrito. * Nomes provisórios. | <b>236</b> |

## Abreviaturas

|                    |   |
|--------------------|---|
| !                  | Material tipo examinado.  |
| µm                 | micrômetro ( $10^{-6}$ m).  |
| cm                 | centímetro ( $10^{-2}$ m).  |
| m                  | metro ( $10^0$ ).   |
| mm                 | milímetro ( $10^{-3}$ m).   |
| cm/seg             | centímetro/segundo.   |
| km                 | quilômetro ( $10^3$ m).   |
| km <sup>2</sup>    | 1 000 000 metros quadrados (m <sup>2</sup> ).   |
| °                  | grau(s): medida do ângulo em relação ao equador ou a um meridiano de referência.                  |
| °C                 | grau(s) Celsius.  |
| '                  | horas(s).   |
| ''                 | minuto(s).  |
| %                  | percentagem ou porcentagem.   |
| S                  | ponto cardeal sul.  |
| W                  | ponto cardeal oeste.  |
| CaOx               | oxalato de cálcio.  |
| cf.                | <i>confer</i> – confronte com, compare com.   |
| compr.             | comprimento.  |
| diâm.              | diâmetro.   |
| DNA                | ácido desoxirribonucléico (ADN: português ou por convenção, DNA).                                 |
| Fig.               | figura.   |
| BI                 | Inferência Bayesiana.   |
| ITS                | região entre espaços internos transcritos, refere-se a um ponto não funcional.                    |
| larg.              | Largura.  |
| LSU                | grande subunidade de DNA ou RNA.  |
| MP                 | Máxima parcimônia.  |
| <i>nom. illeg.</i> | <i>nomen illegitimum</i> : nome ilegítimo (Código Internacional de Nomenclatura Botânica - ICBN). |
| <i>nom. cons.</i>  | <i>nomen conservandum</i> : nome conservado (ICBN).   |
| nrDNA              | DNA ribossômico nuclear.  |
| Pb                 | Pares de bases  |
| pro parte          | parcialmente.   |
| RFA                | Herbário da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).  |
| rDNA               | DNA ribossômico.  |
| RNA                | Ácido Ribonucleico (ARN - RNA: por convenção).  |
| rRNA               | RNA ribossômico.  |
| <i>s.col.</i>      | sem coletor.  |
| <i>s.d.</i>        | sem data.   |

**Abreviaturas.** Continuação.

|             |  |
|-------------|--|
| <i>s.l.</i> | <i>sensu lato</i> : em sentido amplo.      |
| <i>s.n.</i> | sem número.                                |
| sp.         | espécie.                                   |
| <i>s.s.</i> | <i>sensu stricto</i> : em sentido estrito. |
| SSU         | pequena subunidade de DNA ou RNA.          |

## RESUMO

O gênero *Cladophora* é um dos gêneros mais comuns de algas verdes, amplamente distribuído, ocorrendo desde as regiões tropicais à Ártica, possui habitat principalmente marinho, com representantes ocorrendo ainda em ambientes estuarinos, salobros e dulcícolas. Apresenta morfologia facilmente reconhecida dentro das Chlorophyta por possuir talo filamentoso unisseriado, ramificado, formado por células multinucleadas com numerosos cloroplastos discoides dispostos formando um retículo parietal, com pirenoide bilenticular. Embora o gênero seja de fácil reconhecimento, dentre as clorofíceas marinhas, é o que apresenta as maiores dificuldades para identificação específica, reflexo da grande plasticidade morfológica que apresenta, uma vez que a morfologia do talo pode variar com a idade, grau de movimentação da água, dentre outras características do habitat. Além disso, a carência de descrições completas e uniformes têm contribuído para aumentar a confusão em torno da taxonomia do gênero. Visando um melhor entendimento das relações entre as espécies de *Cladophora* muitos trabalhos filogenéticos moleculares têm sido desenvolvidos, como os de proposição e identificação taxonômica de novas espécies, gêneros e famílias e de relações filogenéticas intergenéricas e intraespecíficas. No entanto, estes ainda são escassos para as regiões tropicais. No litoral do Brasil o único trabalho que envolvia o estudo de dados de DNA (SSU rDNA) foi desenvolvido no intuito de elucidar as relações filogenéticas moleculares de isolados de *C. vagabunda* ocorrentes ao longo do litoral brasileiro. O presente trabalho partiu da necessidade de se ampliar esse estudo às demais espécies do Brasil utilizando outros marcadores moleculares aliados ao estudo morfológico dessas espécies. Diante disso, realizou-se a taxonomia das espécies de *Cladophora* do Brasil baseada em estudos morfológicos e análise filogenética molecular baseada em sequências parciais de LSU rDNA em sequências parciais de LSU rDNA, na qual foram geradas 49 sequências. A análise filogenética molecular revelou 17 taxa distribuídos em dois gêneros: *Cladophora* (14) e *Willeella* (3). Em *Cladophora* 14 taxa tiveram a sua posição filogenética elucidada, dentre estas quatro espécies indeterminadas, *Cladophora* sp. 1, descrita como uma espécie nova *C. codii*, com base em dados morfológicos e moleculares e as demais, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4 foram separadas apenas na filogenia molecular. O gênero *Willeella* foi reestabelecido devido à posição filogenética molecular de *C. ordinata* em um clado separado das demais espécies de *Cladophora*, com espécimes de *C. crispula* e *C. montagneana*, os quais foram transferidos para *Willeella*, como *W. brachyclados comb. nov.* e *W. crispula comb. nov.* De acordo com a análise filogenética, *Cladophora catenata* corresponde a um novo gênero com três espécies e, *Cladophora liebetruthii* um novo membro do gênero *Microdictyon*, o primeiro devido ao fato de divergir do clado de *Anadyomene* e por estar e distantemente relacionado às demais espécies de *Cladophora*, da mesma forma *C. liebetruthii* ocorreu em um clado com espécies de *Microdictyon*. Foram identificadas 22 espécies cladoforoides para o litoral do Brasil, sendo 19 espécies de *Cladophora* e três de *Willeella*. Dentre os representantes de *Cladophora* são prováveis espécies novas: os dois agrupamentos de *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) e de *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.), *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.), *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4. Cinco espécies de *Cladophora* foram confirmadas apenas através de caracteres morfológicos: *C. brasiliiana*, *C. corallicola*, *C. sericea*, *C. socialis* e *C. vagabunda*. Com base nos resultados obtidos tornou-se mais evidente a necessidade de que sejam desenvolvidos mais estudos filogenéticos moleculares ampliando a amostragem de taxa cladoforoides utilizando mais marcadores moleculares para um melhor entendimento e elucidação das relações filogenéticas entre essas espécies. Este estudo contribuiu para uma compreensão mais ampla

das relações filogenéticas moleculares dos taxa do Atlântico Sul incluídos no gênero *Cladophora* e forneceu mais dados que subsidiarão investigações futuras.

Palavras-chave: *Cladophora*, filogenia molecular, litoral do Brasil, sistemática, taxonomia, *Willeella*.

**ABSTRACT**

The *Cladophora* genus is one of the most common genera of green algae, widely distributed, occurring from the tropics to the Arctic, has mainly marine habitat, with representatives still occurring in estuaries, brackish and freshwater. Presents morphology easily recognized within the Chlorophyta for possessing stem filamentous uniseriate, branched, formed by giant cells with numerous willing discoid chloroplasts form a parietal reticulum, with bilenticular pyrenoid. Although gender is easily recognizable among the marine green algae, is the one with the greatest difficulties for identification, reflecting the great phenotypic plasticity that has, since the morphology of the stem may vary with age, degree of movement of water, among other habitat features. In addition, the lack of complete and uniform descriptions have contributed to the confusion surrounding the taxonomy of the genus. For better understanding of the relationships between species of *Cladophora* many molecular phylogenetic studies have been developed, such as the proposition and taxonomic identification of new species, genera and families and intergeneric and intraspecific phylogenetic relationships. However, these are still scarce for tropical regions. On the coast of Brazil the only work that involves the study of DNA data (SSU rDNA) was developed in order to elucidate the molecular phylogenetic relationships of isolates of *C. vagabunda* occurring along the Brazilian coast. This work was the need to extend this study to other species in Brazil using other molecular markers allied to morphological study of these species. Therefore, there was the taxonomy of species of *Cladophora* in Brazil based on partial sequences of LSU rDNA, in which 49 were generated sequences. Molecular phylogenetic analysis revealed 17 taxa distributed in two genera: *Cladophora* (14) and *Willeella* (3). In *Cladophora* 14 taxa had their phylogenetic position elucidated, among the four species of *Cladophora* undetermined, *Cladophora* sp. 1 has been described as a new species *Cladophora codii* based on morphological and molecular data, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 and *Cladophora* sp. 4 were separated only in the molecular phylogeny to be described later. The *Willeella* genus was reestablished by molecular phylogenetic position *C. ordinata* in a clade separate from other species *Cladophora*, with specimens *C. crispula* and *C. montagneana*, which have been transferred by the authors to *Willeella* as *W. brachyclados*. comb. nov. and *W. crispula* comb. nov. respectively. *Cladophora catenata* grouping represents a new genus with three species, *C. liebetruthii* a new member of the genus *Microdictyon*, first due to the fact diverge from clade of *Anadyomene* and being and distantly related to other species of *Cladophora* and *C. liebetruthii* occurred in a clade with *Microdictyon* species. They identified 22 species cladoforoides to the coast of Brazil, 19 species of *Cladophora* and three *Willeella*. According to this study are new taxa: the two grouping of *C. coelothrix* of Brazil (nom. prov.) and *C. laetevirens* of Brazil (nom. prov.), *C. prolifera* of Brasil (nom. prov.), *C. rupestris* of Brazil (nom. prov.), *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 and *Cladophora* sp. 4. Five species of *Cladophora* were confirmed only by morphological characters: *C. brasiliiana*, *C. corallicola*, *C. sericea*, *C. socialis* and *C. vagabunda*. Based on the results it became more evident the need for encouraging more molecular studies expanding the sampling cladophoroids taxa and using more molecular markers to better understand and elucidate the phylogenetic relationships among species. This study contributed to a broader understanding of the molecular phylogenetic relationships of the South Atlantic taxa included in the genus *Cladophora* and provided more data that will subsidize future investigations.

Keywords: Brazilian coast, *Cladophora*, molecular phylogeny, systematics, taxonomy, *Willeella*.

## SUMÁRIO

|                   |   |      |
|-------------------|---|------|
|                   | Lista de Tabelas  | i    |
|                   | Lista de Figuras  | iii  |
|                   | Abreviaturas  | ix   |
|                   | RESUMO  | xi   |
|                   | ABSTRACT  | xiii |
| <b>Capítulo 1</b> | <b>Apresentação Geral da Tese</b>   |      |
|                   | <b>1. Introdução Geral</b>  | 1    |
|                   | 1.1 Características gerais do gênero <i>Cladophora</i>  | 2    |
|                   | 1.2. Marcadores moleculares em algas verdes (Chlorophyta)   | 5    |
|                   | 1.3 Estudos Moleculares em <i>Cladophora</i>  | 6    |
|                   | 1.4. Revisão Histórica de estudos do gênero <i>Cladophora</i> no litoral do Brasil                                    | 9    |
|                   | 1.5. Justificativa e Objetivos do presente estudo   | 21   |
|                   | <b>2. Área de Estudo: Litoral do Brasil</b>   | 22   |
|                   | <b>3. Material e Métodos</b>  | 23   |
|                   | Amostras  | 23   |
|                   | Estudo Morfológico  | 24   |
|                   | Estudo Molecular  | 35   |
|                   | Extração de DNA   | 35   |
|                   | Amplificação e purificação dos marcadores moleculares   | 36   |
|                   | Sequenciamento dos marcadores moleculares   | 37   |
|                   | Preparação das matrizes   | 37   |
|                   | Reconstrução Filogenética   | 38   |
|                   | <b>4. Referências</b>   | 39   |
|                   | Apêndice 1  | 59   |
| <b>Capítulo 2</b> | <b>Taxonomia das espécies de <i>Cladophora</i> (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA</b> | 73   |
|                   | Abstract  | 74   |
|                   | Introdução  | 75   |
|                   | Material e Métodos  | 79   |
|                   | Amostras e morfologia   | 80   |
|                   | Obtenção de dados moleculares   | 80   |
|                   | Preparação da matriz  | 81   |
|                   | Reconstrução filogenética   | 81   |
|                   | Resultados  | 82   |
|                   | Discussão   | 89   |
|                   | Referências   | 102  |
|                   | Anexos  | 126  |

**SUMÁRIO.** Continuação.

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Capítulo 3</b> | <b><i>Cladophora codii</i> sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em estudo morfológico e em análises filogenéticas moleculares</b> | 127 |
|                   | Abstract  | 127 |
|                   | Introdução  | 128 |
|                   | Material e Métodos  | 129 |
|                   | Resultados  | 131 |
|                   | Discussão   | 139 |
|                   | Referências   | 141 |
|                   | Anexos  | 155 |
| <b>Capítulo 4</b> | <b>Taxonomia morfológica de espécies cladoforoides do litoral do Brasil</b>   | 156 |
|                   | Abstract  | 156 |
|                   | Introdução  | 156 |
|                   | Material e Métodos  | 158 |
|                   | Resultados e Discussão  | 159 |
|                   | Considerações Finais  | 222 |
|                   | Referências   | 224 |
| <b>Capítulo 5</b> | <b>Considerações Finais e Perspectivas Futuras</b>  | 234 |

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Cladophora* foi proposto por Kützing (1843), no qual agrupou muitas espécies do gênero *Conferva* proposto por Linnaeus (1753). As revisões taxonômicas de Kützing (1843, 1845, 1847, 1849) e a adição de novas descrições de espécies, subespécies e variedades por vários autores, resultou, devido à plasticidade morfológica exibida por *Cladophora*, em 1060 epítetos (específicos e intraespecíficos), dos quais apenas 208 são, atualmente, aceitos taxonomicamente (Guiry & Guiry 2015).

A posição taxonômica do gênero *Cladophora* tem sido objeto de divergência entre os ficólogos. van den Hoek *et al.* (1995) elevaram todas as ordens de Chlorophyta à classes, sendo a ordem Cladophorales elevada a Cladophorophyceae *nom. nud.*, na qual incluiu o gênero *Cladophora*. Wynne (2011) o incluiu na classe Siphonocladophyceae proposta por Wille (1909). Na maioria dos trabalhos *Cladophora* é alocado na classe Ulvophyceae, proposta por Stewart & Mattox (1978) (Lee 1989, 2008, Graham & Wilcox 2000, Guiry & Guiry 2015). Nas classificações acima os autores incluem o gênero *Cladophora* na ordem Cladophorales e na família Cladophoraceae.

*Cladophora* é um dos gêneros mais comuns de algas verdes (Leliaert & Boedeker 2007), com ampla distribuição, ocorrendo desde as regiões tropicais, subtropicais, temperadas à Ártica, possui habitat principalmente marinho, com representantes ocorrendo ainda em ambientes estuarinos, salobros e dulcícolas (Leliaert *et al.* 2003). Em ambiente marinho pode ocorrer desde a região entremarés a profundidades de até 73 m (Taylor 1960, Norris & Olsen 1991, Yoneshigue-Valentin *et al.* 2006).

Dada sua ampla distribuição, na literatura há registros sobre a ocorrência de “blooms” com algumas espécies de *Cladophora* registradas em regiões temperadas como *C. vagabunda* (L.) C.Hoek na Baía Waquoit, USA (Peckol *et al.* 1994), *C. glomerata* (L.) Kütz. no Mar Báltico (Gubelit & Berezina 2010) e *C. sericea* (Huds.) Kütz. na Dinamarca (Thybo-Christesen *et al.* 1993), e tropicais como *C. prolifera* (Roth) Kütz. nas Bermudas (Bach & Josselyn 1978, Lapointe & O’Connell 1989).

Grande parte do conhecimento sobre o gênero *Cladophora* é fornecida nos trabalhos de van den Hoek (van den Hoek *et al.* 1995, van den Hoek 1963, 1982, van den Hoek & Womersley 1984, van den Hoek & Chihara 2000).

### 1.1 Características gerais do gênero *Cladophora*

O gênero *Cladophora* apresenta morfologia facilmente reconhecida dentro das Chlorophyta por apresentar talo filamentosos unisseriados, ramificados, formado por células multinucleadas com numerosos cloroplastos discoides dispostos formando um retículo parietal, com pirenoide bilenticular. Embora o gênero seja de fácil reconhecimento, dentre as clorofíceas marinhas, é o que apresenta as maiores dificuldades para identificação específica, reflexo da grande plasticidade morfológica que apresenta, uma vez que a morfologia do talo pode variar com a idade, grau de movimentação da água, dentre outras características do habitat. Além disso, a carência de descrições completas e uniformes e a dificuldade na observação de alguns caracteres para uma identificação segura dos taxa têm contribuído para aumentar a confusão em torno da classificação, identificação, sinonímia e nomenclatura do gênero (Collins 1909, van den Hoek 1963, Parodi & Cáceres 1991, Gustinari *et al.* 2009).

A dificuldade na identificação das espécies é patente em diversas partes do mundo, visto que vários autores atribuem o mesmo epíteto específico a diferentes taxa ou epítetos específicos diferentes a espécimes de mesmo táxon. Taylor (1960) apontou sobre a dificuldade de análise dos materiais dos trópicos americanos devido ao grande número de identificações e às descrições incompletas. A variação morfológica do talo de algumas espécies de *Cladophora* e a dificuldade de identificação têm sido relatadas também por diferentes autores brasileiros, como Ugadim (1973), Oliveira Filho (1977), Santos (1983), Kanagawa (1984), Yoneshigue (1985), Gustinari *et al.* (2010).

Segundo van den Hoek (1963, 1982) muitos dos critérios taxonômicos usados nas publicações de *Cladophora* marinhas são derivados direta ou indiretamente de Kützing, os quais são muito plásticos, como coloração, altura do talo, tipo de ramificação (densa ou esparsa, alterna ou oposta, di, tricotômica ou não, falcada ou reta), textura (rígida ou flácida), diâmetro e comprimento/largura do eixo e dos últimos ramos. van den Hoek (1963) analisou a validade destes critérios taxonômicos usados para distinção de espécies e variedades, dentre os quais considerou como características com valor sistemático: a densidade de ramificação, o número máximo de ramificação de ramos em um ponto de ramificação, a curvatura do sistema de últimos ramos, a rigidez dos filamentos como resultado da espessura da parede celular, o diâmetro e a relação comprimento/largura das células, sendo o diâmetro das células dos últimos ramos especialmente importantes.

Onze tipos arquiteturais de talo foram considerados por van den Hoek (1963), constituindo as seções de *Cladophora*: *Aegagropila* (Kütz.) Hansgirg, *Affines* Brand, *Basicladia* W.E.Hoffman & J.E.Tilden, *Boodleoides* C.Hoek, *Chamaethamnion* (Reinke) C.Hoek, *Cladophora* Kütz., *Cornuta* C.Hoek, *Glomeratae* Kütz., *Longi-articulatae* Hamel, *Repentes* Kütz. e *Rupestres* Kütz. Posteriormente, van den Hoek (1982) propôs três novas seções: *Dorsiventrals* C.Hoek, *Willeella* (Børgesen) e *Xanthochlora* C.Hoek e postulou a hipótese filogenética morfológica de que outros gêneros em Siphonocladales e Cladophorales, com arquiteturas mais complexas ou mais simplificadas, representam especializações futuras de um tipo arquitetural básico encontrado em *Cladophora*, tendo posteriormente especulado sobre o não monofiletismo deste (van den Hoek 1982, 1984). Mais recentemente, van den Hoek & Chihara (2000), com base nas análises filogenéticas moleculares desenvolvidas para o gênero, propuseram algumas alterações nas seções de van den Hoek (1963, 1982), dentre as quais a inclusão da seção *Rugulosae* Sakai, para acomodar os taxa *C. prolifera* (Roth) Kütz., *C. wrightiana* Harv., *C. aokii* Yamada e *C. horii* C.Hoek & M.Chihara [= *Pseudocladophora horii* (C.Hoek & M.Chihara) C.Boedeker & F.Leliaert], anteriormente incluídos na seção *Longi-articulatae*, caracterizada e distinta desta última por apresentar rizoides nas partes distais do talo. Propôs, ainda, a ampliação da seção *Glomeratae* incluindo as espécies da seção *Rupestres* por ocorrerem juntas na filogenia de Bakker *et al.* (1994), baseada em 18S rDNA, e a manutenção de *Cladophora rupestris* (L.) Kütz. na seção *Rupestres s.s.* por se posicionar separada das demais na mesma filogenia, com espécies do gênero *Chaetomorpha* Kütz.

van den Hoek (1982) propôs 19 critérios para a distinção das espécies em *Cladophora*: 1– organização do talo (acrómeta, irregular e dorsiventral) e 2– modo de crescimento (divisão intercalar e apical); 3– inserção dos ramos (apical e lateral); 4– ângulo de ramificação (pequeno e grande); 5– distinção de eixo principal; 6– diâmetro de células apicais, dos últimos ramos e dos eixos principais; 7– razão de comprimento/largura de células apicais, células dos últimos ramos e células do eixo principal: comprimento relativo da célula; 8– curvatura do sistema dos últimos ramos (falcada: mais ou menos encurvada, recurvada ou distalmente encurvada e proximamente recurvada refracto–recurvada ou, ainda, curvada e decumbente); 9– número máximo de ramos por nó; 10– densidade da ramificação (esparsa ou densa); 11– formato das células apicais e intercalares (extremidade arredondada ou obtusa); 12– aumento da espessura dos filamentos em direção basípeta; 13– espessura da parede celular e rigidez da planta; 14– coloração das plantas; 15– densidade e forma do retículo dos cloroplastos; 16– modo de fixação (rizoides

multicelulares, ramificados originados dos polos da célula basal e de outras células na região basal, rizoides adicionais originados de polos basais de células intercalares na parte distal da planta ou ainda por disco hapteroidal apical ou rizoides ramificados apicais, como em *C. catenata* Kütz., numerosos rizoides hapteroidas laterais e apicais, como em *C. liebetruthii* Grunow, ou ainda por um simples disco hapteroidal basal); 17– modo de reprodução, o tipo comum de histórico de vida é o haplodiplonte isomórfico, algumas espécies se reproduzem por reprodução assexuada por zoósporos biflagelados ou vegetativa por produção de acinetos, 18– modo de agregação dos gametas; e 19– hábito macroscópico e comprimento máximo das plantas, sendo fixo com poucos centímetros de altura, como em *C. catenata*, ou como esteiras semelhantes a musgos, como em *C. coelothrix* Kütz., formando talos com aspecto de vassouras de até 1 m de altura, como em *C. rupestris* (L.) Kütz., talos ondulados, como em *C. ruchingeri* (C.Agardh) Kütz., até 30 cm de altura, formando massas flutuantes, até 5 cm de largura ou como de formato esférico, como *C. jongoriorum* C.Hoek.

Concomitantemente aos trabalhos de van den Hoek (1963, 1982, 1984, 2000), muitos estudos florísticos, incluindo *Cladophora*, foram desenvolvidos para o Atlântico norteamericano, Caribenho e europeu, costa oeste da África, sul da Austrália e Japão, como os de Meñez (1961), Chapman (1961), Söderström (1963), Sakai (1964), Nizamuddin & Begum (1973), Schnetter (1978), van den Hoek & Womersley (1984), Lawson & John (1987), Schneider & Searles (1991), Norris & Olsen (1991) Sartoni (1992), Littler & Littler (1997, 2000), Kraft (2000, 2007) Coppejans *et al.* (2002), Leliaert & Coppejans (2003) e Leliaert & Boedeker (2007).

Utilizando a diversidade de inclusões cristalinas como caráter diagnóstico para Cladophorophyceae, Leliaert & Coppejans (2004) identificaram oito tipos morfológicos pertencente à três composições químicas: oxalato de cálcio, carbonato de cálcio e proteico, sendo um tipo de natureza química incerta, possivelmente de sílica. Segundo estes autores, a morfologia dos cristais de oxalato de cálcio parece ser espécie ou gênero específico, indicando que o seu desenvolvimento é geneticamente controlado e, portanto, com valor sistemático, enquanto outros ocorreram em grupos distantemente relacionados, como os proteicos. Para *Cladophora* foram observados apenas cristais proteicos e de sílica. Muitos autores já tinham sugerido que cristais proteicos poderiam ter função de armazenamento (Jónsson 1962, Wetherbee *et al.* 1984, Pueschel 1992, 1994), o que foi confirmado por Pueschel & Korb (2001), os quais demonstraram que bandas proteicas estavam presentes em talos com fornecimento de nitrogênio, mas ausentes em talos privados deste.

Resultado similar foi obtido por Alves *et al.* (2012), que registraram inclusões cristalinas em cinco espécies de *Cladophora*: de sílica, nas células de *C. coelothrix*, *C. dalmatica* Kütz. e de *C. prolifera* e proteicos nas células de *C. catenata*, *C. dalmatica*, *C. ordinata* (Børgesen) C.Hoek e de *C. prolifera*. A presença destas inclusões nas células dos espécimes estudados, não se mostrou útil na caracterização das espécies.

Até o momento, poucas mudanças taxonômicas foram feitas e ainda há uma considerável confusão sobre a identificação das espécies do gênero. Conseqüentemente, estudos de sistemática molecular devem ser cada vez mais empregados para auxiliar na identificação e delimitação das espécies, inferência de afinidades e relações filogenéticas entre organismos.

## 1.2. Marcadores moleculares em algas verdes (Chlorophyta)

A taxonomia clássica, a qual tem como ferramenta principal a utilização de caracteres morfológicos para a identificação das espécies, tem sido aliada à biologia molecular para elucidar dúvidas quanto à identificação e quanto ao correto posicionamento dos taxa (Freshwater *et al.* 1994, Huisman *et al.* 2004).

A utilização de marcadores moleculares tem sido uma grande evolução na identificação das espécies, pois as informações são obtidas direta ou indiretamente do genótipo, sofrendo uma menor influência do ambiente e um número grande de genes com funções essenciais é encontrado em todos os organismos, podendo ser sequenciados, alinhados e comparados (Hills & Dixon 1991, Oliveira 2001).

Nas últimas duas décadas os ficólogos têm cada vez mais utilizado ferramentas moleculares para resolver problemas taxonômicos e identificar espécies. Como exemplos de marcadores moleculares incluem o espaçador transcrito intergênico (ITS: Bakker *et al.* 1994, Tai *et al.* 2001, Ross *et al.* 2003), a Rubisco (*rbcL*: Hughey *et al.* 2001) e as porções variáveis da grande subunidade ribossomal (LSU: Saunders & Lehmkuhl 2005, Lelliaert *et al.* 2007a).

Os marcadores de DNA barcoding têm avançado para algas vermelhas e pardas, mas para algas verdes esses marcadores ainda estão sendo desenvolvidos (Saunders & Kucera 2010).

Em algas vermelhas e pardas a extremidade 5' do gene Citocromo Oxidase 1 (COI-5P) fornece resolução até o nível de espécie e tem sido aceito como marcador barcode e aplicado para estudos taxonômicos e de biodiversidade em todo o globo (Hebert *et al.*

2004, Saunders 2005, Ferri *et al.* 2009, McDevit & Saunders 2009). Para algas verdes, o COI-5P foi o primeiro marcador de interesse, porém a presença de íntrons em taxa de ulvofíceas (Watanabe *et al.* 1998, Pombert *et al.* 2004, 2006) pode ter sido o maior obstáculo para utilizá-lo como marcador de DNA barcode de macroalgas verdes marinhas.

Nas algas, exceto nas verdes, o gene que codifica a subunidade grande (*rbcL*) da ribulose-1, 5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco) e o gene que codifica a subunidade pequena (*rbcS*) estão localizados no cloroplasto (Palmer 1985, Freshwater & Rueness 1994, Freshwater *et al.* 1994). Já nas algas verdes e plantas terrestres o primeiro localiza-se no cloroplasto e o segundo no núcleo, apresentando indels e ambiguidades no alinhamento das sequências o que dificulta o seu uso em análises filogenéticas (Freshwater & Rueness 1994, Freshwater *et al.* 1994, 1995, Fredericq *et al.* 1996).

De acordo com Lee *et al.* (2001), as sequências não-codificantes do DNA podem ser úteis para comparação intraespecífica dentro de uma população e entre populações, uma vez que elas evoluem mais rapidamente do que as sequências de regiões codificantes.

Saunders & Kucera (2010) avaliaram o uso dos marcadores moleculares *rbcL*, *tufA*, UPA, LSU e ITS como marcadores de DNA barcode para macroalgas verdes marinhas. Todos falharam para Cladophoraceae, exceto ITS que teve baixo sucesso de amplificação. O gene *rbcL* teve sucesso moderado de amplificação (80%), excluindo Cladophoraceae e este resultado foi causado, em parte, pela presença de íntrons dentro do primer *rbcL*-3P, para alguns taxa. Isso reduziu a utilização deste marcador como um sistema universal de DNA barcoding para o grupo. Estes mesmos autores recomendaram que *tufA* fosse adotado como marcador padrão para barcoding de macroalgas verdes marinhas, uma vez que teve 95% de sucesso de amplificação, exceto para Cladophoraceae.

### 1.3 Estudos Moleculares em *Cladophora*

A identificação e delimitação de espécies de *Cladophora* são notoriamente difíceis, devido à morfologia relativamente simples, em muitos casos convergentes, e à grande plasticidade fenotípica. O emprego de caracteres morfológicos tem, em muitos casos, falhado em delimitar adequadamente as espécies do gênero (Bakker *et al.* 1995a, Leliaert *et al.* 2003, 2007a).

Considerando o número elevado de espécies descritas para o gênero, a sua ampla distribuição mundial e a grande dificuldade envolvendo a taxonomia do grupo, são

relativamente poucos os trabalhos realizados com marcadores moleculares visando esclarecer o seu status taxonômico e inferir relações filogenéticas.

Os primeiros estudos moleculares realizados com o grupo das Cladophorales e Siphonocladales deram suporte à hipótese filogenética de van den Hoek (1982), como os de distâncias imunológicas (Olsen-Stojkovich 1986, Olsen & West 1988), de sequência dos genes 18S, 26S e 28S rDNA, de ITS rDNA e de hibridização de DNA-DNA (Bot *et al.* 1989, 1990, Zechman *et al.* 1990, Bakker *et al.* 1992, 1994, 1995a,b, Breeman *et al.* 2002, Hanyuda *et al.* 2002). Entretanto, o conjunto destes trabalhos forneceu evidências de que a ordem Siphonocladales era polifilética e que não havia base para o reconhecimento independente de Cladophorales (*s.s.*) e Siphonocladales (*s.s.*). Além disso, mostrou que *Cladophora* era polifilético e que as especializações dos talos dos representantes de Cladophorales/Siphonocladales evoluíram independentemente múltiplas vezes.

Bakker *et al.* (1994) estudaram o complexo *Cladophora* e as relações evolutivas entre os taxa de Siphonocladales e Cladophorales, com base em sequências parciais do gene 18S rRNA de 18 taxa, pertencentes a oito gêneros, e concluíram que o gênero *Cladophora* era parafilético. Entretanto, outros estudos têm demonstrado que o gênero é polifilético (Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, 2007a).

Bakker *et al.* (1995a), a partir de sequências de ITS rDNA, definiram seis morfótipos biogeográficos para o complexo *C. albida/sericea* (Nees) Kütz., dentre os quais os morfótipos 1 e 6 formaram um clado, enquanto o morfótipos 2, 3, 4 e 5 não tiveram boa resolução formando uma politomia. Segundo os autores, a conexão do clado dos morfótipos 1 e 6 com *C. vagabunda* (grupo externo), em todas as análises, sugere que este é ancestral aos outros morfótipos. Além disso, a hipótese biogeográfica dos autores de que as espécies do Atlântico se originaram de populações do Pacífico não foi corroborada, uma vez que as porções basais de árvores enraizadas apresentaram representantes do Atlântico e do Pacífico. E Bakker *et al.* (1995b) realizaram a filogeografia global de *C. vagabunda*, espécie cosmopolita, através de ITS rDNA e consideraram *C. vagabunda* como um grupo monofilético com origem no Pacífico exibindo traços de vicariância na árvore global e dispersão nas extremidades dos clados.

Posteriormente, Hanyuda *et al.* (2002) ampliaram a filogenia de Bakker *et al.* (1994) com 21 espécies adicionais, a partir de sequências do gene 18S rRNA, incluindo representantes continentais. Esta análise revelou um novo clado designado “*Aegagropila*”, posicionado na base de duas linhagens principais: linhagem 1, com os gêneros *Chaetomorpha*, *Cladophora* e *Rhizoclonium* Kütz. e a linhagem 2, com espécies

pertencentes às famílias Anadyomenaceae, Cladophoraceae, Siphonocladaceae e Valoniaceae, a qual compreende gêneros marinhos e continentais, com arquitetura do talo tipo-*Cladophora*. Concluíram que *Cladophora* é polifilético, pois muitas espécies do gênero estão mais estritamente relacionadas a espécies pertencentes a outros gêneros do que a outras espécies de *Cladophora*.

As filogenias de Siphonocladales (Leliaert *et al.* 2003, 2007a), inferidas a partir de sequências parciais dos genes LSU e LSU e SSU rDNA, respectivamente, com expansão de taxa e aperfeiçoamento da árvore de Siphonocladales, revelaram que Siphonocladales forma um grupo monofilético, enquanto que Cladophorales permanece parafilética, além do não monofiletismo em todas famílias e em muitos gêneros, incluindo *Cladophora*. Demonstraram, também, que os organismos incluídos na classe Cladophorophyceae (= Cladophorales) formam três principais linhagens ao invés de duas ordens (Cladophorales e Siphonocladales) como tradicionalmente aceitas, e que as classificações no nível de famílias e gêneros não refletem as relações filogenéticas, uma vez que o gênero *Cladophora* se mostrou polifilético com representantes distribuídos nas três linhagens: a) Cladophorales incluindo muitas espécies de *Cladophora*, *Chaetomorpha* e *Rhizoclonium*; b) Siphonocladales incluindo um número de espécies de *Cladophora* e dos gêneros *Anadyomene*, *Boodlea* Murray & De Toni, *Siphonocladus* Schmidt e *Valonia* C.Agardh, e c) Aegagropila com poucas espécies de *Cladophora* e gêneros semelhantes de água doce, como *Aegagropila* Kütz., *Pithophora* Wittrock e *Wittrockiella* Wille.

Uma nova linhagem irmã de Cladophorales foi identificada por Leliaert *et al.* (2009a) e proposta como uma família nova, Okellyaceae, para acomodar o gênero *Okellya* Leliaert & Rueness e a espécie *O. curvata* Leliaert & Rueness, devido à sua posição filogenética divergente a Cladophorales, aliada com a combinação de características morfológicas distintas, como a ausência de pirenóide, o tamanho diminuto dos filamentos não ramificados e do disco basal.

Leliaert *et al.* (2003, 2007a) corroboraram a hipótese de van den Hoek (1982, 1984) de que outros gêneros de Cladophorales representam especializações de tipos arquiteturais básicos encontrados no gênero *Cladophora*, porém sugeriram que todas as arquiteturas podem ter derivado de um único ancestral tipo *Cladophora*, presumivelmente caracterizado por filamentos ramificados e divisão celular por invaginação centrípeta da parede celular. Algumas espécies de *Cladophora*, como *C. liebetruthii* e *C. catenata*, teriam evoluído de eventos de redução secundária de morfologias especializadas, como as reticuladas (*Microdictyon* Decne.) e as semelhantes à lâmina (*Anadyomene* J.V.Lamour.).

Na filogenia de *Anadyomene* inferida a partir de sequências parciais de LSU nrDNA (Collado-Vides *et al.* 2013), *C. liebetruthii* ocorreu no clado *Anadyomene/Microdictyon*, com *Microdictyon umbilicatum* (Velley) Zanardini, e *C. catenata* como grupo irmão deste clado, o que demonstra o não monofiletismo destes gêneros, como já observado em publicações prévias (Leliaert *et al.* 2007a, b).

Outros trabalhos filogenéticos moleculares foram desenvolvidos para o gênero *Cladophora*, porém mais pontuais e com uma amostragem menor, como os de proposição e identificação taxonômica de espécies novas (Leliaert *et al.* 2009a, Boedeker & Immers 2009, Boedeker & Hansen 2010, Bast *et al.* 2014, Pochon *et al.* 2015), de novos gêneros e família (Leliaert *et al.* 2009b), de relações filogenéticas intergenéricas (Hanyuda *et al.* 2002, Yoshii *et al.* 2004, Leliaert *et al.* 2007b, 2011, 2012, Proschold & Leliaert 2007, Ichihara *et al.* 2013) e intraespecíficas (Gestinari *et al.* 2009, Hayakawa *et al.* 2012, Thimdao *et al.* 2012). A maioria destes trabalhos foi feita com base em dados de LSU rDNA, seguido de SSU rDNA e de ITS rDNA.

Para o litoral do Brasil, até o momento, o único estudo de sistemática molecular do gênero *Cladophora* é o de Gestinari *et al.* (2009), que verificaram as relações filogenéticas a partir de sequências de SSU rDNA entre espécimes de *Cladophora vagabunda* coletados em diferentes regiões da costa do Brasil e outras espécies de *Cladophora*, de *Rhizoclonium* Kütz., de *Chaetomorpha* e de *Cladophoropsis* Børgesen do GenBank. As amostras de *C. vagabunda* ocorreram em um dos dois grupos formados em dois subclados, um composto por *C. vagabunda* do Brasil + *C. albida* + *C. sericea* da França e o outro com os demais espécimes de *C. vagabunda* do Brasil + *C. vagabunda* do Japão e da França. Segundo as autoras a inclusão de sequências de amostras do Brasil em análises filogenéticas reforçam a necessidade de uma revisão utilizando abordagens moleculares para o gênero *Cladophora*.

O gênero *Cladophora* tem sido estudado no Atlântico norteamericano e europeu, costa oeste da África, sul da Austrália e Japão. No entanto, os representantes tropicais ainda carecem de estudos envolvendo dados de DNA, os quais podem auxiliar na delimitação e inferências das relações filogenéticas entre as espécies de *Cladophora*.

#### **1.4. Revisão Histórica de estudos do gênero *Cladophora* no litoral do Brasil**

O gênero *Cladophora* está distribuído ao longo do litoral brasileiro, sendo registrado desde o estado do Maranhão até o Rio Grande do Sul (Oliveira Filho 1977; Oliveira *et al.* 1999,

Horta 2000, Gestinari *et al.* 2010, Alves *et al.* 2012, Soares & Fujii 2012a) e constitui um elemento importante da flora ficológica do Brasil.

Os primeiros registros de *Cladophora* para o litoral do Brasil coincidem com a primeira fase da história da Ficologia Marinha do Brasil, iniciada por volta de 1830, época em que apareceram as primeiras referências de algas marinhas da costa, estendendo-se por mais de um século (Oliveira Filho 1977), as quais foram realizadas por pesquisadores estrangeiros, baseadas em material coletado esporadicamente durante expedições científicas realizadas em vários pontos do litoral do país, como os trabalhos de Børgesen (1913), Martens (1870, 1871), Dickie (1874'1875'), Möbius (1889, 1890, 1892), Murray (1891), Luetzelbug (1922-1923) e Schmidt (1924). Nestes trabalhos foram referidas as espécies *Cladophora albida* para o Rio de Janeiro, *C. brasiliana* G.Martens, cuja localidade tipo é a Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ, *C. catenata* para Macaé, RJ, *C. echinus* (Biasol.) Kütz. para o Rio de Janeiro, *C. fascicularis* (Mert. ex C.Agardh) Kütz. (= *C. vagabunda*), para o Rio de Janeiro e Ceará, *Cladophora hilarii* Grev. para Aldeia Velha, para o Espírito Santo, *C. heteronema* (C.Agardh) Kütz. (= *C. laetevirens* (Dillwyn) Kütz.), sem localidade específica, *C. utriculosa* Kütz. (= *C. lehmanniana* (Lindenb.) Kütz.) para o Rio de Janeiro, *C. minuta* Dickie cuja localidade tipo é Fernando de Noronha, *C. pellucida* (Huds.) Kütz. para o Rio de Janeiro, *C. prolifera* para o Ceará, *C. nitida* Kütz. (= *C. sericea*) para o Rio de Janeiro e *C. subvaricosa* Dickie, tendo como localidade tipo Fernando de Noronha.

Em 1930, Taylor publicou uma lista de algas coletadas no Brasil pelas expedições Hassler, Albatross e Schmitt e fez referência a *Cladophora fascicularis* (= *C. vagabunda*) para Vila Bela, Ilha de São Sebastião (SP).

Williams & Blomquist (1947) publicaram um trabalho sobre as algas coletadas em 1944-45, pelo primeiro autor, no nordeste brasileiro, e referiram *C. gracilis* f. *subflexuosa* Collins (= *Cladophora sericea*) para Arquipélago de Fernando de Noronha.

A segunda fase inicia-se a partir de 1950 e difere da anterior pelas coletas sistemáticas. O primeiro trabalho representando essa fase foi publicado por Joly (1951), "Contribuição para o conhecimento da flora algológica do Estado do Paraná", o qual foi o primeiro ficólogo brasileiro e o principal responsável pelo grande desenvolvimento deste ramo da Botânica no Brasil (Oliveira Filho 1977), relatando a ocorrência de *Cladophora fascicularis* (= *C. vagabunda*) e uma *Cladophora* sp. Joly (1957) publicou outro importante trabalho "Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores", o qual serviu de base para estudos posteriores. Nesta flora foram

referidas quatro espécies de *Cladophora*: *C. fascicularis* (= *C. vagabunda*), *C. prolifera*, *Cladophora rupestris* e *C. utriculosa* (= *C. lehmanniana*), sendo o primeiro registro de *C. rupestris* para a costa do Brasil. Posteriormente, Joly (1965a) fez referência a quatro espécies de *Cladophora*, *C. fascicularis* (= *C. vagabunda*) e *C. prolifera*, e duas como *Cladophora* sp. para o litoral norte do estado de São Paulo e regiões circunvizinhas.

Oliveira Filho (1977) realizou uma grande contribuição aos estudos de algas marinhas bentônicas do Brasil, uma vez que reuniu todos os dados existentes até aquela data, apresentou a distribuição das mesmas ao longo do litoral brasileiro, fez comentários gerais sobre considerações fitogeográficas e reconheceu 505 espécies como válidas, dentre as quais seis pertencentes ao gênero *Cladophora*: *C. brasiliana*, *C. delicatula* Mont. (= *C. montagneana* Kütz.), *C. fascicularis* (= *C. vagabunda*), *C. prolifera*, *C. rupestris* e *C. utriculosa* (= *C. lehmanniana*), as duas últimas com necessidade de revisão e 15 como de ocorrência duvidosa, com base em Taylor (1931, 1960), sendo: *C. albida*, *C. catenata*, *C. cornea* (Kütz.) Kütz. (= *C. echinus*), *C. crucigera* Grunow, *C. gracilis* (Griffiths) Kütz., *C. echinus*, *C. hilarii*, *C. heteronema* (= *C. laetevirens*), *C. minuta*, *C. brachyclados* (Mont.) Harv. (= *C. montagneana*), *C. morrisiae* Harv., *C. nitida*, *C. pellucida*, *C. subvaricosa*, *C. viridi-fusca* Mont. [= *C. viridifusca* (Mont.) Mont.]. Muitas destas espécies foram colocadas em sinonímia por van den Hoek (1982) e Wynne (2011).

Oliveira *et al.* (1999) publicaram uma síntese sobre as algas e angiospermas marinhas bêmicas do litoral brasileiro: sua diversidade, exploração e conservação e forneceram a lista de espécies fitobêmicas registradas para a costa brasileira, sendo 20 de *Cladophora*: *C. albida*, *C. brasiliana*, *C. capensis* (C.Agardh) De Toni, *C. catenata*, *C. coelothrix*, *C. corallicola* Børgesen, *C. crispata* (Roth) Kütz., *C. crispula* Vickers, *C. dalmatica*, *C. echinus*, *C. flexuosa* (O.F.Müll.) Kütz., *C. lehmanniana*, *C. minuta*, *C. montagneana*, *C. morrisiae*, *C. ordinata* (como *Willeella ordinata* Børgesen), *C. pellucidoidea* C.Hoek, *C. prolifera*, *C. subvaricosa* e *C. vagabunda*.

Outro trabalho muito importante e que reuniu as citações de ocorrências de algas marinhas para o litoral do Brasil, desde Oliveira Filho (1977) até aquela data, foi o de Horta (2000), listando 14 espécies de *Cladophora*: *C. catenata*, *C. coelothrix*, *C. corallicola*, *C. crispata*, *C. crispula*, *C. dalmatica*, *C. echinus*, *C. flexuosa*, *C. lehmanniana*, *C. liebertruthii*, *C. montagneana*, *C. pellucidoidea*, *C. prolifera* e *C. vagabunda*, e suas respectivas distribuições ao longo do litoral do Brasil, desde o estado do Maranhão ao Rio Grande do Sul.

Teixeira *et al.* (1985) publicaram uma lista de algas marinhas bentônicas dragadas entre 37 e 74 m de profundidade na Plataforma Continental das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. No trabalho são citadas 13 espécies de Chlorophyta e dentre estas, *C. fascicularis* (= *C. vagabunda*) para a Estação 2, 17°08'03" S e 36°58'00" W, a 50 m de profundidade, a 130 milhas de distância da costa.

A flora marinha bentônica das ilhas oceânicas brasileiras foi publicada por Villaça *et al.* (2006), através da síntese de informações anteriores e atuais, para o Atol das Rocas, para os arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo, para o Complexo Insular de Trindade e Martin Vaz e para o Arquipélago de Abrolhos e arredores,, na obra Ilhas Oceânicas Brasileiras: da Pesquisa do Manejo do Ministério do Meio Ambiente foram registradas para Atol das Rocas as espécies *C. brasiliana*, *C. dalmatica* e *C. vagabunda*; para o Arquipélago de Fernando de Noronha *C. vagabunda*, *C. montagneana*, *C. flexuosa* e *C. morrisiae* e para o Complexo Insular de Trindade e Martin Vaz, *Cladophora* sp. 1, *Cladophora* sp. 2 e *Cladophora* sp. 3. Não foram registrados espécimes de *Cladophora* para os arquipélagos de São Pedro e São Paulo e de Abrolhos e arredores.

Yoneshigue-Valentin *et al.* (2006) realizaram estudo das macroalgas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira, o qual incluiu os estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro, através do Programa REVIZEE, tendo espécimes de *Cladophora* registrados para o litoral da Bahia, *C. coelothrix*, *C. longicellulata* C.Hoek e uma *Cladophora* sp., e para o litoral do Espírito Santo, *Cladophora* sp. registrados em três estações de coleta.

Até o presente momento, apenas os trabalhos de Gestinari (2004), Gestinari *et al.* (2005, 2009, 2010) e Alves *et al.* (2012) tratam exclusivamente da sistemática do gênero.

Gestinari (2004) estudou o gênero ao longo do litoral do brasileiro. Neste trabalho foram desenvolvidos três estudos: Gestinari *et al.* (2005) avaliaram a influência da concentração de nutrientes e do movimento da água no crescimento *in vitro* de *Cladophora vagabunda*, mostrando que o enriquecimento da água, através dos sais nutrientes e vitaminas, associado à aeração do meio, promoveu alterações na morfologia dos talos desta espécie. Gestinari *et al.* (2009), que verificaram as relações filogenéticas a partir de sequências de SSU rDNA entre espécimes de *C. vagabunda* coletados em diferentes regiões da costa do Brasil e outras espécies de *Cladophora*, de *Rhizoclonium* Kütz., de *Chaetomorpha* e de *Cladophoropsis* do GenBank e Gestinari *et al.* (2010) que apresentaram a distribuição e taxonomia das espécies do gênero ao longo do litoral, onde

foram registradas nove espécies e, posteriormente, Alves *et al.* (2012) que referiram 13 espécies de *Cladophora* para o litoral da Bahia, como parte dos resultados da dissertação de mestrado desenvolvida com a classe Cladophorophyceae para o Estado.

No litoral do Brasil, as outras referências às espécies de *Cladophora* aparecem em trabalhos que abrangem outros grupos de algas marinhas, levantamento florísticos, listas de espécies ou trabalhos de cunho ecológico, algumas destas foram sinonimizadas (Tabela 1) e outras foram consideradas de ocorrência duvidosa por Taylor (1931, 1960) e Oliveira Filho (1977) (Tabela 2). Na literatura consultada constatou-se à ausência de registros para o litoral do Pará, um escasso registro para os estados do Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraná e do Rio Grande do Sul, além de um crescente registro nos outros estados da Região Nordeste, exceção a Alagoas e Sergipe e ainda uma predominância desses nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo.

Recentemente, Alves & Moura (2015) fizeram a revisão das citações de *Cladophora* para o litoral do Brasil e consideraram 23 espécies: *C. albida*, *C. aokii*, *C. brasiliiana*, *C. catenata*, *C. coelothrix*, *C. conferta*, *C. corallicola*, *C. crispula*, *C. dalmatica*, *C. flexuosa*, *C. glomerata*, *C. laetevirens*, *C. lehmanniana*, *C. longicellulata*, *C. montagneana*, *C. ordinata*, *C. prolifera*, *C. pseudorupestris*, *C. pygmaea*, *C. rupestris*, *C. sericea*, *C. socialis* e *C. vagabunda*, através do Projeto Lista de Espécies da Flora do Brasil, parte integrante do Programa REFLORA, o qual tem a função de atualizar as informações sobre nomenclatura, distribuição geográfica e ecologia para cada táxon.

**Tabela 1.** Espécies de *Cladophora* referidas para o litoral do Brasil.

| Espécies                               | Estados e Ilhas oceânicas            | Referências  |
|--|--------------------------------------|--|
| <i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.  | ES, RJ, SP, PR, SC                   | Mitchell <i>et al.</i> (1979), Santos (1983), Yoneshigue (1985), Yoneshigue & Valentin (1988), Yoneshigue-Valentin & Valentin (1992), Barata (2004), Coto (2007), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Coto & Pupo (2009), Pupo & Coto (2011), Pellizzari <i>et al.</i> (2014)   |
|  |                                      | Como <i>Cladophora scitula</i> (Suhr) Kütz.<br>Santos (1983)<br>Alves <i>et al.</i> (2012)   |
| <i>Cladophora aokii</i> Yamada         | ES, RJ, SP, SC                       | Como <i>Cladophora corallicola</i> Børgesen<br>Yoneshigue (1985), Mitchell <i>et al.</i> (1990), Falcão <i>et al.</i> (1992), Yoneshigue-Valentin & Valentin (1992), Brito <i>et al.</i> (2002), Barata (2004), Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2008), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Pupo & Coto (2011), Machado <i>et al.</i> (2011) |
|  |                                      | Como <i>Cladophora echinus</i> (Biasol.) Kütz.<br>Santos (1983)  |
| <i>Cladophora brasiliana</i> G.Martens | RN, BA, RJ, SP, SC<br>Atol das Rocas | Oliveira Filho & Ugadim (1976), Amado Filho <i>et al.</i> (2003), Széchy <i>et al.</i> (2005), Villaça <i>et al.</i> (2006), Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Reis (2009), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Rocha-Jorge (2010), Santos (2010), Varela (2010), Villaça <i>et al.</i> (2010), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012)                                    |

**Tabela 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>  | <b>Estados e Ilhas oceânicas</b>          | <b>Referências</b>  |
|--|---|---|
| <i>Cladophora catenata</i> Kütz.                                   | CE, RN, PE, BA, ES, RJ,<br>SP, SC         | Mitchell <i>et al.</i> (1979), Santos (1983), Kanagawa (1984), Gestinari <i>et al.</i> (1998), Pinheiro-Joventino <i>et al.</i> (1998), Pereira <i>et al.</i> (2002), Barata (2004), Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012)<br><br><i>Cladophora fuliginosa</i> Kütz.<br>Pereira <i>et al.</i> (1980)<br><br>Como <i>Cladophora corallicola</i><br>Gestinari <i>et al.</i> (1998)  |
| <i>Cladophora coelothrix</i> Kütz.                                 | PI, RN, PB, PE, AL, BA,<br>ES, RJ, SP, SC | Santos (1983), Kanagawa (1984), Yoneshigue (1985), Yoneshigue & Valentin (1988), Amado Filho (1991), Martins <i>et al.</i> (1991), Yoneshigue-Valentin & Valentin (1992), Gestinari <i>et al.</i> (1998), Nunes (1998), Pereira & Accioly (1998), Horta (2000), Pereira <i>et al.</i> (2002), Barata (2004), Széchy <i>et al.</i> (2005), Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2006) Coto (2007), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Coto & Pupo (2009), Reis (2009) Concentino <i>et al.</i> (2010), Pupo & Coto (2011), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Santos (2010), Alves <i>et al.</i> (2012), Soares & Fujii (2012b) |
| <i>Cladophora conferta</i> P.Crouan & H.Crouan in Schramm & Mazé   | BA  | Alves <i>et al.</i> (2012)  |
| <i>Cladophora corallicola</i> Børgesen                             | BA  | Santos (2010), Alves <i>et al.</i> (2012)   |
| <i>Cladophora crispula</i> Vickers                                 | PB, SP, BA                                | Kanagawa (1984), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012)   |
| <i>Cladophora glomerata</i> var. <i>crassior</i> (C.Agardh) C.Hoek | SC  | Como <i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kütz.<br>Santos (1983)   |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies                                       | Estados e Ilhas oceânicas   | Referências   |
|--|---|---|
| <i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.  | PE, BA, RJ  | Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2008), Santos (2010), Alves <i>et al.</i> (2012), Almeida <i>et al.</i> (2012), Soares & Fujii (2012a,b)<br>Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Pupo & Coto (2011)  |
| <i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenb.) Kütz. | RJ, SP  | Como <i>Cladophora utriculosa</i> Kütz.<br>Oliveira Filho & Berchez (1978), Mitchell <i>et al.</i> (1979)   |
| <i>Cladophora liniformis</i> Kütz.             | SC  | Varela (2010),  |
| <i>Cladophora longicellulata</i> C.Hoek        | BA  | Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2006)  |
| <i>Cladophora montagneana</i> Kütz.            | CE, PB, PE, BA, ES, RJ,<br>SP, PR, SC, RS<br><br>Arquipélagos de Fernando<br>de Noronha e de Abrolhos | Joly <i>et al.</i> (1968), Yoneshigue & Valentin (1988), Yoneshigue (1985), Amado Filho (1991), Shirata <i>et al.</i> (1991), Pedrini <i>et al.</i> (1992), Yoneshigue-Valentin & Valentin (1992), Gustinari <i>et al.</i> (1998), Santos (2000), Brito <i>et al.</i> (2002), Pereira <i>et al.</i> (2002), Barata (2004), Villaça <i>et al.</i> (2006), Coto (2007), Machado <i>et al.</i> (2007), Barbosa <i>et al.</i> (2008), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Coto & Pupo (2009), Gustinari <i>et al.</i> (2010), Rocha-Jorge (2010), Santos (2010), Torrano-Silva (2010), Machado <i>et al.</i> (2011), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012), Soares & Fujii (2012b), Pellizzari <i>et al.</i> (2014)<br><br>Como <i>Cladophora brachyclados</i> (Mont.) Harv.<br>Ugadim (1973), Picelli-Vicentim (1986)<br><br>Como <i>Cladophora delicatula</i> Mont.<br>Ugadim (1973), Baptista (1973, 1977), Mitchell <i>et al.</i> (1979), Pedrini (1980), Santos (1983) |

**Tabela 1.** Continuação.

| Espécies  | Estados e Ilhas oceânicas                                | Referências   |
|---|--|---|
| <i>Cladophora ordinata</i> (Børgesen)<br>C.Hoek | CE, RN, PB, SE, BA, ES                                   | Kanagawa (1984), Mitchell <i>et al.</i> (1990), Barata (2004), Barbosa <i>et al.</i> (2008), Concentino <i>et al.</i> (2010), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Alves <i>et al.</i> (2012)<br><br><b>Como <i>Willeella ordinata</i> Børgesen</b><br>Nunes <i>et al.</i> (2005)  |
| <i>Cladophora pellucidoidea</i> C.Hoek          | PB, RJ, SP   | Kanagawa (1984), Pereira <i>et al.</i> (2002), Széchy <i>et al.</i> (2005), Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Pupo & Coto (2011)   |
| <i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kütz.        | PI, RN, PB, PE, AL, SE,<br>BA, ES, RJ, SP, PR, SC,<br>RS | Ferreira & Pinheiro (1966), Braga (1970), Câmara Neto (1971), Ugadim (1973), Baptista (1973, 1977), Oliveira Filho & Berchez (1978), Citadini-Zanette (1979), Mitchell <i>et al.</i> (1979), Pedrini (1980), Araújo (1983), Santos (1983), Kanagawa (1984), Picelli-Vicentim (1986), Mitchell <i>et al.</i> (1990), Martins <i>et al.</i> (1991), Shirata <i>et al.</i> (1991), Falcão <i>et al.</i> (1992), Muniz (1993), Bouzon & Sauer (1993), Altamiran o & Nunes (1997), Gestinari <i>et al.</i> (1998), Nunes (1998), Nunes <i>et al.</i> (1999), Pinheiro-Joventino <i>et al.</i> (1998), Taouil & Yoneshigue-Valentin (2002), Barata (2004), Miossi <i>et al.</i> (2004), Coto (2007), Machado <i>et al.</i> (2007), Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2008), Fáveri (2008), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Coto & Pupo (2009), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Silva (2010), Varela (2010), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012), Costa <i>et al.</i> (2012), Soares & Fujii (2012b), Pellizzari <i>et al.</i> (2014), Pereira <i>et al.</i> (2014) |
| <i>Cladophora pseudorupestris</i> C.Hoek        | SP   | Machado <i>et al.</i> (2011)  |
| <i>Cladophora pygmaea</i> Reinke                | SP   | Machado <i>et al.</i> (2011)  |

**Tabela 1.** Continuação.

| Espécies  | Estados e Ilhas oceânicas                    | Referências   |
|---|--|---|
| <i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kütz           | CE, PB, PE, ES, RJ, SP, PR, SC               | <p>Braga (1970), Oliveira Filho &amp; Berchez (1978), Mitchell <i>et al.</i> (1979), Pedrini (1980), Araújo (1983), Kanagawa (1984), Yoneshigue (1985), Yoneshigue &amp; Valentin (1988), Amado Filho (1991), Shirata <i>et al.</i> (1991), Gestinari <i>et al.</i> (1998), Pinheiro-Joventino <i>et al.</i> (1998), Taouil &amp; Yoneshigue-Valentin (2002), Amado Filho <i>et al.</i> (2003), Barata (2004), Coto (2007), Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2008), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Coto &amp; Pupo (2009), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Rocha-Jorge (2010), Machado <i>et al.</i> (2011), Pupo &amp; Coto (2011)</p> <p>Como <i>Cladophora capensis</i> (C.Agardh) De Toni Horta (2000), Széchy <i>et al.</i> (2005), Reis (2009)</p> <p>Como <i>Cladophora rupestris</i> f. <i>nuda</i> (Harv.) Holmes &amp; Batters ex Batters Ugadim (1973)<br/>Coto (2007), Coto &amp; Pupo (2009), Pupo &amp; Coto (2011)</p> |
| <i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.         | SP, RJ<br>Arquipélago de Fernando de Noronha | <p>Como <i>Cladophora gracilis</i> f. <i>subflexuosa</i> Collins Pedrini <i>et al.</i> (1992)</p> <p>Como <i>Cladophora nitida</i> Kütz. Mitchell <i>et al.</i> (1979)</p>  |
| <i>Cladophora socialis</i> Kütz.                | BA   | Almeida <i>et al.</i> (2012)  |
| <i>Cladophora submarina</i> P.Crouan & H.Crouan | SP   | <p>Pupo &amp; Coto (2011)</p> <p>Como <i>Cladophora</i> ? <i>howei</i> Collins Ugadim (1973)</p>  |

**Tabela 1.** Continuação.

| Espécies                                | Estados e Ilhas oceânicas  | Referências   |
|---|--|---|
| <i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C.Hoek | MA, CE, RN, PB, PE, AL,<br>SE, BA, ES, RJ, SP, PR,<br>SC, RS<br>Atol das Rocas,<br>Arquipélago de Fernando<br>de Noronha | Kanagawa (1984), Pedrini (1984), Yoneshigue (1985), Szechy <i>et al.</i> (1987, 1989), Yoneshigue & Valentin (1988), Shirata <i>et al.</i> (1991), Falcão <i>et al.</i> (1992), Muniz (1993), Bouzon & Sauer (1993), Gestinari <i>et al.</i> (1998), Nunes (1998), Pereira & Accioly (1998), Pinheiro-Joventino <i>et al.</i> (1998), Nunes <i>et al.</i> (1999), Horta (2000), Nassar & Yoneshigue-Valentin (2001), Pereira <i>et al.</i> (2002), Taouil & Yoneshigue-Valentin (2002), Amado Filho <i>et al.</i> (2003), Oliveira-Carvalho <i>et al.</i> (2003), Barata (2004), Széchy <i>et al.</i> (2005), Villaça <i>et al.</i> (2006), Coto (2007), Ghilardi (2007), Lucena <i>et al.</i> (2007), Machado <i>et al.</i> (2007), Barbosa <i>et al.</i> (2008), Fáveri (2008), Marins <i>et al.</i> (2008), Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2008), Brasileiro <i>et al.</i> (2009), Reis (2009), Concentino <i>et al.</i> (2010), Gestinari <i>et al.</i> (2010), Rocha-Jorge (2010), Santos (2010), Torrano-Silva (2010), Varela (2010), Villaça <i>et al.</i> (2010), Machado <i>et al.</i> (2011), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012), Costa <i>et al.</i> (2012), Soares & Fujii (2012b), Pereira <i>et al.</i> (2014), Pellizzari <i>et al.</i> (2014)<br>Como <i>Cladophora fascicularis</i> (Mert. ex C.Agardh) Kütz.<br>Joly (1951), Mattos (1952), Joly (1964), Ferreira & Pinheiro (1966), Fonseca (1972), Ugadim (1973), Baptista (1973, 1977), Ferreira-Correia & Brandão (1974), Ferreira-Correia <i>et al.</i> (1977), Oliveira Filho & Berchez (1978), Citadini-Zanette (1979), Mitchell <i>et al.</i> (1990), Pedrini (1980), Araújo (1983), Santos (1983), Picelli-Vicentim (1986) |
| Referências ao gênero <i>Cladophora</i> | PB, PE, BA, RJ<br>Arquipélago de Fernando<br>de Noronha, Ilha de<br>Trindade, Martin Vaz                                 | Joly (1950, 1953), Pereira (1974), Pereira (1983), Eston <i>et al.</i> (1986), Pedrini <i>et al.</i> (1989), Yoneshigue-Valentin <i>et al.</i> (2005), Villaça <i>et al.</i> (2006), Marins <i>et al.</i> (2008), Jesus <i>et al.</i> (2013)  |

**Tabela 2.** Registros de espécies de *Cladophora* para o litoral do Brasil consideradas como de ocorrência duvidosa por Taylor (1931, 1960) e Oliveira Filho (1977).

| <b>Espécies</b>                             | <b>Estados e Ilhas oceânicas</b>   | <b>Referências</b>  |
|---|------------------------------------|---|
| <i>Cladophora crucigera</i> Grunow          | Arquipélago de Fernando de Noronha | Pedrini <i>et al.</i> (1992)  |
| <i>Cladophora echinus</i> (Biasol.) Kütz.   | RJ                                 | Mitchell <i>et al.</i> (1979)<br>Como <i>Cladophora cornea</i> (Kütz.) Kütz.<br>Mitchell <i>et al.</i> (1979) |
| <i>Cladophora minuta</i> Dickie             | Arquipélago de Fernando de Noronha | Pedrini <i>et al.</i> (1992), Pereira <i>et al.</i> (2002)  |
| <i>Cladophora morrisiae</i> Harv.           | Arquipélago de Fernando de Noronha | Pedrini <i>et al.</i> (1992), Pereira <i>et al.</i> (2002), Villaça <i>et al.</i> (2006)                      |
| <i>Cladophora pellucida</i> (Huds.) Kütz.   | RJ                                 | Mitchell <i>et al.</i> (1979)   |
| <i>Cladophora subvaricosa</i> Dickie        | Arquipélago de Fernando de Noronha | Pedrini <i>et al.</i> (1992), Pereira <i>et al.</i> (2002)  |
| <i>Cladophora viridifusca</i> (Mont.) Mont. | RJ                                 | Mitchell <i>et al.</i> (1979)   |

## 1.5. Justificativa e objetivos do presente estudo

A diversidade de *Cladophora* no litoral do Brasil é grande e o reconhecimento das espécies tem sido problemático, pois muitas apresentam grande plasticidade morfológica e limites taxonômicos mal definidos. É importante elucidar as posições taxonômicas dessas espécies com base nos caracteres morfológicos adotados atualmente. Além disso, há a necessidade de se ampliar o estudo molecular do gênero iniciado por Gestinari *et al.* (2009), com a espécie *C. vagabunda*, incluindo as demais espécies ocorrentes no litoral do Brasil, utilizando-se outros marcadores moleculares, aprimorando, desta forma, a base para a taxonomia do grupo. Desta forma, esse trabalho teve por objetivos:

### Geral

– Realizar o estudo taxonômico das espécies do gênero *Cladophora* do litoral do Brasil baseados em caracteres morfológicos e moleculares.

### Específicos

– Identificar as espécies citadas para o litoral do Brasil através do estudo morfológico detalhado das amostras coletadas, exame de material depositado em herbários e de sequências de DNA.

– Sequenciar e comparar marcadores moleculares (LSU, ITS, SSU, UPA) de espécies do gênero *Cladophora* para fins taxonômicos e filogenéticos.

– Avaliar a congruência entre a morfologia e a filogenia molecular para compreender as relações filogenéticas dentro do gênero *Cladophora*.

– Mapear a distribuição das espécies de *Cladophora* ao longo do litoral do Brasil.

Desta forma é apresentada no **Capítulo 2** – Taxonomia das espécies de *Cladophora* (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA.

No **Capítulo 3** – *Cladophora codii* sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em morfologia e em análises filogenéticas moleculares

No **Capítulo 4** – O estudo taxonômico morfológico de espécies cladoforoides do litoral do Brasil e,

No **Capítulo 5** – Considerações Finais e Perspectivas Futuras.

## 2. Área de Estudo: Litoral do Brasil

O Brasil está situado na porção centro-oriental da América do Sul entre as latitudes de 5°16'N e 33°45'S e as longitudes de 34°47'W e 73°59'W, com aproximadamente 7.408 km de litoral, ao longo de 4°25'N a 33°45'S (Maída & Ferreira 2004); é banhado em toda a sua extensão pelas águas quentes da Corrente de Sul Equatorial na altura do Cabo do Calcanhar ( $\pm 5^\circ$  S –  $35^\circ$  W), onde se bifurca, originando um ramo para o sudoeste, a Corrente do Brasil, e outro que segue a costa no sentido oeste-noroeste formando a Corrente das Guianas (Oliveira Filho 1977). Possui diversos ecossistemas, como ilhas, recifes de coral, costões rochosos, baías, estuários, lagunas e manguezais (Coutinho 2004).

As áreas litorâneas brasileiras estão sob a influência dos ventos alísios de nordeste e de sudeste. As temperaturas médias do ar variam entre 28 e 30°C no verão e 20 e 22°C no inverno nas costas norte e nordeste, e entre 24 e 28°C no verão e 13 e 18°C no inverno nas costas sudeste e meridional, de acordo com a latitude (Maída & Ferreira 2004).

Oliveira Filho (1977) dividiu a costa brasileira em quatro zonas em função de características florísticas, com base na literatura sobre a distribuição das espécies referidas para o Brasil e em observações empíricas, até aquela data, sendo (a) considerada como Zona Norte ou Equatorial (do Amapá ao extremo oeste do Ceará), descrita como de flora pobre e de baixa diversidade, possivelmente devido à falta de substrato rochoso e do grande aporte de rios na região; (b) Zona Ocidental ou Leste-Nordeste (da costa ocidental do Ceará ao Sul do Espírito Santo), considerada como que abriga a flora marinha mais abundante e diversificada do país; (c) Zona Sudeste (do centro sul do Rio de Janeiro ao litoral norte do estado de São Paulo, com seu limite sul na região de São Sebastião e Ilha Bela) caracterizada por uma costa rochosa propícia ao aparecimento de uma flora marinha bem desenvolvida e (d) Zona Sul (limite norte ao sul do município de São Sebastião (SP) estendendo-se para sudeste até a região de Torres ao norte do estado do Rio Grande do Sul), na qual ocorre um súbito empobrecimento da flora marinha, gerado pela queda na temperatura da água, tendo o estado de Santa Catarina a flora mais rica (Cordeiro-Marino 1978). Segundo este autor, o extremo sul do Brasil se assemelha à zona Norte Equatorial em sua diversidade de espécies e características físicas.

No lugar das quatro zonas propostas por Oliveira Filho (1977), Horta *et al.* (2001) com base na compilação dos taxa citados em Oliveira Filho (1977), complementados com publicações posteriores, propuseram, duas regiões principais, a Tropical, que corresponde à

zona Ocidental de Oliveira Filho (1977), e a Temperada Quente que corresponde às zonas Sudeste e Sul de Oliveira Filho (1977), separadas por uma zona de transição representada pelo estado do Espírito Santo e um terceiro grupamento, caracterizado pelo domínio de áreas de manguezal. Os autores consideraram como fator principal para separar os grupos geográficos, a heterogeneidade de ambientes, enquanto que o segundo fator, foi a temperatura.

### 3. Material e Métodos

**Amostras:**—Os espécimes de *Cladophora* estudados foram obtidos a partir de coletas realizadas em diversos pontos do litoral do Brasil, em diversos períodos, principalmente nos anos de 2011–2014, nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As coletas tiveram como limite norte o município de Salinópolis, estado do Pará, e limite sul o município de Torres, estado do Rio Grande do Sul, perfazendo um total de 102 pontos de coleta (Fig. 1, Tab. 3).

Os pontos de coleta foram definidos de acordo com o registro do gênero *Cladophora* em trabalhos disponíveis na literatura, através de dados de ocorrência em materiais depositados em herbários nacionais e da distribuição dos ambientes propícios ao crescimento das algas ao longo do litoral brasileiro.

Para escolha das datas de coleta foram consultadas as tábuas de marés editadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (2011–2014) para os portos dos estados visitados. Todos os pontos de coleta foram georreferenciados com auxílio de GPS (Garmin, GPSMAP 76CSx).

Os espécimes foram coletados principalmente em ambiente marinho, na região entremarés de recifes de coral, bancos de arenito e costões rochosos em profundidades de até 5 m, durante as marés baixas diurnas, e em lagoas costeiras (Figs. 2–4). Espécimes crescendo como epilíticos ou como epífitos de outras macroalgas ou em outros substratos foram coletados com auxílio de espátula metálica. Eventuais espécimes arribados à praia também foram coletados. Ainda em campo foram feitas observações sobre o tipo de substrato, ambientes e associações.

Os materiais foram triados principalmente em campo, acondicionados em sacos plásticos com álcool 70% e/ou em eppendorf contendo gel CTAB ou álcool 70%, posteriormente mantidos sob refrigeração; alguns materiais foram secos em papel toalha e acondicionados

em sacos com sílica gel. No Laboratório de Ficologia (LAFICO/UEFS) foram realizadas triagens adicionais no material acondicionado em álcool 70%, o qual foi observado sob microscópio estereoscópico, para remoção de algas epífitas.

Materiais provenientes de coletas realizadas por outros pesquisadores também foram incluídos no estudo.

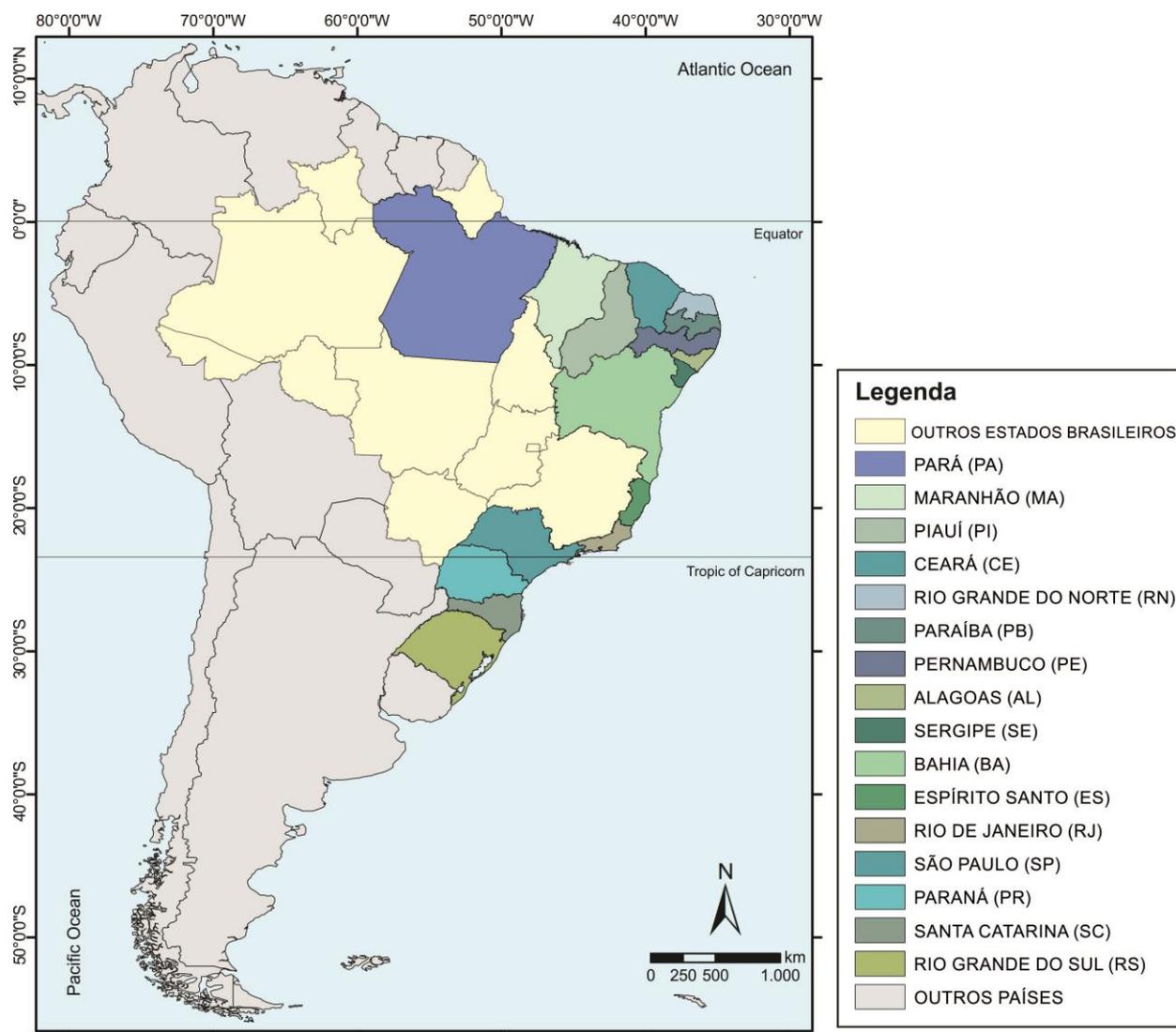
Com fins comparativos foram examinados materiais tipo procedentes de herbários internacionais: Naturalis Biodiversity Center, National Herbarium Nederland, Leiden (L), do Herbarium Botanical Garden, Copenhagen (C) e do The Natural History Museum, Herbarium, England, London (BM). Outros materiais de referência procedentes de herbários nacionais, tais como da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PEUFR), da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), do Instituto de Botânica de São Paulo (SP) e da Universidade de São Paulo (SPF), foram examinados com o mesmo fim, bem como para complementar os dados de distribuição das espécies encontradas no litoral do Brasil.

Os espécimes coletados e utilizados no estudo morfológico e os vouchers dos materiais utilizados nas análises filogenéticas foram herborizados, tombados e incluídos na coleção do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) e as duplicatas serão enviadas para as coleções dos herbários da Universidade Federal do Rio de Janeiro, *Campus* Macaé (UFRJ/NUPEM - RFA), do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (SPF) e da Universidade Federal da Bahia (ALCB).

As 387 amostras de DNA total extraídas dos espécimes de *Cladophora* foram depositadas no banco de DNA do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL/UEFS), onde cada amostra foi etiquetada com um número (FSA) e armazenada a -20°C (Tab. 4).

As abreviações dos nomes de autores de taxa seguem Brummit & Powell (1992), os acrônimos dos herbários citados seguem Holmgren *et al.* (1990).

**Estudo Morfológico:**—O material estudado foi analisado através de microscopia fotônica de rotina: estereomicroscópio (marca Kyowa Coleman) e microscópio binocular (marca Leica, modelo DM LS2). A observação das estruturas vegetativas e reprodutivas dos espécimes estudados foi realizada através de lâminas montadas com água destilada ou em álcool 70%. Materiais provenientes de herbários foram hidratados em água destilada, por período de 24 horas, para a análise.



**Figura 1.** Mapa da América do Sul, com destaque para os estados do litoral do Brasil visitados neste estudo.

O estudo morfológico foi baseado nos critérios estabelecidos por van den Hoek (1963, 1982) e van den Hoek & Chihara (2000). As mensurações do comprimento e diâmetro e a espessura da parede celular foram realizadas nas células da base do talo, do eixo principal, dos últimos ramos e nas células apicais. Para cada espécime estudado foi feito entre 10–20 medidas de cada caráter morfométrico, quando possível, para um mínimo de 10 talos escolhidos ao acaso, para cada espécie de cada estado brasileiro. As medidas foram fornecidas em comprimento x diâmetro (compr. x diâm.), com valores mínimos e máximos.

A fotodocumentação de exemplares inteiros foi realizada com câmera digital Sony (modelo Cyber-shot DSC–W7). As fotomicrografias dos caracteres microscópicos foram obtidas com auxílio de câmera digital Sony (modelo Cyber-shot DSC–W7) acoplada aos microscópios ópticos (Leica, Zeiss e Olympus).

A identificação foi baseada nos trabalhos de van den Hoek (1963, 1982), van den Hoek & Chihara (2000), Gustinari *et al.* (2010), Alves *et al.* (2012) e entre outros. As descrições morfológicas foram baseadas em dados obtidos neste estudo e seguem os critérios propostos por van den Hoek (1963, 1982) van den Hoek & Chihara (2000), para a identificação das espécies.

**Tabela 3.** Pontos de coleta visitados nos estados do litoral do Brasil. Os estados estão listados no sentido NorteSul. (\*) Pontos visitados, porém não foram encontrados/coletados espécimes de *Cladophora*.

| Estado              | Município           | Ponto de Coleta                    | Coordenadas Geográficas          |
|---------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| PARÁ                | Salinópolis         | Praia de Atalaia                   | 00°35'51,87''S<br>47°18'04,16''W |
| MARANHÃO            | São Luís            | Praia do Calhau (*)                | 02°28'58,84''S<br>44°15'38,19''W |
|                     |                     | Praia Ponta de Areia               | 02°29'54,8''S<br>44°18'40,0''W   |
|                     | São José do Ribamar | Praia de Araçagi                   | 02°27'52,2''S<br>44°12'12,5''W   |
| PIAUÍ               | Luís Corrêa         | Praia do Coqueiro                  | 02°54'22''S<br>41°34'34,7''W     |
|                     | Cajueiro da Praia   | Praia do Cajueiro da Praia         | 02°55'23,2''S<br>41°20'1,1''W    |
| CEARÁ               | Fortaleza           | Praia de Iracema                   | 03°43'25,8''S<br>38°30'5,1''W    |
|                     |                     | Praia do Meireles                  | 03°43'25,6''S<br>38°29'27,4''W   |
|                     | Caucaia             | Praia do Pacheco                   | 03°41'14''S<br>38°38'23,3''W     |
|                     | Cascavel            | Praia da Caponga                   | 04°2'22,4''S<br>38°11'40,3''W    |
|                     |                     | Praia Águas Belas                  | 04°2'26,6''S<br>38°11'30,3''W    |
| RIO GRANDE DO NORTE | Maxaranguape        | Maracajaú - Recife costa           | 05°23'59,1''S<br>35°17'50,6''W   |
|                     |                     | Maracajaú - Recife a 7 km da costa | 06°24'36,8''S<br>35°18'38,1''W   |
|                     | Extremoz            | Genipabu                           | 05°41'41,6''S<br>35°11'44,5''W   |
|                     |                     | Praia do Meio                      | 05°46'24,1''S<br>35°11'37,6''W   |
|                     | Natal               | Praia do Forte                     | 05°45'23,5''S<br>35°11'39,8''W   |
|                     |                     | Prainha                            | 05°46'55,3''S<br>35°11'33,0''W   |
|                     |                     | Areia Preta                        | 05°47'07,8''S<br>35°11'22,8''W   |
|                     | Nísia Floresta      | Praia de Pirangi                   | 05°58'02,4''S<br>35°07'44,8''W   |
|                     |                     | Praia da Pedra Oca                 | 05°59'03,04''S<br>35°06'57,75''W |
|                     |                     | Praia de Pirambúzios (*)           | 05°59'17,9''S<br>35°06'48,01''W  |
|                     |                     | Praia de Búzios                    | 06°00'28,9''S<br>35°06'21,9''W   |

Tabela 3. Continuação.

| <b>Estado</b>            | <b>Município</b>        | <b>Ponto de Coleta</b>         | <b>Coordenadas Geográficas</b>   |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| RIO GRANDE DO NORTE      | Nísia Floresta          | Praia de Tabatinga             | 06°03'26,8''S<br>35°05'47,1''W   |
|                          |                         | Praia da Barreta               | 06°04'14,4''S<br>35°05'51,3''W   |
| PARAÍBA                  | Conde                   | Carapibus                      | 07°18'01,1''S<br>34°47'55,2''W   |
|                          |                         | Praia de Coqueirinho           | 07°19'40,9''S<br>34°47'42,9''W   |
|                          |                         | Praia de Jacumã                | 07°16'33,2''S<br>34°47'58,4''W   |
|                          | João Pessoa             | Praia de Cabedelo              | 06°59'19,8''S<br>34°49'37,5''W   |
|                          |                         | Praia do Bessa                 | 07°04'58,5''S<br>34°49'52,8''W   |
|                          |                         | Praia de Cabo Branco           | 07°08'45,5''S<br>34°48'06,4''W   |
| PERNAMBUCO               | Recife                  | Ponta do Seixas                | 06°24'36,8''S<br>35°18'38,1''W   |
|                          |                         | Praia de Boa Viagem            | 08°7'15,37''S<br>34°53'41,11''W  |
|                          | Cabo de Santo Agostinho | Praia de Gaibu                 | 08°20'08,3''S<br>34°56'59,5''W   |
|                          |                         | Praia da Enseada dos Corais    | 08°18'59,0''S<br>34°56'53,0''W   |
|                          |                         | Praia Da Pedra do Xaréu        | 08°18'04,4''S<br>34°56'56,4''W   |
|                          | Ipojuca                 | Porto de Galinhas              | 08°30'34,7''S<br>35°00'02,1''W   |
|                          | Tamandaré               | São José dos Carneiros         | 08°42'19,6''S<br>35°04'44,8''W   |
| São José da Coroa Grande | Praia da Coraa Grande   | 08°53'58,1''S<br>35°08'39,6''W |                                  |
| ALAGOAS                  | Maceió                  | Praia da Ponta Verde           | 09°39'54,77''S<br>35°41'44,86''W |
|                          |                         | Praia da Sereia                | 09°3'54,7''S<br>35°38'40,9''W    |
|                          | Marechal Deodoro        | Praia do Francês               | 09°45'53,2''S<br>35°50'09,2''W   |
| SERGIPE                  | Aracaju                 | Praia da Coroa do Meio         | 10°58'25,77''S<br>37°1'56,19''W  |

**Tabela 3.** Continuação.

| <b>Estado</b>      | <b>Município</b>                | <b>Ponto de Coleta</b>             | <b>Coordenadas Geográficas</b>     |                                  |
|--------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| BAHIA              | Conde                           | Praia de Sítio do Conde            | 11°51'18.4'' S<br>37°33'53.4'' W   |                                  |
|                    | Camaçari                        | Arembepe, Emissário da CETREL      | 12°44'28.4'' S<br>38°09'01.7'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia de Stella Maris              | 12°56'56.1'' S<br>38°20'28.2'' W   |                                  |
|                    | Salvador                        | Praia de Itapuã                    | 12°57'24.9'' S<br>38°21'18.8'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia do Farol da Barra            | 13°00'39.6'' S<br>38°31'55.5'' W   |                                  |
|                    | Ilha de Itaparica/<br>Vera Cruz | Praia da Penha                     | 12°59'16.7'' S<br>38°37'21.3'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia da Barra do Pote             | 13°01'00.6'' S<br>38°38'44.3'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia da Barra Grande              | 13°02'27.8'' S<br>38°40'36.8'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia da Conceição                 | 13°01'41.0'' S<br>38°38'50.8'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia da Enseada do Pedrão         | 13°03'29.0'' S<br>38°42'25.9'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia de Ponta da Ilha             | 13°07'53.5'' S<br>38°47'00.7'' W   |                                  |
|                    |                                 | Praia de Jiribatuba                | 13°01'41.0'' S<br>38°38'50.8'' W   |                                  |
|                    |                                 | Cairu/Ilha de Tinharé              | Morro de São Paulo                 | 13°24'44.9'' S<br>38°54'22.0'' W |
|                    |                                 | Cairu/Ilha de Boipeba              | Moreré                             | 13°38'02.1'' S<br>38°53'30.8'' W |
|                    |                                 |                                    | Ponta dos Castelhanos              | 13°40'37.0'' S<br>38°54'34.2'' W |
|                    | Itacaré                         | Praia do Resende                   | 14°17'00,16'' S<br>38°59'05,22'' W |                                  |
|                    |                                 | Praia da Costa                     | 14°17'18.7'' S<br>38°59'05.9'' W   |                                  |
|                    | Ilhéus                          | Praia do Aeroporto                 | 14°49'02.3'' S<br>39°01'27.5'' W   |                                  |
| Praia de Back Door |                                 | 14°56'10,84'' S<br>39°00'53,77'' W |                                    |                                  |
| ESPÍRITO SANTO     | Guarapari                       | Praia de Baicutia (*)              | 20°43'58'' S<br>40°31'43'' W       |                                  |
|                    |                                 | Praia de Peracanga                 | 20°43'43,5'' S<br>40°31'37'' W     |                                  |
|                    | Praia de Guaibura               | 20°43'51'' S<br>40°31'40'' W       |                                    |                                  |
|                    | Serra / Jacareípe               | Curva da Baleia                    | 20°10'14,1'' S<br>40°11'08,6'' W   |                                  |

**Tabela 3.** Continuação.

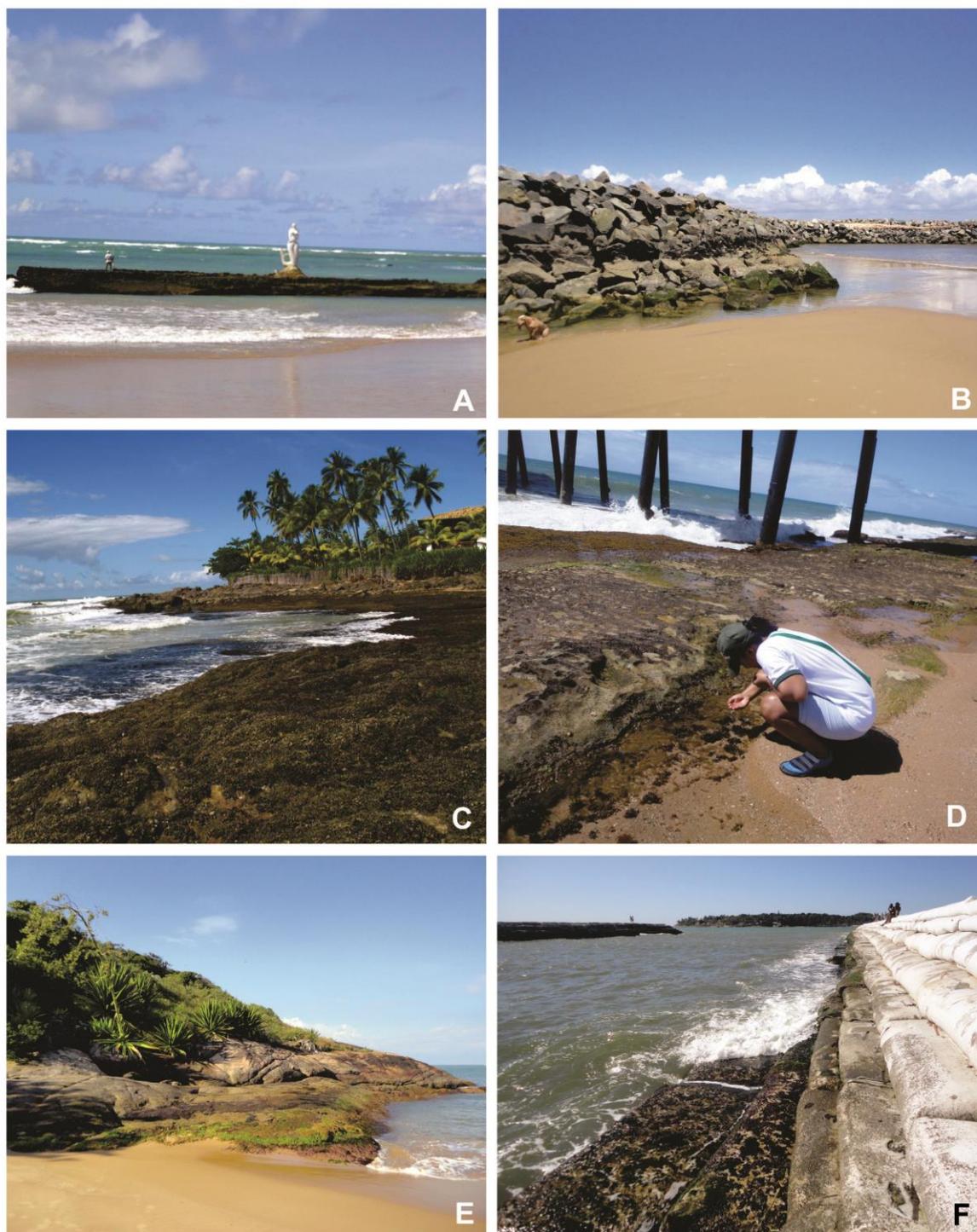
| <b>Estado</b>                     | <b>Município</b>                     | <b>Ponto de Coleta</b>           | <b>Coordenadas Geográficas</b>   |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ESPÍRITO SANTO                    | Anchieta                             | Praia dos Castelhanos            | 20°50'2,1''S<br>40°37'23,1''W    |
|                                   | Piúma                                | Ilha do Gambá                    | 20°32'97''S<br>40°29'25''W       |
| RIO DE JANEIRO                    | Rio de Janeiro                       | Lagoa Rodrigo de Freitas         | 22°57'46,76''S<br>43°12'40,26''W |
|                                   |                                      | Lagoa da Tijuca                  | 22°59'49,64''S<br>43°19'41,15''W |
|                                   |                                      | Lagoa de Marapendi               | 23°00'54,70''S<br>43°5'05,56''W  |
|                                   | Macaé                                | Praia dos Cavalheiros, Ponto 1   | 22°24.312'S<br>41°47.717'W       |
|                                   | Armação dos Búzios                   | Praia da Rasa                    | 22°44'2,7''S<br>41°57'29,6''W    |
|                                   |                                      | Praia Rasa                       | 22°44'41,05''S<br>41°57'04,46''W |
|                                   |                                      | Praia do Forno                   | 22°45'42,55''S<br>41°52'29,54''W |
|                                   |                                      | Praia da Foca                    | 22°45'48,9''S<br>41°52'45,1''W   |
|                                   |                                      | Praia Brava                      | 22°45'20,4''S<br>41°52'09,9''W   |
|                                   |                                      | Praia da Ferradura               | 22°46'25,5''S<br>41°53'16,7''W   |
|                                   | Cabo Frio                            | Praia da Conchas                 | 22°52'04,80''S<br>41°58'51,02''W |
|                                   | Araruama                             | Lagoa de Araruama                | 22°49'47,32''S<br>42°06'34,80''W |
|                                   | Angra dos Reis                       | Praia da Figueira                | 23°00'35,1''S<br>44°21'29,3''W   |
|                                   |                                      | Praia da Égua                    | 23°00'33,6''S<br>41°14'0,6''W    |
|                                   |                                      | Praia do Bonfim                  | 23°01'10,7''S<br>4°19'55,2''W    |
| Ilha Grande                       | Saco de Dois Rios, Rio Barra Pequena | 23°07'16,84''S<br>44°11'13,48''W |                                  |
| Paraty                            | Praia de Cepilho                     | 23°20'39,9''S<br>44°42'48,9''W   |                                  |
|                                   | Praia dos Ranchos                    | 23°21'13,0''S<br>44°43'19,2''W   |                                  |
|                                   | Praia de Tarituba                    | 23°02'43,18''S<br>44°35'49,60''W |                                  |
| Mangaratiba/<br>Ilha de Itacurucá | Praia das Flecheiras                 | 22°55'48,92''S<br>43°54'57,08''W |                                  |
|                                   | Praia da Aguada                      | 22°56'18,1''S<br>43°54'40,2''W   |                                  |

**Tabela 3.** Continuação.

| <b>Estado</b>                     | <b>Município</b> | <b>Ponto de Coleta</b> | <b>Coordenadas Geográficas</b>     |
|-----------------------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|
| SÃO PAULO                         | Ubatuba          | Praia Dura             | 23°29,3'37,70''S<br>45°9'53,41''W  |
|                                   | São Sebastião    | Praia das Cigarras     | 23°37'40,04''S<br>45°22'3,98''W    |
| PARANÁ<br>Ilha do Mel / Paranaguá |                  | Praia do Nhá Piña      | 25°33'58,2''S<br>48°18'00,7''W     |
|                                   |                  | Praia do Miguel        | 25°33'42,8''S<br>48°18'08,3''W     |
|                                   |                  | Praia do Morro do Meio | 25°33'17,7''S<br>48°17'57,1''W     |
| SANTA CATARINA                    | Florianópolis    | Ponta das Canas        | 27°23'15,2''S<br>48°26'8,5''W      |
|                                   |                  | Praia da Lagoinha      | 27°23'15,2''S<br>48°25'44,1''W     |
|                                   |                  | Praia de Galhetas      | 27°35'29,8''S<br>48°25'12,5''W     |
|                                   |                  | Praia Mole             | 27°35'54,8''S<br>48°25'46''W       |
|                                   |                  | Praia Brava            | 27°24'16,3''S<br>48°24'39,2''W     |
|                                   |                  | Praia da Joaquina      | 27°37'44,8''S<br>48°26'48,9''W     |
|                                   |                  | Praia de Armação       | 27°44'57,1''S<br>48°29'59''W       |
|                                   |                  | Praia de Matadeiro     | 27°45'6,9''S<br>48°29'57,8''W      |
| RIO GRANDE DO SUL                 | Torres           | Praia Grande           | 29° 20' 24''S<br>49° 43' 22,6''W   |
|                                   |                  | Prainha                | 29° 20' 38,3''S<br>49° 43' 32,9''W |
|                                   |                  | Praia da Cal           | 29° 20' 47,7''S<br>49° 43' 40,5''W |
|                                   |                  | Praia da Guarita       | 29°21'28,7''S<br>49°44'3,3''W      |



**Figura 2.** A–F. Detalhes de alguns pontos de coleta visitados ao longo do litoral do Brasil. **A.** Praia de Atalaia, Salinópolis, Pará. **B.** Praia de Araçagi, São José do Ribamar, Maranhão. **C.** Praia de Cajueiro da Praia, Cajueiro de Praia, Piauí. **D.** Praia de Iracema, Fortaleza, Ceará. **E.** Praia de Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba. **F.** Praia de Boa Viagem, Recife, Pernambuco.



**Figura 3.** A–F. Detalhes de alguns pontos de coleta visitados ao longo do litoral do Brasil. **A.** Praia da Sereia, Maceió, Alagoas. **B.** Praia da Coroa do Meio, Aracaju, Sergipe. **C.** Praia de Back Door, Ilhéus, Bahia. **D.** Praia do Emissário da CETREL, Arembepé, Camaçari, Bahia. **E.** Praia de Bacutia, Vitória, Espírito Santo. **F.** Praia Rasa, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro.



**Figura 4.** A–F. Detalhes de alguns pontos de coleta visitados ao longo do litoral do Brasil. **A.** Praia de Cepilho, Paraty, Rio de Janeiro. **B.** Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **C.** Praia Dura, Ubatuba, São Paulo. **D.** Praia do Nhá Piña, Ilha do Mel, Paranaguá, Paraná. **E.** Praia de Galhetas, Florianópolis, Santa Catarina. **F.** Praia da Cal, Torres, Rio Grande do Sul.

**Estudo molecular:**—Para cada espécie ocorrente em cada um dos estados do litoral do Brasil foram separados espécimes para serem utilizados no estudo molecular, totalizando 387 amostras extraídas de DNA total (Apêndice 1). As atividades de biologia molecular foram desenvolvidas no LAMOL (UEFS) e no Laboratório de Algas Marinhas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (LAM/IB–USP).

**Extração de DNA:**—No LAMOL a extração de DNA total foi realizada através do método CTAB (Doyle & Doyle 1987), excluindo a incubação final com RNase. O material fixado em Etanol 70% e/ou gel CTAB foi limpo e macerado em 1 ml de STE gelado (4°C), utilizando-se almofariz e pistilo de porcelana previamente autoclavados, até a formação de uma solução homogênea. Após a maceração, a solução foi adicionada a microtubos de 2 µl e levado à centrifugação a 4000 rpm por 10 min a 10°C, após foi retirado o sobrenadante com pipeta, preservando o “pellet”. Adicionou-se 800 µl de tampão CTAB (água deionizada miliq, CTAB 10%, NaCl 5% de EDTA, PVP 1% e 1 M de Tris-HCl pH 8), agitando no vórtex suavemente e incubados a 60-70°C por 20 min. Para a purificação, após a incubação foi adicionado à mistura 800 µl de Clorofórmio/Álcool Isoamílico (24:1) e levados ao agitador por, no mínimo, 1 hora. Em seguida, os microtubos foram centrifugados a 13000 rpm por 10 min sendo a fase líquida recuperada em um novo microtubo de 1,5 µl. A precipitação foi realizada pela adição de Isopropanol gelado em volume igual a 2/3 do volume recuperado da purificação, seguido de uma incubação por 12 h a -20°C. Após a incubação o material foi centrifugado a 13200 rpm por 7 min e todo o sobrenadante foi eliminado. Na fase final de extração, o material foi lavado com 1000 µl de Etanol 70%, centrifugado a 13000 rpm por 5 min e o sobrenadante foi eliminado, procedimento repetido três vezes. O material foi seco por 12 h na bancada e, após, ressuspendido em 100 µl de TE (Tris 10mM, pH 8 e EDTA) por 48 h ou até que o pellet estivesse totalmente ressuspendido, também na bancada. No LAM algumas amostras tiveram seu DNA extraído com o “kit” de extração “Dneasy Plant Mini Kit” (Qiagen, Santa Clarita, EUA), de acordo com o protocolo do fornecedor.

Após a extração, o DNA total foi submetido à eletroforese em gel de agarose 1%, preparado com tampão 0,5X TBE (tris-HCl 50 mM; borato 50 mM; EDTA 2 mM) e corado com Brometo de etídio (no LAMOL) (Sambrook *et al.* 1989) ou adicionando 1 µl de gel red (no LAM), para averiguação da qualidade e quantidade de DNA extraído. O gel foi carregado com amostras de DNA e tampão de carregamento (azul de bromofenol 0,25%, xileno cianol 0,25%, EDTA 50 mM e glicerol 30%) na proporção 4:1. Como marcador de tamanho foi utilizado o 1Kb DNA Ladder (Invitrogen – Life Technologies,

Califórnia). Para cada eletroforese realizada foram estabelecidas voltagem de 80 (volts) e amperagem de 100 (ampére) por um período de 1 h.

**Amplificação e purificação dos marcadores moleculares:**—Os marcadores moleculares foram amplificados por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) usando “primers” específicos. Para a amplificação do SSU rDNA (ca. 1700 nucleotídeos) foram utilizados os pares de primers SR1–SS11H e SSU897–18SC2 (Leliaert *et al.* 2007a). Para LSU rDNA parcial (ca. 660 nucleotídeos) os primers C1FL e D2FL (Leliaert *et al.* 2007a) e para ITS rDNA os pares de primers ITS1FL–PANA4FL (ca. 660 nucleotídeos) (Leliaert *et al.* 2009c), ITS1–ITS4 (ca. 1200 nucleotídeos) (White *et al.* 1990). Para amplificação do UPA foram usados o par de primers p23SrV\_f1–p23SrV\_r1 (ca. 414 nucleotídeos) (Sherwood & Presting (2007).

Os ciclos das PCRs variaram de acordo com a região (Tabela 5). Uma pequena amostra de cada espécie das localidades amostradas foi utilizada em testes preliminares para a determinação da quantidade de DNA ideal para a análise.

**Tabela 4.** Ciclos das PCRs utilizados para a amplificação dos marcadores moleculares em espécies de *Cladophora* do litoral do Brasil.

| Marcador Molecular | Desnaturação      |               | Anelamento (Etapa 3) | Extensão (Etapa 4) | Extensão        |                  | Ciclos |
|--------------------|-------------------|---------------|----------------------|--------------------|-----------------|------------------|--------|
|                    | Inicial (Etapa 1) | (Etapa 2)     |                      |                    | Final (Etapa 5) |                  |        |
| ITS <sup>1</sup>   | 94°C por 3’       | 94°C por 1’   | 50°C por 1’’         | 72°C por 3’        | 72°C por 7’     | 30x etapas 2 a 4 |        |
| ITS <sup>2</sup>   | 94°C por 3’       | 94°C por 1’   | 55°C por 1’’         | 72°C por 1:30’’    | 72°C por 3’     | 35x etapas 2 a 4 |        |
| LSU                | 94°C por 3’       | 94°C por 30’’ | 55°C por 30’’        | 72°C por 30’’      | 72°C por 3’     | 35x etapas 2 a 4 |        |
| SSU                | 94°C por 3’       | 94°C por 1’   | 55°C por 1’ ‘        | 72°C por 1:30’’    | 72°C por 3’     | 35x etapas 2 a 4 |        |
| UPA                | 94° por 2’        | 94° por 20’’  | 55° por 30’’         | 72° por 3’         | 72° por 10’     | 35x etapas 2 a 4 |        |

<sup>1</sup> Par de primers: ITS1–ITS4. <sup>2</sup> Par de primers: ITS1FL–PANA4FL.

Após a reação, os produtos foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1% para averiguação do tamanho e quantidade de DNA amplificado, conforme descrito acima. Posteriormente, foram purificados com Polietilenoglicol – PEG 20%; aos microtubos contendo os produtos de PCRs, foi adicionado o mesmo volume de PEG, os quais foram agitados suavemente no vórtex e incubados em banho-maria a 37°C. Após, foram centrifugados a 12000 rpm por 15 min, descartando o sobrenadante e adicionados 125 µl de Etanol 80% gelado. As amostras foram centrifugadas a 12000 rpm por 5 min, descartando o líquido, procedimento repetido por duas vezes. Em seguida foram levados ao termociclador a 50°C por 25 min para secar e ressuspendido em 7 µl de água deionizada Miliq e após levados ao termociclador a 45°C por 30 min para choque térmico.

Algumas amostras foram purificadas no LAM (USP) usando MicroSpinTMS-300 HR Columns (Amersham Pharmacia Biotech, Piscataway, EUA) e GE Healthcare (Buckinghamshire, Inglaterra), conforme os protocolos fornecidos pelos fabricantes. Após foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 1% para averiguação do tamanho e quantidade de DNA amplificado, conforme descrito acima, e posteriormente foram quantificados por espectrofotometria (Nanodrop Lite Spectrophotometer, Thermo Scientific).

**Sequenciamento dos marcadores moleculares:**—O sequenciamento foi feito com o kit Big Dye Terminator 3.1 (Applied Biosystems), usando os mesmos primers da amplificação, com um ciclo a 96°C por 3 min seguido de 32 ciclos a 96°C por 10 seg, 50°C por 15 seg e 60°C por 4 min.

Após a reação, os fragmentos foram precipitados em 40 µl de Isopropanol 80%, agitados no vórtex por 10 seg, levados à centrífuga para um spin de 20 seg, incubados por 15 min, em temperatura ambiente, com a placa envolvida em papel alumínio. Após foram centrifugados, em velocidade máxima, por 15 min, com o sobrenadante descartado sobre papel toalha. Posteriormente, foi adicionado ao microtubo 150 µl de Etanol 70%, para remoção de resíduos que possam afetar a qualidade das sequências e centrifugado em velocidade máxima por 10 min, procedimento repetido por duas vezes, após deu-se um choque térmico de 45°C por 20 min em termociclador para secar. Seguida de corrida no sequenciador ABI 3130XL (Applied Biosystems).

**Preparação das matrizes:**—Com exceção de LSU rDNA (49 sequências parciais) e o baixo sucesso de amplificação da região do ITS do rDNA (cinco sequências) todos os outros marcadores falharam para *Cladophora*. Apenas os eletroferogramas das sequências parciais de LSU rDNA foram usadas para as análises filogenéticas de *Cladophora*,

compondo as análises filogenéticas do gênero e de *Cladophora codii* sp. nov. Os eletroferogramas foram editados e unidos usando o Geneious v8.1 (Biomatters Limited, versão de teste, <http://www.geneious.com/>) e as sequências consenso geradas foram alinhadas com o software BioEdit v5.0.9 (Hall 1999) e inspecionadas manualmente. As sequências geradas foram comparadas usando o algoritmo BlastN do GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) para verificar a possibilidade de contaminação. Além das sequências de *Cladophora* obtidas neste estudo (49 de LSU rDNA), outras sequências de espécies pertencentes às ordens Cladophorales e Siphonocladales foram obtidas do Genbank (78), dentre as quais uma de *Cladophora horii* (= *Pseudocladophora horii*), considerada como grupo externo, foram incluídas no alinhamento constituindo as matrizes para as análises filogenéticas do gênero *Cladophora* e da proposição de *Cladophora codii* sp. nov., sendo constituída de 127 terminais (Tab. 1, capítulo 2) e 44 terminais (Tab. 2, capítulo 3), respectivamente. O alinhamento inicial das sequências contou com 730 pares de base, no entanto na análise filogenética não foram considerados os 40 primeiros (corte 1–40) e os 30 últimos (corte 700–730), resultando no alinhamento final 660 pb.

**Reconstrução Filogenética:**—A análise baseada em modelos foi realizada com Inferência Bayesiana (Larget & Simon 1999, Lewis 2001) usando o MrBayes 3.2.5. (Ronquist *et al.* 2012). O modelo evolutivo de substituição nucleotídica selecionado para as análises filogenéticas foi o GTR+I+G, onde se assume o modelo Geral de Reversão ao Longo do Tempo (GTR) com uma proporção de sítios Invariáveis (I) e distribuição gamma (G) para acomodar as diferentes taxas para sítios variáveis foi obtido através do programa MrModeltest 2.2 (Nylander 2004) usando o Akaike Information Criterion (AIC). Para as análises filogenéticas do gênero *Cladophora* e gêneros relacionados (Capítulo 2) o MrBayes foi executado com duas corridas, cada uma com quatro cadeias de MCMC (três quentes e uma fria) por 30 milhões de gerações, com amostragem de uma árvore a cada 1000 gerações. O desvio padrão entre as duas corridas <0.01 foi atingido após 25 milhões de cadeias, portanto as primeiras 25000 árvores de cada corrida foram descartadas como *burn-in*. As 10 mil árvores restantes foram usadas para estimar a topologia e a probabilidade posterior de cada clado usando consenso de maioria, bem como todos os parâmetros. Enquanto para as análises filogenéticas das espécies de *Cladophora*, incluindo *Cladophora codii* (Capítulo 3) o MrBayes foi executado com duas corridas, cada uma com quatro cadeias de MCMC (três quentes e uma fria) por 20 milhões de gerações, com amostragem de uma árvore a cada 1000 gerações. O desvio padrão entre as duas corridas <0.01 foi atingido após 1,5 milhões de cadeias, portanto as primeiras 1500 árvores de cada

corrida foram descartadas como *burn-in*. As 18500 mil árvores restantes foram usadas para estimar a topologia e a probabilidade posterior de cada clado usando consenso de maioria, bem como todos os parâmetros. Após o sumário dos parâmetros, todos tiveram ESS (Estimated Sample Size) superior a 1000. Em todas as análises os gaps foram considerados como dados faltantes. Todas as sequências geradas neste trabalho foram submetidas ao GenBank (Capítulos 2 e 3).

#### 4. Referências

- Almeida, W.R., Alves, A.M., Guimarães, S.M.P.B. and Moura, C.W.N. (2012) Cladophorales and Siphonocladales (Chlorophyta) from Bimarras Island, Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. *Iheringia. Série Botânica* 67(2): 149–164.
- Altamirano, M. & Nunes, J.M.C. (1997) Contribuciones al macrofitobentos del municipio de Camaçari (Bahia, Brasil). *Acta Botanica Malacitana* 22: 211–215.
- Alves, A.M. & Moura, C.W.N. (2015) *Cladophora* in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB99124> (Último acesso 26 junho 2015).
- Alves, A.M., Gestinari, L.M.S., Oliveira, I.S., Moniz-Brito, K.L. & Moura, C.W.N. (2012) The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia* 95(3-4): 337–372.
- Amado Filho, G.M. (1991) Algas Marinhas Bentônicas do Litoral de Saquarema à Itacoatiara (RJ). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- Amado Filho, G.M., Barreto, M.B.B.B., Marins, B.V., Felix, C. & Reis, R.P. (2003) Estrutura das comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 329–342.
- Araújo, M.S.V.B. (1983) *Clorofíceas e Feofíceas Marinhas Bentônicas do Litoral Oriental do Estado do Rio Grande do Norte (Brasil)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Bach, S.D. & Josselyn, M.N. (1978) Mass blooms of the alga *Cladophora* in Bermuda. *Marine Pollution Bulletin* 9: 34–37.
- Bakker, F.T., Olsen, J.L., Stam, W.T. & van den Hoek, C. (1992) Nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer regions (ITS1 and ITS2) define discrete biogeographic groups *Cladophora albida* (Chlorophyta). *Journal of Phycology* 28: 839–845.

- Bakker, F. T., Olsen, J.L., Stam, W.T. & Hoek, C. van den. (1994) The *Cladophora* complex (Chlorophyta): new views based on the 18S rRNA gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 3(4): 365–382.
- Bakker, F. T., Olsen, J. L., & Stam, W. T. (1995a) Evolution of nuclear rDNA ITS sequences in the *Cladophora albida/sericea* clade (Chlorophyta). *Journal of Molecular Evolution* 40: 640–651.
- Bakker, F. T., Olsen, J. L. & Stam, W. T. (1995b) Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. *European Journal of Phycology* 30: 197–298.
- Bast, F., John, A. A. & Bhushan, S. (2014) *Cladophora goensis* sp. nov. (Cladophorales, Ulvophyceae) – a bloom forming marine algae from Goa, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 1–7.
- Berchez, F. A. S. & Oliveira Filho, E. C. (1992) Temporal changes in the benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades. In: Cordeiro Marino, M., Azevedo, M.T.P., Sant’Anna, C.L., Tomita, N.Y. & Plastino, E.M. (Eds.) *Algae and Environment: a General Approach*. São Paulo, CETESB. pp. 120–131.
- Boedeker, C & Hansen, G. I. 2010. Nuclear rDNA sequences of *Wittrockiella amphibia* (Collins) comb. nov. (Cladophorales, Chlorophyta) and morphological characterization of the mat-like growth form. *Botanica Marina* 53: 351–56.
- Boedeker, C. & Immers, A. (2009) No more lake balls (*Aegagropila linnaei* Kützinger, Cladophorophyceae, Chlorophyta) in The Netherlands? *Aquatic Ecology* 43:891–902.
- Børgesen, F. (1913) The marine algae of the Danish West Indies. 1. Chlorophyceae. *Dansk Botanisk Arkiv* 1(4): 1–158.
- Bot, P. V. M., Holton, R. W., Stam, W. T. & van den Hoek, C. (1989) Molecular divergence between North Atlantic and Indo-West Pacific *Cladophora albida* (Cladophorales: Chlorophyta) isolates as indicated by DNA-DNA hybridization. *Marine Biology* 102: 307–313.
- Bot, P. V. M., Stam, W. T. & van den Hoek, C. 1990. Genotypic relations between geographic isolates of *Cladophora laetevirens* and *C. vagabunda*. *Botanica Marina* 33: 441–46.
- Braga, Y.Y. (1970) Flora marinha bentônica da Baía de Guanabara e cercanias. I – Chlorophyta. *Publicações do Instituto de Pesquisas da Marinha* 42: 1–55.

- 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. *Rodriguésia* 60(1): 39–66.
- Breeman, A. M., Oh, Y. S., Hwang, M. S. & van den Hoek, C. (2002) Evolution of temperature responses in the *Cladophora vagabunda* complex and the *C. albida/sericea* complex (Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 37(1): 45–58.
- Brito, L.V.R., Széchy, M.T.M. & Cassano, V. (2002) Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao Terminal Marítimo Almirante Maximiano Fonseca, Baía da Ilha Grande, RJ. *Revista Atlântica*, Rio Grande, 24(1): 17–26.
- Brummitt, R.K. & Powell, C.E. (1992) *Authors of Plant Names*. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of these names including abbreviations. Kew: Royal Botanic Gardens.
- Câmara Neto, C. (1971) Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do litoral do Rio Grande do Norte. *Boletim de Biologia Marinha* 5: 137–154.
- Chapman, V. J. (1961) The marine algae of Jamaica. Bulletin of the Institute of Jamaica. *Science Series Kingston* 12: 1–159.
- Citadini-Zanette, V., Veiga Neto, A.J., Veiga, S.G. (1979) Algas bentônicas de Imbituba, Santa Catarina, Brasil. *Iheringia, Série botânica* 25: 111–121.
- Collado-Vides, L., Avilac, C., Leliaert, F., Rodriguez, D., Thyberg, T., Schneider, S., Rojas, J., Sweeney, P., Drury, C. & Liman, D. (2013) A persistent bloom of *Anadyomene* J.V.Lamouroux (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in Biscayne Bay, Florida. *Aquatic Botany* 111: 95–103.
- Collins, F.S. (1909) The green algae of North America. *Tufts College Studies (Sciences)* 2: 79–480.
- Concentino, A.L.M, Fujii, M.T. Reis, T.N.V. Barros, N.C.G., Rocha, M.F. & Neumann-Leitão, S. (2010) Diversity and distribution patterns of the infralittoral green macroalgae from Potiguar basin, Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24(4): 986–996.
- Coppejans, E., Leliaert, F. & Schils, T. (2002) New records of marine benthic algae for the Mozambican coast, collected at Inhaca Island. *South African Journal of Botany* 68: 342–348.
- Cordeiro-Marino, M. (1978) Rodofíceas bentônicas marinhas do estado de Santa Catarina. *Rickia* 7: 1–243.

- Costa, I.O., Caires, T.A., Pereira Filho, G.H. & Nunes, J.M.C. (2012) Macroalgas bentônicas associadas a bancos de *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamour. (Rhodophyta – Gigartinales) em duas praias do litoral baiano. *Acta Botanica Brasilica* 26(2): 493–507.
- Coto, A.C.S.P. (2007) *Biodiversidade de Clórofitas Marinhas Bentônicas do Litoral do Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP.
- Coto, A.C.S.P. & Pupo, D. (2009) Ulvophyceae. In: Bicudo, C.E.M. (Org.) *Flora Ficológica do Estado de São Paulo*. Rima Editora/FAPESP, São Carlos, 3: 1–76.
- Coutinho, R. (2004) Programa Nacional da Biodiversidade – PRONABIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO Sub-Projeto: *Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha. Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos*. Guia para o licenciamento ambiental, Atividades de Sísmica Marítima na Costa Brasileira, Atividades de Perfuração de Óleo e Gás.
- Dickie, G. (1874'1875') Enumeration of algae from Fernando de Noronha, collected by H.N. Moseley, M.A., naturalist to H.M.S. "Challenger". *Journal of the Linnean Society of London, Botany* 14: 363–365.
- Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. (2006) *Tábuas de Marés*. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm> (Último acesso 05 fevereiro 2011).
- Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. (2006) *Tábuas de Marés*. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm> (Último acesso 05 janeiro 2012).
- Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. (2006) *Tábuas de Marés*. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm> (Último acesso 05 janeiro 2013).
- Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. (2006) *Tábuas de Marés*. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm> (Último acesso em 10 janeiro 2014).
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochemical. Bulletin* 19: 11–15.
- Eston, V.R., Migotto, A.E., Oliveira Filho, E.C., Rodrigues, S.A. & Freitas, J.C. (1986) Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha Archipelago (Brazil). *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo* 34: 35–53.
- Falcão, C., Maurat, M.C., Nassar, C.A.G., Széchy, M.T.M. & Mitchell, G.J.P. (1992) Benthic Marine Flora of the Northeastern and Southeastern Coast of Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil: Phytogeographic Considerations. *Botanica Marina* 35: 357–364.

- Ferreira, M.M. & Pinheiro, F. (1966) Primeira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste brasileiro. *Arquivos de Estudos de Biologia do Mar da Universidade Federal do Ceará* 6(1): 59–66.
- Ferreira-Correia, M.M. & Brandão, M.D.S. (1974) Flora ficológica marinha da Ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil). I. Chlorophyta. *Arquivos Ciências do Mar* 14(2): 67–80.
- Ferreira-Correia, M.M., Lopes, M.J.S. & Brandão, M.D.S. (1977) Levantamento das Algas Marinhas Bentônicas da Ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* 1(1): 23–46.
- Ferri, E., Barbuto, M., Bain, O., Galimberti, A., Uni, S., Guerrero, R., Ferte, H., Bandi, C., Martin, C. & Casiraghi, M. (2009) Integrated taxonomy: traditional approach and DNA barcoding for the identification of filarioid worms and related parasites (Nematoda). *Frontiers in Zoology* 6: 1.
- Fonseca, M.C. (1972) Algumas espécies de algas marinhas de Pernambuco. In: XXIII Congresso Nacional de Botânica, Garanhuns, Pernambuco. *Anais da Sociedade Botânica do Brasil* pp. 61–74.
- 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.
- Freshwater, D.W., Fredericq, S. & Hommersand, M.H. (1995) A molecular phylogeny of the Gelidiales (Rhodophyta) based on analysis of plastid *rbcL* nucleotides sequences. *Journal of Phycology* 31: 616–632.
- Freshwater, D.W. & Rueness, J. (1994) Phylogenetic relationships of some European *Gelidium* (Gelidiales, Rhodophyta) species, based on *rbcL* nucleotide sequence analysis. *Phycologia* 33: 187–194.
- Fredericq, S., Hommersand, M.H. & Freshwater, D.W. (1996) The molecular systematics of some agar- and carrageenan containing marine red algae based on *rbcL*, sequence analysis. *Hydrobiologia* 326/327: 125–135.
- Gestinari, L.M.S. (2004). *Taxonomia e distribuição do gênero Cladophora Kütz. (Cladophorales, Chlorophyta) para o litoral brasileiro*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Gestinari, L.M.S., Nassar, C.A.G., Arantes, P.V. (1998) Algas marinhas bentônicas da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12(1): 67–76.

- Gestinari, L.M.S., Oliveira, M.C., Milstein, D., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pereira, S.M.B. (2009) Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil based on SSU rDNA sequences. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 531–538.
- Gestinari, L.M.S., Pereira, S.M.B. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2010) Distribution of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14: 22–42.
- Gestinari, L.M.S., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pereira, S.M.B. (2005) Influência da concentração de nutrientes e da aeração da água no desenvolvimento de *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek (Chlorophyta, Cladophorales). *Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia*. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 10: 275–288.
- Graham, L.E. & Wilcox, L.W. (2000) *Algae*. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Gubelit, Y.I. & Berezina, N.A. (2010) The causes and consequences of algal blooms: The *Cladophora glomerata* bloom and the Neva estuary (eastern Baltic Sea). *Marine Pollution Bulletin* 61: 183–188.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2015) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <http://www.algaebase.org> (Último acesso 06 junho 2015).
- Hall, T.A. (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hall, J.D., Fucíková, K., Lo, C., Lewis, L.A. & Karol, K.G. (2010) Assessing proposed DNA barcodes in the green algae. *Cryptogamie, Algologie* 31(4): 529–555.
- Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y. & Ueda, K. (2002) Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *Journal of Phycology* 38: 564–571.
- Hayakawa, Y., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K. & Kamiya, M. (2012). Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. *Phycological Research* 60: 86–97.
- Hebert, P.D.N., Stoeckle M.Y., Zemplak, T.S. & Francis, C.M. (2004) Identification of birds through DNA barcodes. *PLoS Biology* 2: 1657–1663.
- Hillis, D.M. & Dixon, M.T. (1991) Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. *The Quarterly Review of Biology* 66(4): 411–453.

- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (Eds.). 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. 8. Edition. New York. 693 pp.
- Horta, P.A. (2000). *Macroalgas do Infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Horta, P.A., Amancio, E., Coimbra, C.S. & Oliveira, E.C. (2001) Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28(3): 243–265.
- Hughey, J.R., Silva, P.C. & Hommersand, M.H. (2001) Solving taxonomic and nomenclatural problem in Pacific Gigartinaceae (Rhodophyta) using DNA from type material. *Journal of Phycology* 37: 1091-1109.
- Huisman, J.M., Sherwood, A.R. & Abbott, I.A. (2004) Studies of Hawaiian Galaxauraceae (Nemaliales, Rhodophyta): Large subunit rDNA gene sequences support conspecificity of *Galaxaura rugosa* and *G. subverticillata*. *Cryptogamie, Algologie* 25: 337–352.
- Ichihara, K., Shimada, S. & Miyaji, K. (2013) Systematics of *Rhizoclonium*-like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses. *Phycologia* 52(5): 398–410.
- Jesus, P.B., Machado, G.E.M. & Muniz, R.A. (2013) Macroalgas marinhas como indicadores de impactos ambientais em Itacoatiara, Niterói, RJ: subsídios para futuros programas de monitoramento ambiental. *Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO* 4(1): 67–80.
- Joly, A.B. (1950) Resultados científicos do cruzeiro do “Baependi” e do “Vega” à Ilha de Trindade. Nota preliminar sobre algumas algas. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia* 1(2): 73–75.
- Joly, A.B. (1951) Contribuição para o conhecimento da flora algológica do estado do Paraná. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo* 2(1): 125–138.
- Joly, A.B. (1953) Scientific results of the “Baependi” and “Vega” cruise to the Trindad Islands. *Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo* 4(1-2): 147–156.
- Joly, A.B. (1957) Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e Arredores. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciência, Universidade de São Paulo, Série Botânica* 14(217): 1–196.

- Joly, A.B. (1964) Extensão da Flora Marinha Tropical no Sul do Brasil. *Boletim Instituto de Biologia Marina, Mar del Plata* 7: 11–15.
- Joly, A.B. (1965a) Flora marinha do litoral Norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciência, Universidade de São Paulo, Série Botânica* 21(292): 5–393.
- Joly, A.B. (1965b) Marine flora of the Tropical and Subtropical Western South Atlantic. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 37: 279–282.
- Joly, A.B. & Oliveira Filho, E.C. (1967) Notes on Brazilian algae. I – New finding confirming uncertain records. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo (Botânica)* 22: 313–320.
- Joly, A.B., Oliveira Filho, E.C., Ugadim, Y. & Pinheiro, F.C. (1968) Additions to the marine flora of Brazil VIII. *Rickia* 3:161–170.
- Jónsson, S. (1962) Recherches sur des Cladophoracées marines: structure, reproduction, cycles comparés, conséquences systématiques. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique* 12: 25–263.
- Kanagawa, A.I. (1984) *Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado da Paraíba – Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Kraft, G.T. (2000) Marine and estuarine benthic green algae (Chlorophyta) of Lord Howe Island, Southwestern Pacific. *Australian Systematic Botany* 13: 509–648.
- Kraft, G. T. 2007. *Algae of Australia*. Marine benthic algae of Lord Howe Island and the southern Great Barrier Reef, 1. Green algae. Canberra & Melbourne: Australian Biological Resources Study & CSIRO Publishing.
- Kützing, F.T. (1843) *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange*. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. pp. [part 1]: [i]-xxxii, [1]-142, [part 2:] 143-458, 1, err.], pls 1-80. Leipzig: F.A. Brockhaus.
- Kützing, 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.
- Kützing, F.T. (1847) *Tabulae phycologicae; oder, Abbildungen der Tange*. Vol. I, fasc. 3–5 pp. 27–36, pls 21–50. Nordhausen: Gedruckt auf kosten des Verfassers (in commission bei W. Köhne).
- Kützing, F.T. 1849. *Species algarum*. pp. [i] –vi, [1] –922.

- Lapointe, B.E. & O'Connell, J. (1989) Nutrient-Enhanced growth of *Cladophora prolifera* in Harrington Sound, Bermuda: Eutrophication of a confined, phosphorus limited marine Ecosystem. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 28: 347–360.
- Larget, B. & D. Simon. 1999. Markov chain Monte Carlo algorithms for the Bayesian analysis of phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 16:750–59.
- Lawson, G. W. & John, D. M. (1987) The Marine Algae and Coastal Environment of Tropical West Africa. *Nova Hedwigia*. Berlin: J. CRAMER.
- Lee, R.E. (1989) *Phycology*. Cambridge University Press. New York.
- Lee, R.E. (2008) *Phycology*. Cambridge University Press. New York.
- Lee, S.R., Oak, J. H., Suh, Y. & Lee, I.K. (2001) Phylogenetic utility of rbcS sequences: An example from *Antithamnion* and related genera (Ceramiaceae, Rhodophyta). *Journal of Phycology* 37: 1083–1090.
- Leliaert, F. & Boedeker, C. (2007) Cladophorales. In: Brodie, J., Maggs, C.A. & John, D. (Eds.) *Green seaweeds of Britain and Ireland*. The British Phycological Society. p. 131–183.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. (2003) The marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia* 76: 45–82.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. (2004) Crystalline cell inclusions: a new diagnostic character in the Cladophorophyceae (Chlorophyta). *Phycologia* 43(2): 189–203.
- Leliaert, F., De Clerck, O., Verbruggen, H., Boedeker, C. & Coppejans, E. (2007a) Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta: Cladophorophyceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 1237–1256.
- Leliaert, F., Huisman, J.M. & Coppejans, E., (2007b) Phylogenetic position of *Boodlea vanbosseae* (Siphonocladales, Chlorophyta). *Cryptogamie, Algologie*, 28: 337–351.
- Leliaert, F., Rosseau, F., De Reviere, B. & Coppejans, E. (2003) Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene sequences: is the recognition of separate order Siphonocladales justified? *European Journal of Phycology* 38: 233–246.
- Leliaert, F., Rueness, J., Boedeker, C., Maggs, C.A., Cocquyt, E., Verbruggen, H. & De Clerck O. (2009a) Systematics of the marine microfilamentous green algae *Uronema curvatum* and *Urospora microscopica* (Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 44(4): 487–496.

- Leliaert, F., Verbruggen, H., Wysor, B & De Clerck, O. (2009b) DNA taxonomy in morphologically plastic taxa: Algorithmic species delimitation in the *Boodlea* complex (Chlorophyta: Cladophorales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53: 122–133.
- Leliaert, F., Payo, D. A., Calumpong, H. P. & De Clerck, O. (2011) *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical Waters. *Phycologia* 50(4): 384–391.
- Leliaert, F., Smith, D. R., Moreau, H., Herron, M. D., Verbruggen, H. & Delwiche, C. F. & De Clerck, O. (2012) Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *Critical Reviews in Plant Sciences* 31: 1–46.
- Lewis, P. O. (2001) Phylogenetic systematics turns over a new leaf. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 30–37.
- Linnaeus, C. (1753) *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas*. Vol. 2 pp. [i], 561-1200, [1-30, index], [i, err.]. Holmiae [Stockholm]: Impensis Laurentii Salvii.
- Littler, D. S. & Littler, M.M. (1997) An illustrated marine flora of the Pelican Cays, Belize. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 9: 1–149.
- Littler, D.S. & Littler, M.M. (2000) Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico.
- Lucena, L.A.F., Kanagawa, A.I., Martins, G.J.M., Targino, C.H., Miranda, G.E.C. & Horta, P.A. (2007) Levantamento da Flora do Infralitoral do Município de Pitimbu, Litoral Sul do Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5(supl. 2): 585–587.
- Lützelburg, P. von. (1922–1923) Estudos Botânicos do Nordeste. *Publicações Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas* (Série I A) 3(57): 229–231.
- Machado, G.E.M., Silva, B.S.O. & Nassar, C.A.G. (2007) Macroalgas marinhas bentônicas do Núcleo Picinguaba - Parque Estadual da Serra do Mar (Ubatuba – SP): Enseada da Fazenda. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5(supl. 2): 165–167.
- Machado, G.E.M., Nassar, C.A.G. & Széchy, M.T.M. (2011) Flora ficológica da região sublitorânea rasa de costões rochosos do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 25(1): 71–82.
- Maida, M. & Ferreira, B.P. (2004) Recifes de coral brasileiros. In: Eskinazi-Leça, E., Neumann, S.L. & Costa, M.F. (Orgs). *Oceanografia: um cenário tropical*. Recife: Bargaço. p. 617–640.

- Marins, B.V., Brasileiro, P.A., Barreto, M.B.B., Nunes, J.M.C., Yoneshigue-Valentin, Y. & Amado Filho, G.M. (2008) Subtidal bentic marine algae of the Todos os Santos Bay, Bahia state, Brazil. *Oecologia Brasiliensis* 12: 229–242.
- Martens, G. von. (1870) *Conspectus Algarum Braziliae hactenus detectarum*. Videnskabelige Meddelelser fra den Naturh. Forening, Kjobenhavn 2(18–20): 297–314.
- Martens, G. von. (1871) *Algae Brasiliensis circa Rio de Janeiro a clar. A. Glaziou, horti publici directore, botanico indefesso, annis 1869 et 1870 collectae*. Videnskaabelige Meddelelser fra den. Naturh. Forening, Kjobenhavn 3(8–10): 144–148.
- Martins, D.V., Cordeiro-Marino, M., Boccanera, N.B. & Nunes, J.M.C. (1991) Clorofíceas marinhas bentônicas do município de Salvador, Bahia, Brasil. *Hoehnea* 18(2): 115–133.
- Mattos, A. (1952) Notas sobre algas do litoral Paranaense. *Archivos do Museu do Paraná* 9: 245–260.
- 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.
- Meñez, E.G. (1961) The marine algae of the Hundred Islands, Philippines. *Philippine Journal of Science* 90: 37–86.
- Miossi, W., Aquije, G.M.F.V.A. & Alves, J.P.A. (2004) Levantamento das Clorofíceas (Chlorophyta) marinhas bentônicas do litoral de Aracruz, estado do Espírito Santo, Brasil. *Natureza on line* 2(2): 37–44.
- Mitchell, G.J.P., Nassar, C.A.G., Maurat, M.C.S. & Falcão, C. (1990) Tipos de vegetação marinha da baía do Espírito Santo sob a influência da poluição – Espírito Santo (Brasil). In: *II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo*. 2. Anais... Águas de Lindóia, São Paulo, Vol. 1. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, p. 202–213.
- Mitchell, G.J.P., Széchy, M.T.M. & Mitsuya, L.A. (1979) Synopsis of the marine benthic Chlorophyta from Rio de Janeiro coast. *Leandra* 8/9: 91–123.
- Möbius, M. (1889) Bearbeitung der von H. Shenck in Brasilien gesammelten Algen. *Hedwigia* 28: 309–347.
- Möbius, M. (1890) Algae Brasiliensis a cl. Dr. Glaziou collectae. *Notarisia* 5(20): 1065–1102.

- Möbius, M. (1892) Ueber einige brasilianische Algen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 10: 17–26.
- Muniz, J.A. (1993) Enumeração e novas ocorrências de algas marinhas bentônicas para o estado de Alagoas, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 8(1): 1–4.
- Murray, G. (1891) Algae. In: Ridley, H.N. - Notes on the botany of Fernando Noronha. Pp. 75-80, pls. 1–4. *Journal of the Linnean Society. Botany*. London 27: 1–95.
- Nassar, C.A.G., Souza, R.R. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2001) Inventário florístico das algas marinhas bentônicas do arquipélago das Três Ilhas (Espírito Santo-Brasil): estudo preliminar. *Leandra* 16: 1–10.
- Nizamuddin, M. & Begum, M. (1973) Revision of the marine Cladophorales from Karachi. *Botanica Marina* 16: 1–18.
- Norris, J.N. & Olsen, J.L. (1991) Deep-water green algae from the Bahamas, including *Cladophora vadenkoekii* sp. nov. (Cladophorales). *Phycologia* 30: 315–328.
- Nunes, J.M.C. (1998) Catálogo de algas marinhas bentônicas do Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 23: 5–21.
- Nunes, J.M.C., Santos, A.C.C., Lyra, G.M., Minervino-Neto, A. & Pedreira, E.S. (2001) Marine benthic algae from Uruçuca, Bahia, Brazil. *Acta Botanica Malacitana* 26: 181–187.
- Nunes, J.M.C., Santos, A.C.C., Minervino, A. & Brito, K.S. (1999) Algas marinhas bentônicas do município de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 24: 5–12.
- Nunes, J.M.C., Santos, A.C.C. & Santana, L.C. (2005). Novas ocorrências de algas marinhas bentônicas para o estado da Bahia, Brasil. *Iheringia, série Botânica* 60(1): 99–106.
- 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.
- Oliveira-Carvalho, M.F., Pereira, S.M.B. & Zickel, C.S. (2003) Florística e distribuição espaço-temporal das clorofíceas bentônicas em trechos recifais do litoral norte do estado de Pernambuco – Brasil. *Hoehnea* 30(3): 201–212
- Oliveira Filho, E.C. (1977) *Algas Marinhas Bentônicas do Brasil*. Tese de Livre-Docência, Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Oliveira, E.C., Horta, P.A., Amancio, C.E. & Sant’Anna, C.L. (1999) Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e

- conservação. *In: Workshop sobre Avaliação e ações prioritárias para a conservação da Biodiversidade das zonas costeira e marinha*. Relatório Técnico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Oliveira Filho, E.C. (1974) An annotated list of the Brazilian seaweeds in Dickie's Herbarium. *Journal of the Linnean Society. Botany*. London. 69(3): 229–238.
- Oliveira Filho, E.C. & Berchez, F.A.S. (1978) Marine Benthic Algae of Santos Bay - Chances in the Flora between 1957–1978. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 6: 49–59.
- Oliveira Filho, E.C. & Ugadim, Y. (1976) A survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). *Phycologia* 15(1): 41–44.
- Oliveira, M.C. (2001) Estudios de la macro y microbiodiversidad de las algas. Secuenciamento del DNA ribossomal (rDNA). *In: Alveal, K. & ANtezana, T. (Eds.). Sustentabilidad de la diversidad*, Universidad de Concepción-Chile, p. 85–96.
- Olsen, J.L. & West, J.A. (1988) *Ventricaria* (Siphonocladales-Cladophorales complex, Chlorophyta), a new genus for *Valonia ventricosa*. *Phycologia* 27: 103–108.
- Olsen-Stojkovich, J.L. (1986) *Phylogenetic studies of genera in the Siphonocladales-Cladophorales complex (Chlorophyta)*. PhD dissertation: University of California, Berkeley.
- Palmer, J.D. 1985. Comparative organization of chloroplast genomes. *Annual Review of Genetics* 19: 325-354.
- Parodi, E.R. & Cáceres, E.J. (1991) Variation in number of apical ramifications and vegetative cell length in freshwater population of *Cladophora vagabunda* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 27: 628-633.
- Peckol, P., DeMeo-Anderson, B., Rivers, J., Valiela, I., Maldonado, M., Yates, J. (1994) Growth, nutrient uptake capacities and tissue constituents of the macroalgae *Cladophora vagabunda* and *Gracilaria tikvahiae* related to site-specific nitrogen loading rates. *Marine Biology* 121: 175–185.
- Pedrini, A.G. (1980) *Algas marinhas bentônicas da Baía de Sepetiba e arredores (Rio de Janeiro)*. Tese de doutorado em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. RJ.
- Pedrini, A.G. (1984) Algas marinhas bentônicas do litoral Norte-Fluminense. I - Lista preliminar das algas “arribadas” da Praia de Manguinhos (Guaxindiba – São João da Barra – Rio de Janeiro). *Atas da Sociedade Botânica do Brasil*, seção Rio de Janeiro 2(17): 133–144.

- Pedrini, A.G., Gonçalves, J.E.A., Fonseca, M.C.S., Zaú, A.S. & Lacorte, C.C. (1989) A survey of the Marine Algae of Trindade Island, Brazil. *Botanica Marina* 32: 97–99.
- Pedrini, A.G., Ugadim, Y., Braga, M.R.A. & Pereira, S.M.B. (1992) Algas marinhas bentônicas do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 13: 93–101.
- Pellizzari, F., Bernardi, J., Silva, E.M., Silva, M.C. & Yokoya, N.S. (2014). Benthic marine algae from the insular areas of Paraná, Brazil: new database to support the conservation of marine ecosystems. *Biota Neotropica* 14(2): 1–12.
- Pereira, S.M.B. (1974) *Clorófitas Marinhas Bentônicas da Ilha de Itamaracá e Arredores (Estado de Pernambuco - Brasil)*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, SP.
- Pereira, S. M. B. (1983) *Algas marinhas bentônicas do infralitoral do estado da Paraíba*. Tese (Professor Titular em Botânica). Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Pereira, S.M.B. (2000) Macroalgas bentônicas. *Anais, Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais, Recife*, Editora universitária. 2000. pp. 48–63.
- Pereira, S.M.B. & Accioly, M.C. (1998) Clorófitas marinhas bentônicas da Praia de Serrambi, Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12: 25–52.
- Pereira, S.M.B., Oliveira-Carvalho, M.F., Angeiras, J.A.P., Bandeira-Pedrosa, M.E., Oliveira, N.M.B., Torres, J., Gestinari, L.M.S., Cocentino, A.L.M., Santos, M.D., Nascimento, P.R.F. & Cavalcanti, D.R. (2002) Algas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco. *In: Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. (Orgs.) Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Massangana, Recife 2: 97–124.
- Pereira, S.M.B., Oliveira Filho, E.C., Araujo, M.S.V.B, Paes e Melo, L.B., Carvalho, F.A.C. & Câmara Neto, C. (1980) Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte. 2a. parte: Profundidade de 10 a 45 metros. *Série: Brasil. SUDENE. Estudos de Pesca*, Recife 9: 25–81.
- Pereira, S.M.B., Torres, J. & Gestinari, L.M.S. (2014) Composition and Distribution of Deep Water Macroalgae Species from the Continental Shelf of Sergipe State, Brazil. *Phytotaxa* 190(1): 250–267.
- Picelli-Vicentim, M.M. (1986) Catálogo das Chlorophyta de águas continentais e marinhas do Estado do Paraná, Brasil. Estudos de Biologia. *Publicação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná* 15: 1–28.

- Pinheiro-Joventino, F., Dantas, N.P. & Maraschin, C.D.H. (1998) Distribuição de algas marinhas no litoral de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* 31(1-2): 41-46.
- Pochon, X., Atalah, J., Wood, S. A., Hopkins, G. A., Watts, A. & Boedeker, C. (2015) *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. *Aquatic Invasions* 10(2): 123–133.
- Pombert, J.F., Beauchamp, P., Otis, C., Lemieux, C. & Turmel, M. (2006) The complete mitochondrial DNA sequence of the green alga *Oltmannsiellopsis viridis*: evolutionary trends of the mitochondrial genome in the Ulvophyceae. *Current genetics* 50: 137-147.
- Pombert, J.F., Otis C., Lemieux, C. & Turmel, M. (2004) The complete mitochondrial DNA sequence of the green alga *Pseudendoclonium akinetum* (Ulvophyceae) highlights distinctive evolutionary trends in the Chlorophyta and suggests a sister-group relationship between the Ulvophyceae and Chlorophyceae. *Molecular Biology and Evolution* 21: 922–935.
- Posada, D. & Crandall, K. A. (1998) Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14: 817–818.
- Proschold, T. & Leliaert, F. 2007. Systematics of the green algae: conflict of " classic and modern approaches. In: Brodie, J. & Lewis, J. (Eds.). *Unravelling the Algae: The Past, Present, and Future of Algal Systematics*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 123–153.
- Pueschel, C.M. (1992) An ultrastructural survey of the diversity of crystalline, proteinaceous inclusions in red algal cells. *Phycologia* 31: 489–499.
- Pueschel, C.M. (1994). Protein crystals in *Haplogloia kuckuckii* (Chordariales, Phaeophyceae): another mechanism for nitrogen storage in brown algae? *Phycologia* 33: 91–96.
- Pueschel, C.M. & Korb, R.E. (2001) Storage of nitrogen in the form of protein bodies in the kelp *Laminaria solidungula*. *Marine Ecology Progress Series* 218: 107–114.
- Pupo, D. & Coto, A.C.S.P. (2011) Lista de Ulvophyceae do estado de São Paulo. *Biota Neotropica* 11(Supl. 1): 137–142.
- Reis, R.P. (2009) Caracterização da assembleia fitobentônica da praia do Kutuca, Ilha da Marambaia, baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23(2): 297–304.

- Rocha-Jorge, R. (2010) *Diversidade de macroalgas do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, SP, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Ohnas, S. H., Larget, B., Liu, L., Suchards, M. A. & Huelsenbeck, J. P. (2012) MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice across a Large Model Space. *Systematic Biology* 61: 1–4.
- Ross, P.I., Donaldson, S.L. & Saunders, G.W. (2003) A molecular investigation of *Mazzaella* (Gigartinales, Rhodophyta) morphologically intermediate between *Mazzaella linearis* and *M. splendens*. *Botanica Marina* 46: 202–213.
- Sakai, Y. (1964). The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. *Scientific Paper Institute for Algological Research, Hokkaido University* 5: 1–104.
- Santos, A.A. (2010). *Comunidades de macroalgas epífitas de Acetabularia crenulata J.V.Lamour. (Dasycladales, Chlorophyta) das Praias da Penha e Barra Grande, Ilha de Itaparica, Bahia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Santos, D.P. (1983). *Clorofíceas Bentônicas Marinhas do Estado de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Santos, K.P. (2000). *Diversidade de macroalgas e cianobactérias associadas a Codium spongiosum Harvey (Chlorophyta, Codiales) na Praia do Forno, município de Armação dos Búzios, RJ*. Dissertação (Mestrado em Botânica), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- Shirata, M.T., Ludwig, T.A.V., Becker, L.H. & Paula, J.L.T.M. (1991) Algas marinhas bentônicas da Ilha do Farol, Praia de Caiobá, município de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 34(3/4): 443–453.
- Sartoni, G. (1992) Research on the marine algae of South-central Somalia. 3. The Siphonocladales-Cladophorales complex. *Webbia* 46: 291–326.
- 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(4): 487–528.

- Saunders, G.W. & Lehmkuhl, V.K. (2005). Molecular divergence and morphological diversity among four cryptic species of *Plocamium* (Plocamiales, Florideophyceae) in northern Europe. *European Journal of Phycology* 40: 293–312.
- 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. Duke University Press, Durham.
- Schnetter, R. (1978) Marine algen der karibischen Küsten von Kolumbien. II. Chlorophyta. *Bibliotheca Phycologica* 42: 1–199.
- Sherwood, A.R. & Presting, G.G. (2007) Universal “primers” amplify a 23S rDNA plastid marker in eukaryotic and cyanobacteria. *Journal of Phycology* 43(3): 605–608.
- Soares, L.P. & Fujii, M.T. (2012a). Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 63(3): 557–570.
- Soares, P.L. & Fujii, M.T. (2012b). Epiphytic macroalgae from Boa Viagem Beach, Recife, Pernambuco State, Brasil. *Check List* 8(4): 662–665.
- Söderström, J. (1963) Studies in *Cladophora*. *Botanica Gothoburgensia* 1: 1–147.
- Stewart, K.D. & Mattox, K.R. (1978) Structural evolution in the flagellated cells of green algae and land plants. *BioSystems* 10: 145–152.
- Széchy, M.T.M., Maurat, M.C.S., Nassar, C.A.G. & Falcão, C. (1987) Adições à flora marinha bentônica do arquipélago de Fernando de Noronha. *Nerítica* 2: 135–146.
- Széchy, M.T.M., Nassar, C.A.G., Falcão, C. & Maurat, M.C.S. (1989) Contribuição ao inventário das macroalgas bentônicas de Fernando de Noronha. *Rodriguésia* 67(41): 51–61.
- Széchy, M.T.M., Amado Filho, G.M., Cassano, V., De Paula, J.C., Barreto, M.B.B., Reis, R.P., Marins, B.V., Moreira, F.M. (2005) Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o programa GloBallast no Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 19(3): 587–596.
- Tai, V., Lindstrom, S.C. & Saunders, G.W. (2001) Phylogeny of the Dumontiaceae (Gigartinales, Rhodophyta) and associated families based on SSU rDNA and internal transcribed spacer sequence data. *Journal of Phycology* 37: 184–196.
- Taouil, A. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2002) Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica* 25(4): 405–412.
- Taylor, W.R. (1930) Algae collected by the Hassler, Albatross and Schmidt Expeditions: I. Marine algae from Brazil. *American Journal of Botany* 17:627–634.

- Taylor, W.R. (1931) A synopsis of the marine algae of Brazil. *Revue Algologie* 5(3-4): 279-313.
- Taylor, W.R. (1960) Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of Americas. Ann Arbor, University of Michigan Press, United States.
- Teixeira, V.L., pereira, R.C., Muniz, J.A. & Silva, L.F.F. (1985) Contribuição ao estudo de algas de profundidade da costa sudeste do Brasil. *Ciência e Cultura* 37(5): 809–815.
- Thiamdao, S., Boo, G. H., Boo, S. M. & Peerapornpisal, Y. (2012) Diversity of Edible *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) in Northern and Northeastern Thailand, Based on Morphology and Nuclear Ribosomal DNA Sequences. *Chiang Mai Journal of Science* 39(2): 300–10.
- Thybo-Christesen, M., Rasmussen, M.B. & Blackburn, T.H. (1993) Nutrient fluxes and growth of *Cladophora sericea* in a shallow Danish bay. *Marine Ecology Progress Series* 100: 273–281.
- Torrano Silva, B.N. (2010) *Flora de macrófitas marinhas do Arquipélago de Abrolhos e do Recife Sebastião Gomes (BA)*. São Paulo. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade de São Paulo, SP.
- Ugadam, Y. (1973) Algas marinhas bentônicas do litoral sul do estado de São Paulo e do litoral do estado do Paraná. I – Divisão Chlorophyta. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 1: 11–77.
- van den Hoek, C. (1963) Revision of the European species of *Cladophora*. *Proefschrift...Rijksuniversiteit te Leiden*. 1–248. E.J. Brill, Leiden.
- van den Hoek, C. (1982) A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Tweede Reeks* 78: 1–236.
- van den Hoek, C. (1984) The systematics of the Cladophorales. *In*: Irvine, D.E.G. & John, D.M. (Eds.) *Systematics of the Green Algae*, p. 157–178. Academic Press, London.
- van den Hoek, C. & Chihara, M. (2000) A taxonomic revision of the marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) along the coasts of Japan and the Russian Far-east. National Science Museum (Tokyo). *Monographs* 19: 1–242.
- van den Hoek, C., Mann, D.G. & Jahns, H.M. (1995) *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge.

- van den Hoek, C. & Womersley, H.B.S. (1984) Genus *Cladophora*. In The marine benthic flora of southern Australia. Part I. (H.B.S. Womersley, ed.), p. 185–213. Government Printer, South Australia, Adelaide.
- Varela, A.R.D. (2010) *Flora Macrofitobêntica da Reserva Biológica do Arvoredo e Ilhas Circunvizinhas*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- Vilaça, R., Fonseca, A.C., Jensen, V.K. & Knoppers, B. (2010) Species composition and distribution of macroalgae on Atol das Rocas, Brazil, SW Atlantic. *Botanica Marina* 53: 113–122.
- Villaça, R., Pedrini, A.G., Pereira, S.M.B. & Figueiredo, M.A.O. (2006) Flora marinha bentônica das ilhas oceânicas brasileiras. In: Alves, R.J.V. & Costa, J.W. (Orgs.). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 107–146.
- Watanabe K.I., Ehara M., Inagaki, Y. & Ohama, T. (1998) Distinctive origins of group I introns found in the COXI genes of three green algae. *Gene* 213: 1–7.
- Wetherbee, R., Janda, D.M. & Bretherton, G.A. (1984) The structure, composition and distribution of proteinaceous crystalloids in vegetative cells of the red alga *Wrangelia plumosa*. *Protoplasma* 119: 135–140.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H. Sninsky, J.J. & White, T.J. (Eds.) *PCR Protocols: a guide to methods and applications*, p. 315–322. Academic Press, New York, USA.
- Wille, N. (1909) Conjugatae und Chlorophyceae. In: A. Engler & K. Prantl (eds.) *Die natürlichen Pflanzenfamilien Nachträge zum I. Teil*, 2. p. 1–96. Abt. Verlag W. Engelmann, Leipzig.
- Williams, L.G. & Blomquist, H.L. (1947) A collection of marine algae from Brazil. *Bulletin of the Torrey Botanical Club, New York* 74(5): 383–397.
- Wynne, M.J. (2011) A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia Beihefte* 140: 1–166.
- Yoneshigue, Y. (1985) *Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brasil)*. Docteur d'Etat-Sciences. Luminy: Université d'Aix-Marseille II, Faculté des Sciences de Luminy.
- Yoneshigue-Valentin, Y., Fernandes, D.R.P., Pereira, C.B., Ribeiro, S.M. (2005) Macroalgas da Plataforma Continental da Ilha de Trindade e do arquipélago Martim

- Vaz (Espírito Santo – Brasil). *Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia*. Salvador. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro 10: 361–372.
- Yoneshigue-Valentin, Y., Gestinari, L.M.S. & Fernandes, D.R.P. (2006) Capítulo 2. Macroalgas. In: Lavrado, H.P. & Ignácio B.L. (Eds.) *Biodiversidade Bentônica da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira*. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 18: 67–105.
- Yoneshigue-Valentin, Y., Loivos, A.M., Silva, R.C.C.S., Fernandes, D.R.P. (2008) Contribuição ao conhecimento e preservação das algas multicelulares bentônicas do Costão dos Cavaleiros - Macaé, estado do Rio de Janeiro. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre 63(1): 129–134.
- Yoneshigue-Valentin, Y. & Valentin, J. 1988. Comunidades algais fotofilas de infralitoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. *Gayana, Botânica* 45(1): 61–75.
- Yoneshigue-Valentin, Y. & Valentin, J. 1992. Macroalgae of the Cabo Frio Upwelling Region, Brazil: Ordination of Communities. *Coastal Plant Communities of Latin America* 2: 31–50.
- Yoshii, Y., Hanyuda, T., Wakana, I., Miyajii, K., Arai, S., Ueda, K. & Inouye, I. (2004) Carotenoid compositions of *Cladophora* balls (*Aegagropila linnaei*) and some members of the Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta): their taxonomic and evolutionary implication. *Journal of Phycology* 40: 1170–77.
- Zechman, F.W., Theriot, E.C., Zimmer, E.A. & Chapman, R.L. (1990) Phylogeny of the Ulvophyceae (Chlorophyta): Cladistic analysis of nuclear-encoded rRNA sequence data. *Journal of Phycology* 26: 700–710.

## APÊNDICE 1

Espécimes de *Cladophora* do litoral do Brasil cujo DNA total foi extraído neste estudo, incluindo dados de coleta (localização, data da coleta e coletor) e o número no banco de dados de DNA (FSA) do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL).

| Espécies  | Dados de Coleta   | FSA                              |
|---|---|----------------------------------|
| <i>Cladophora albida</i><br>(Ness) Kütz.  | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013,<br><i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                                  | 14486<br>14487                   |
|   | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras,<br>19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                 | 14498                            |
|   | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro,<br>15.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                   | 14714                            |
|   | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013,<br><i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                                  | 14355                            |
| <i>Cladophora aokii</i><br>Yamada   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da<br>Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, <i>C.W.N. Moura et al.</i>             | 14314<br>14488                   |
|   | Espírito Santo: Guarapari, Peracanga/Guaibura,<br>08.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                       | 14322<br>14347<br>14489<br>14490 |
|   | Rio de Janeiro: Cabo Frio, Praia da Concha,<br>14.vii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                                    | 14360                            |
|   | Rio de Janeiro: Armação de Búzios, Praia da<br>Ferradura, 05.xi.2013, <i>A.A. Santos &amp; D.L. Rohr</i>                | 14500                            |
|   | Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel,<br>Ponta da Nhá Pina, 17.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i> | 14501<br>14502                   |
|   | Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema, 26.vii.2013,<br><i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                                 | 14363                            |
|   | Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de<br>Pedra do Xaréu, 25.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i> | 14334<br>14497                   |
|   | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                                | 14312<br>14491                   |
|   | Espírito Santo: Guarapari, Peracanga/Guaibura,<br>08.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                       | 14346<br>14494<br>14495          |
|   | Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 2,<br>10.vii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.G. Pedrini</i>                 | 14362                            |
| Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 3,<br>10.vii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.G. Pedrini</i> | 14496   |                                  |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>                                | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>              |
|--|---|-------------------------|
| <i>Cladophora<br/>brasiliiana</i><br>G.Martens | Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas,<br>10.vii.2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini                             | 14506                   |
|  | Bahia: Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo,<br>16.ix.2012, A.M. Alves et al.                             | 14492                   |
|  | Bahia: Ilhéus, 14.ix.2012, A.A. Santos & D.L. Rohr  | 14493                   |
|  | Bahia: Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14.ix.2012, A.A.<br>Santos & D.L. Rohr                                       | 14505                   |
|  | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha,<br>23.vii.2009, C.W.N. Moura                               | 14872                   |
|  | Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel,<br>Morro do Meio, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A.<br>Santos     | 14507                   |
|  | Paraná: Paranaguá, pontal do Paraná, Ilha do Mel,<br>Ponta da Nhá Pina, 16.ii.2014, A.M. Alves & A.A.<br>Santos | 14508                   |
|  | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro,<br>15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                      | 14509<br>14510<br>14511 |
|  | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação,<br>15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                        | 14512                   |
|  | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, pedra do Meio,<br>12.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                      | 14513<br>14514          |
| <i>Cladophora catenata</i><br>Kütz.            | Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de<br>Gaibu, 25.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C.<br>Mascarenhas          | 14308<br>14515          |
|  | Bahia: Salvador, Praia de Itapuã, 05.v.2012, A.M.<br>Alves & G.B.C. Mascarenhas                                 | 14320<br>14477<br>14516 |
|  | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros,<br>22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                               | 14517                   |
| <i>Cladophora<br/>coelothrix</i> Kütz.         | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013,<br>A.M. Alves & A.A. Santos                                     | 14519<br>14692          |
|  | Rio Grande do Norte: Praia do Meio, 12.i.2013,<br>C.W.N. Moura  | 14520                   |
|  | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de<br>Búzios, 23.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                 | 14521<br>14691<br>14862 |
|  | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de<br>Tabatinga, 23.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos              | 14694                   |
|  | Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem,<br>24.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                         | 14332                   |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>                        | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>              |
|--|---|-------------------------|
| <i>Cladophora coelothrix</i>           | Pernambuco: Tamandaré, Praia dos Carneiros, 28.v.2013, A.A. Santos & D.L. Rohr                            | 14356                   |
|  | Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 25.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas | 14695                   |
|  | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                             | 14310<br>14697          |
|  | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al.         | 14337<br>14696          |
|  | Bahia: Salvador, Praia de Itapuã, 05.v.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                              | 14693                   |
|  | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2013, C.W.N. Moura                | 14698<br>14699          |
|  | Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13.ix.2012, A.A. Santos & D.L. Rohr                                       | 14970                   |
| <i>Cladophora conferta</i>             | Maranhão: São José do Ribamar, Praia de Araçagi, 21.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                    | 14345<br>14851          |
|  | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                            | 14339<br>14855          |
| P.Crouan & H.Crouan                    | <i>in</i>   | 14518                   |
| Schramm & Mazé                         | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                                  | 14701<br>14702<br>14703 |
|  | Rio Grande do Norte: Praia do Forte, 15.i.2013, C.W.N. Moura  | 14318                   |
| <i>Cladophora corallicola</i> Børgesen | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                             | 14311<br>14704          |
|  | Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                         | 14319<br>14705          |
| <i>Cladophora crispula</i>             | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                                  | 14452                   |
|  | Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                                   | 14358<br>14707          |
|  | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.        | 14453                   |
| <i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.      | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                            | 14484<br>14708          |
|  | Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas          | 14333                   |
|  | Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                         | 14710                   |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>                               | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b> |
|---|---|------------|
| <i>Cladophora dalmatica</i>                   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, <i>C.W.N. Moura et al.</i>              | 14315      |
|   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>             | 14709      |
|   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>              | 14480      |
|   |   | 14485      |
|   | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                             | 14712      |
|   |   | 14717      |
|   |   | 14845      |
|   | Piauí: Cajueiro da Praia, 23.vii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>  | 14861      |
|   | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                              | 14890      |
|   |   | 14317      |
|   | Bahia: Camaçari, Arempebe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                         | 14343      |
|   |   | 14713      |
|   | Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, 10.ii.2012, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                      | 14324      |
| <i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz. | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 09.iii.2012, <i>C.W.N. Moura</i>                     | 14478      |
|   | Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717', 16.ix.2012, <i>L.M.S. Gestinari</i> | 14824      |
|   | Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06.vii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                              | 14715      |
|   |   | 14716      |
|   | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                  | 14718      |
|   | São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>  | 14719      |
|   |   | 14848      |
|   | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                    | 14720      |
|   |   | 14721      |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                              | 14499      |
|   | 14722   |            |
|   |   | 14795      |
| <i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindeb.) Kütz. | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                  | 14723      |
|   |   | 14724      |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>                     | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>              |
|-------------------------------------|---|-------------------------|
| <i>Cladophora montagneana</i> Kütz. | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                    | 14482<br>14839          |
|                                     | Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema, 26.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                         | 14364                   |
|                                     | Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                           | 14729                   |
|                                     | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                          | 14732<br>14840<br>14843 |
|                                     | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Barreta, 21.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos     | 14730                   |
|                                     | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios, 23.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos      | 14731                   |
|                                     | Paraíba: João Pessoa, Praia de Cabo Branco, 7°7'10"S 34°49'36"W, 19.vii.2012, C.W.N. Moura        | 14733                   |
|                                     | Paraíba: Cabo Branco, 7°8'43"S 34°48'33"W, 19.vii.2012, C.W.N. Moura                              | 14734                   |
|                                     | Paraíba: Cabo Branco, Ponta do Seixas 7°8'20"S 34°49'15"W, 19.vii.2012, C.W.N. Moura              | 14735                   |
|                                     | Paraíba: Conde, Praia de Jacumã, 19.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                           | 14881                   |
|                                     | Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas              | 14329                   |
|                                     | Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas              | 14736                   |
|                                     | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                     | 14335<br>14737<br>14889 |
|                                     | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al. | 14316                   |
|                                     | Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, A.M. Alves et al.                      | 14739                   |
|                                     | Bahia: Camaçari, Arempebe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, A.M. Alves et al.            | 14740                   |
|                                     | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al. | 14738                   |
|                                     | Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13.ix.2012, A.A. Santos & D.L. Rohr                               | 14913                   |
|                                     | Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos             | 14770                   |
|                                     | Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Égua, 03.xi.2013, A.A. Santos & D.L. Rohr                | 14742                   |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>                              | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>     |
|--|---|----------------|
| <i>Cladophora montagneana</i>                | Rio de Janeiro: Búzios, Praia do Forno, 14.vii.2013, A.M. Alves et al.                                    | 14743          |
|  | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.                             | 14725          |
|  | Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Pina, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos | 14746          |
|  | Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Morro do Meio, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos     | 14747<br>14748 |
|  | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                   | 14749<br>14751 |
|  | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                     | 14750          |
|  | Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                         | 14752          |
|  | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                                  | 14753<br>14754 |
| <i>Cladophora ordinata</i> (Børgesen) C.Hoek | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                            | 14756          |
|  | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                                  | 14354          |
|  | Rio Grande do Norte: Touros, Maracajaú, 22.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                            | 14450          |
|  | Bahia: Itaparica, Vera Cruz, Ponta da Ilha, 17.iii.2014, C.W.N. Moura et al.                              | 14757          |
| <i>Cladophora prolifera</i> Kütz. (Roth)     | Espírito Santo: Serra, Jacarépe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                    | 14321<br>14758 |
|  | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                            | 14759<br>14760 |
|  | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                                  | 14761          |
|  | Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28.ii.2014, C.W.N. Moura   | 14762          |
|  | Ceará: Águas Belas, 03.iii.2014, C.W.N. Moura   | 14763          |
|  | Rio Grande do Norte: Genipabu, 30.xii.2012, C.W.N. Moura  | 14764          |
|  | Rio Grande do Norte: Praia do Meio, 11.i.2013, C.W.N. Moura   | 14765          |
|  | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Barreta, 21.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos             | 14766          |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>  | <b>Dados de Coleta</b>   | <b>FSA</b> |
|--|--|------------|
| <i>Cladophora<br/>prolifera</i>  | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Pirangi, 01.i.2013, <i>C.W.N. Moura</i>                                | 14777      |
|  | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios, 23.viii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>              | 14451      |
|  |  | 14340      |
|  | Paraíba: Carapibus, 7°8'27"S 34°48'16"W, 21.vii.2012, <i>C.W.N. Moura</i>  | 14359      |
|  |  | 14474      |
|  |  | 14767      |
|  | Paraíba: Conde, Praia de Coqueirinho, 19.viii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                              | 14768      |
|  | Paraíba: Conde, 20.v.2012, <i>C.W.N. Moura</i>   | 14769      |
|  | Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                      | 14331      |
|  | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                             | 14309      |
|  | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                             | 14755      |
|  |  | 14771      |
|  | Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                                  | 14338      |
|  | Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, 10.ii.2012, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                     | 14774      |
|  |  | 14475      |
|  | Bahia: Ilhéus, Praia de Back Door, 15.ix.2012, <i>A.A. Santos &amp; D.L. Rohr</i>                                    | 14772      |
|  | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>            | 14773      |
|  | Espírito Santo: Serra, Jacareípe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                   | 14481      |
|  | Espírito Santo: Piúma, Ilha do Gambá, 09.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                                | 13449      |
|  | Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717, 16.ix.2012, <i>L.M.S. Gestinari</i> | 14775      |
|  | 14776  |            |
| São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                 | 14778  |            |
| São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, Rio Escuro, 18.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                   | 14779  |            |
| Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Pina, 17.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i> | 14780  |            |
|  | 14781  |            |
|  | 14782  |            |
| Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Morro do Meio, 17.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>     | 14804  |            |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>   | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>  |
|---|---|---|
| <i>Cladophora prolifera</i>   | Santa Catarina: Florianópolis, Ponta das Canas, 13.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos    | 14783   |
|   | Santa Catarina: Florianópolis, Praia da Lagoinha, 13.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos  | 14784   |
|   | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos   | 14785   |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos           | 14786<br>14787  |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                | 14788   |
| <i>Cladophora rupestris</i> (L.) Kütz.  | Paraíba: Conde, Praia de Coqueirinho, 19.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos            | 14789<br>14790  |
|   | Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, 10.ii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas   | 14326<br>14341  |
|   | Espírito Santo: Serra, Jacareípe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos | 14328<br>14791  |
|   | São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, A.M. Alves et al.                         | 14792<br>14793  |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                | 14796   |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, pedra do Meio, 12.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos | 14797   |
|   | <i>Cladophora socialis</i> Kütz.  | Alagoas: Maceió, Ponta Verde, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas |
| Bahia: Itaparica, Vera Cruz, Penha, 17.iii.2014, C.W.N. Moura   |   | 14798   |
| Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Jeribatuba, isótopos Campanha 13, 18.iii.2014, C.W.N. Moura et al. |   | 14799   |
| Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12.xii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas            |   | 14800<br>14801  |
| <i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C.Hoek   | Piauí: Cajueiro da Praia, 23.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                         | 14806<br>14807  |
|   | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos          | 14483<br>14805  |
|   | Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                 | 14706   |
|   | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                | 14808<br>14809  |
|   | Ceará: Águas Belas, 03.iii.2014, C.W.N. Moura   | 14810   |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>             | <b>Dados de Coleta</b>   | <b>FSA</b>              |
|-----------------------------|--|-------------------------|
| <i>Cladophora vagabunda</i> | Rio Grande do Norte: Praia do Forte, 15.i.2013, <i>C.W.N. Moura</i>  | 14811                   |
|                             | Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                          | 14330<br>14812<br>14841 |
|                             | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                                 | 14336                   |
|                             | Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia da Enseada dos Corais, 25.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i> | 14814                   |
|                             | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>                                 | 14815<br>14816<br>14817 |
|                             | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>                 | 14479                   |
|                             | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>                        | 14813                   |
|                             | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, <i>C.W.N. Moura et al.</i>                 | 14818                   |
|                             | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>                 | 14819<br>14820          |
|                             | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>                | 14821                   |
|                             | Espírito Santo: Piúma, Ilha do Gambá, 09.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                                    | 14822<br>14823          |
|                             | Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717', 16.ix.2012, <i>L.M.S. Gestinari</i>    | 14825                   |
|                             | Rio de Janeiro: Armação de Búzios, Praia da Rasa, 06.xi.2013, <i>A.A. Santos &amp; D.L. Rohr</i>                         | 14826                   |
|                             | Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06.vii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                                 | 14827                   |
|                             | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                     | 14828<br>14829          |
|                             | São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>   | 14830<br>14831<br>14849 |
|                             | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                       | 14832<br>14833          |
|                             | Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação, 15.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                         | 14834                   |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>                               | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>                                |
|---|---|---|
| <i>Cladophora vagabunda</i>                   | Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                     | 14835                                     |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12.xii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                | 14836                                     |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Cal, 13.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos                     | 14837                                     |
|   | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, Pedra do Meio, 12.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos           | 14838                                     |
| <i>C. vagabunda?</i> <i>C. dalmatica?</i>     | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 09.iii.2012, C.W.N. Moura et al.      | 14844                                     |
| <i>C. vagabunda?</i> <i>C. laetevirens?</i>   | Ceará: Águas Belas, 03.iii.2014, C.W.N. Moura   | 14846                                     |
|   | Rio de Janeiro: Búzios, Praia Brava, 14.vii.2013, A.M. Alves et al.                               | 14847                                     |
|   | São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, A.M. Alves et al.                                   | 14850                                     |
| <i>C. brasiliana?</i>                         | Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                 | 14711                                     |
| <i>C. montagneana?</i> <i>C. albida?</i>      | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                          | 14744                                     |
|   | Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas                 | 14745                                     |
| <i>C. laetevirens?</i> <i>C. lehmanniana?</i> | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, C.W.N. Moura et al. | 14325                                     |
| <i>C. rupestris?</i> <i>C. albida?</i>        | Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos             | 14348<br>14794                            |
|   | Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, 10.ii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas             | 14342<br>14802<br>14803                   |
| <i>Cladophora</i> sp.1                        | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.        | 14323<br>14327<br>14365<br>14907<br>14908 |
|   | Maranhão: São Luís, Praia do Farol, 20.vii.2013, A.M. Alves & E. Rodrigues                        | 14852<br>14853<br>14854                   |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>       | <b>Dados de Coleta</b>   | <b>FSA</b>                                |
|-----------------------|--|---|
| <i>Cladophora</i> sp. |  | 14726                                     |
|                       | Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros,<br>22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos                  | 14727<br>14856<br>14857                   |
|                       | Piauí: Cajueiro da Praia, 23.vii.2013, A.M. Alves &<br>A.A. Santos                                 | 14859<br>14860<br>14863                   |
|                       | Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24.vii.2013,<br>A.M. Alves & A.A. Santos                         | 14868<br>14869<br>14870                   |
|                       | Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema, 26.vii.2013,<br>A.M. Alves & A.A. Santos                       | 14871                                     |
|                       | Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28.ii.2014,<br>C.W.N. Moura                                   | 14873<br>14874<br>14700<br>14864          |
|                       | Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013,<br>A.M. Alves & A.A. Santos                        | 14865<br>14866<br>14867<br>14879          |
|                       | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Pedra<br>Oca, 21.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos | 14875<br>14876                            |
|                       | Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da<br>Barreta, 21.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos   | 14877                                     |
|                       | Paraíba: Conde, Praia de Coqueirinho, 19.viii.2013,<br>A.M. Alves & A.A. Santos                    | 14880<br>14842<br>14878<br>14882          |
|                       | Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem,<br>24.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas            | 14883<br>14884<br>14885<br>14886<br>14887 |
|                       | Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M.<br>Alves & G.B.C. Mascarenhas                   | 14476<br>14891<br>14892                   |
|                       | Alagoas: Marechal Deodoro, Praia do Francês,<br>28.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas        | 14503<br>14504<br>14895                   |
|                       | Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL,<br>27.ii.2013, A.M. Alves et al.                    | 14896<br>14897<br>14898<br>14899          |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>   | <b>Dados de Coleta</b>   | <b>FSA</b> |
|---|--|------------|
| <i>Cladophora</i> sp.   | Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                      | 14901      |
|   |  | 14900      |
|   | Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>             | 14902      |
|   |  | 14903      |
|   |  | 14904      |
|   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 09.iii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i> | 14905      |
|   | Bahia: Ilha Bimbarras, 01.ix.2012, <i>W.R.Almeida e A.A.Santos</i>                                       | 14906      |
|   | Bahia: Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16.ix.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                  | 14909      |
|   |  | 14910      |
|   | Bahia: Ilhéus, Praia de Back Door, 15.ix.2012, <i>A.A. Santos &amp; D.L. Rohr</i>                        | 14915      |
|   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da, <i>C.W.N. Moura et al.</i> Conceição, 09.iii.2012         | 14916      |
|   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 09.iii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>      | 14917      |
|   |  | 14918      |
|   | Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Tassimirim, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>           | 14919      |
|   |  | 14920      |
|   | Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia da Ponta dos Castelhanos, 22.iii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>   | 14921      |
|   | Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12.xii.2012, <i>A.M. Alves &amp; G.B.C. Mascarenhas</i>  | 14922      |
|   |  | 14923      |
|   | Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i>     | 14924      |
|   |  | 14925      |
| Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i> | 14926  |            |
|   | 14927  |            |
| Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, <i>C.W.N. Moura et al.</i> | 14955  |            |
|   | 14971  |            |
| Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13.ix.2012, <i>A.A. Santos &amp; D.L. Rohr</i>                            | 14971  |            |
| Espírito Santo: Serra, Jacarépe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>         | 14858  |            |
|   | 14968  |            |
| Espírito Santo: Guarapari, Peracanga/Guaibura, 08.vi.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>            | 14956  |            |
|   | 14969  |            |
|   | 14927  |            |
| Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 1, 10.vii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.G. Pedrini</i>      | 14928  |            |
|   | 14929  |            |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>       | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b>     |
|-----------------------|---|----------------|
| <i>Cladophora</i> sp. | Rio de Janeiro: Cabo Frio, Praia da Concha,<br>13.vii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                                    | 14888<br>14893 |
|                       | Rio de Janeiro: Araruama, Lagoa de Araruama,<br>13.vii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>                                   | 14361          |
|                       | Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 3,<br>10.vii.2013, <i>A.M. Alves &amp; A.G. Pedrini</i>                 | 14957          |
|                       | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras,<br>19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                 | 14958          |
|                       | São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras,<br>19.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>                                 | 14894<br>14912 |
|                       | São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, <i>A.M. Alves et al.</i>  | 14914<br>14959 |
|                       | Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel,<br>Ponta da Nhá Pina, 17.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i> | 14960<br>14961 |
|                       | Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel,<br>Morro do Meio, 17.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>     | 14962          |
|                       |   | 14741          |
|                       |   | 14963          |
|                       |   | 14964          |
|                       |   | 14965          |
|                       |   | 14966          |
|                       |   | 14930          |
|                       |   | 14931          |
|                       |   | 14932          |
|                       |   | 14967          |
|                       |   | 14933          |
|                       |   | 14935          |
|                       |   | 14936          |
|                       | 14934   |                |
|                       | 14937   |                |
|                       | 14938   |                |
|                       | 14939   |                |
|                       | 14940   |                |
|                       | 14972   |                |
|                       | 14941   |                |
|                       | 14942   |                |
|                       | 14943   |                |
|                       | 14944   |                |
|                       | 14945   |                |

**Apêndice 1.** Continuação.

| <b>Espécies</b>       | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>FSA</b> |
|-----------------------|---|------------|
| <i>Cladophora</i> sp. | Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita,<br>12.xii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>      | 14946      |
|                       |   | 14947      |
|                       |   | 14948      |
|                       | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014,<br><i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i>                | 14949      |
|                       |   | 14950      |
|                       |   | 14951      |
|                       |   | 14952      |
|                       | Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, pedra do Meio,<br>12.ii.2014, <i>A.M. Alves &amp; A.A. Santos</i> | 14953      |
|                       |   | 14954      |
|                       |   |            |

**Taxonomia das espécies de *Cladophora* (Chlorophyta) do Brasil baseada em  
sequências parciais de LSU rDNA**

**Submetido ao Journal of Phycology**

Taxonomia das espécies de *Cladophora* (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências  
parciais de LSU rDNA<sup>1</sup>

AIGARA MIRANDA ALVES<sup>2,3</sup>

Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana.  
Av. Transnordestina, s.n., Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

LUANE PORTELA DO CARMO

Universidade Estadual de Feira de Santana. Depto. De Ciências Biológicas. Av.  
Transnordestina, s.n., Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

LÍLIA MÔNICA DE SOUZA GESTINARI

Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM),  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, 27965-045, Macaé, Rio de  
Janeiro, Brasil.

CÁSSIO VAN DEN BERG

Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana.  
Av. Transnordestina, s.n., Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

and CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA

Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana.  
Av. Transnordestina, s.n., Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

<sup>1</sup> Recebido em 16 September 2015. Aceito em.

<sup>2</sup> Parte da tese de doutorado da primeira autora.

<sup>3</sup> Autor para correspondência: aigarama@yahoo.com.br

## ABSTRACT

The genus *Cladophora* is morphologically characterized by a filamentous and ramified thallus with a siphonocladous organization. The present study examined and delimited the taxonomic positions of *Cladophora* species occurring along the Brazilian coast using DNA data to determine if there is congruence between their morphologies, the morphological sections of *Cladophora*, and their phylogenetic relationships. Molecular phylogenetic analyses of partial LSU rDNA were based on sequences from 49 isolates of *Cladophora* from Brazil obtained from 29 collection points distributed throughout 13 states. We found two lineages the first being formed by taxa exclusive to *Cladophora*, and the second being formed by *Cladophora*, *Anadyomene*, *Microdictyon* and other genera traditionally placed in Siphonocladales. The topology also indicates convergent and parallel evolution of several morphological characters traditionally used for circumscribing the sections and species of *Cladophora*. The multiple independent evolution of several characters cause a conflict between morphology based taxonomy and the phylogenetic patterns, including the formation of cryptic species complexes of morphologically divergent species. These results corroborate previous molecular phylogenetic studies indicating the non-monophyly of *Cladophora* and the unsustainability of the current morphological sections of *Cladophora*. According to our study, *C. laetevirens* 1, *C. laetevirens* 2, *C. prolifera* from Brazil, *C. rupestris* from Brazil, the taxa from groupings *C. coelothrix/socialis* and *C. coelothrix*, *Cladophora* sp. 1, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3, and *Cladophora* sp. 4 are probable new taxa. The grouping *Cladophora catenata* corresponds to a new genus with three species, and *C. liebetruthii* is placed as a new member of the genus *Microdictyon*. Our data also indicated the reestablishment of the genus *Willeella* with the inclusion of the taxa of *C. crispula* e *C. montagneana*.

Keywords: green marine algae, South Atlantic, *Cladophora*, Cladophorales, molecular phylogeny, Brazilian coast, systematics, Siphonocladales

## INTRODUÇÃO

O gênero *Cladophora* Kützing é composto por um grupo heterogêneo de espécies de difícil identificação, devido à variabilidade morfológica intraespecífica, influenciada pela idade e condições ambientais e à diversidade genética críptica (van den Hoek 1963, Bakker et al. 1995a,b, Parodi & Cáceres 1991, Breeman et al. 2002, Leliaert et al. 2003, 2007a, Gustinari et al. 2005, Hayakawa et al. 2012). É um dos mais comuns gêneros de algas verdes (Leliaert & Boedeker 2007), com ampla distribuição, desde as regiões tropicais, subtropicais, temperadas à Ártica, ocorrendo principalmente em ambiente marinho, embora se estenda a ambientes estuarinos, salobros e dulcícolas (Leliaert et al. 2003).

No âmbito da sistemática, a posição taxonômica de *Cladophora* tem sido objeto de divergência entre os ficólogos. Com base na morfologia, van den Hoek et al. (1995) elevaram todas as ordens de Chlorophyta ao nível de classe, sendo a ordem Cladophorales elevada a Cladophorophyceae *nom. nud.*, na qual incluiu o gênero *Cladophora*. Wynne (2011) o incluiu na classe Siphonocladophyceae proposta por Wille (1909). Entretanto, na maioria dos trabalhos *Cladophora* é alocado na classe Ulvophyceae, proposta por Stewart & Mattox (1978) (Graham & Wilcox 2000, Lee 2008, Guiry & Guiry 2015). Nas classificações acima os autores incluem o gênero *Cladophora* na ordem Cladophorales e na família Cladophoraceae.

Estudos filogenéticos baseados em dados moleculares realizados por Bakker et al. (1994), Hanyuda et al. (2002) e Leliaert et al. (2003) mostraram que *Cladophora* é polifilético com representantes em três diferentes clados: Cladophorales, Siphonocladales e Aegagropila. Leliaert et al. (2009b) propuseram a família Okellyaceae, para acomodar

*Okellya curvata* (Printz) F. Leliaert & J. Rueness, a qual ocorreu como uma linhagem irmã de Cladophorales. Ao nível específico os problemas taxonômicos são originados pela variabilidade morfológica e pela diversidade genética críptica, como no complexo de espécies morfológicamente divergentes *C. albida* (Ness) Kützing/*C. sericea* (Hudson) Kützing (Bakker et al. 1995a), complexo de espécies crípticas em *C. vagabunda* (Linnaeus) C. Hoek (Bakker et al. 1995b) e em *C. coelothrix* Kützing (Leliaert et al. 2007a).

Com base em caracteres morfológicos, van den Hoek (1963) distinguiu 11 tipos de arquiteturas de talo constituindo as seções de *Cladophora*: *Aegagropila* (Kützing) Hansgirg, *Affines* Brand, *Basicladia* Hoffman & Tilden, *Boodleoides* C. Hoek, *Chamaethamnion* (Reinke) C. Hoek, *Cladophora* Kützing, *Cornuta* C. Hoek, *Glomeratae* Kützing, *Longi-articulatae* Hamel, *Repentes* Kützing e *Rupestres* Kützing. van den Hoek (1982) propôs três novas seções: *Dorsiventrales* C. Hoek, *Willeella* (Børgesen) C. Hoek e *Xanthochlora* C. Hoek e postulou a hipótese filogenética de que outros gêneros em Cladophorales, com arquiteturas mais complexas ou mais simplificadas, representam especializações futuras de um tipo arquitetural básico encontrado em *Cladophora*. Posteriormente, van den Hoek & Chihara (2000), com base nas análises filogenéticas desenvolvidas para o gênero, propuseram algumas alterações nas seções de van den Hoek (1963, 1982), dentre as quais a inclusão da seção *Rugulosae* Sakai, para acomodar os taxa *C. prolifera* (Roth) Kützing, *C. wrightiana* Harvey, *C. aokii* Yamada e *C. horii* C. Hoek & M. Chihara [= *Pseudocladophora horii* (C. Hoek & M. Chihara) C. Boedeker & F. Leliaert], anteriormente incluídos na seção *Longi-articulatae*, caracterizada e distinta desta última por apresentar rizoides nas partes distais do talo. Propôs, ainda, a ampliação da seção *Glomeratae*, a qual passou a englobar as espécies da antiga seção *Glomeratae* e da seção *Rupestres* por ocorrerem juntas na filogenia de Bakker et al. (1994), baseada em 18S rDNA, e a manutenção de *Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützing na seção *Rupestres*

s.s. por se posicionar separada das demais na mesma filogenia, junto com espécies do gênero *Chaetomorpha* Kützing.

Os primeiros estudos moleculares realizados com o grupo das Cladophorales e Siphonocladales deram suporte à hipótese filogenética de van den Hoek (1982), como os de distâncias imunológicas (Olsen-Stojkovich 1986, Olsen & West 1988), de sequência dos genes 18S, 26S e 28S rDNA, de ITS rDNA e de hibridização de DNA-DNA (Bot et al. 1989, 1990, Zechman et al. 1990, Bakker et al. 1992, 1994, 1995a,b, Breeman et al. 2002, Hanyuda et al. 2002). Entretanto, o conjunto destes trabalhos forneceu evidências de que a ordem Siphonocladales era polifilética e que não havia base para o reconhecimento independente de Cladophorales (s.s.) e Siphonocladales (s.s.). Além disso, mostrou que *Cladophora* também era polifilético, apresentava uma grande distância intergenérica e que as características especializadas do talo evoluíram independentemente múltiplas vezes.

Grande contribuição à sistemática molecular de Siphonocladales e Cladophorales (incluindo *Cladophora*) foi dada por Leliaert e colaboradores. Primeiramente, Leliaert et al. (2003) com base em sequências de LSU rDNA (41 terminais, 37 taxa) verificaram que Siphonocladales formava um grupo monofilético (excluindo parte de *Cladophoropsis* Børgesen e incluindo algumas espécies de *Cladophora*) enquanto Cladophorales s.s. permanecia parafilética. Nesse estudo foram incluídas 13 amostras de LSU rDNA de dez espécies de *Cladophora*, dentre estas *Cladophora horii*, a qual se posicionou como grupo irmão das duas linhagens reveladas na filogenia. Usando mais sequências de LSU rDNA e incluindo sequências de SSU rDNA (166 terminais, 54 taxa, 17 gêneros), Leliaert et al. (2007a) aprimoraram e deixaram mais claras as relações filogenéticas em Siphonocladales, cuja filogenia revelou que todas as arquiteturas sifonocladáceas podem ter se originado de um único ancestral tipo *Cladophora* e que em Siphonocladales têm ocorrido evoluções paralela e convergente de vários caracteres morfológicos, incluindo aqueles tradicionalmente empregados para a circunscrição de famílias e gêneros. A amostragem do

gênero *Cladophora* nesse estudo foi ampliada (48 de LSU rDNA e 11 de SSU rDNA para nove taxa) incluindo *Cladophora herpestica* (Montagne) Kützinger, a qual foi reestabelecida após ocorrer no clado com espécies da seção *Longi-articulatae* como *Cladophoropsis herpestica* (Montagne) M. Howe na filogenia de Leliaert et al. (2003). Mais recentemente, Boedeker et al. (2012) propuseram o gênero *Pseudocladophora* C. Boedeker & F. Leliaert para *Pseudocladophora horii* e *P. conchopheria* (Sakai) C. Boedeker & F. Leliaert, ambas previamente consideradas como espécies de *Cladophora*.

A partir desses estudos outros trabalhos filogenéticos moleculares foram desenvolvidos para o gênero *Cladophora*, porém mais pontuais e com uma amostragem menor, como os de proposição e identificação taxonômica de espécies novas (Leliaert et al. 2009a, Boedeker & Immers 2009, Boedeker & Hansen 2010, Bast et al. 2014, Pochon et al. 2015), de novos gêneros e família (Leliaert et al. 2009b), de relações filogenéticas intergenéricas (Hanyuda et al. 2002, Yoshii et al. 2004, Leliaert et al. 2007b, 2011, 2012, Proschold & Leliaert 2007, Ichihara et al. 2013) e intraespecíficas (Gestinari et al. 2009, Hayakawa et al. 2012, Thimdao et al. 2012). A maioria destes trabalhos foi feita com base em dados de LSU rDNA, seguido de SSU rDNA e de ITS rDNA.

Saunders & Kucera (2010) avaliaram o uso dos marcadores moleculares *rbcL*, *tufA*, UPA, LSU e ITS como marcadores de DNA barcode para macroalgas verdes marinhas. Todos falharam para Cladophoraceae, exceto ITS que teve baixo sucesso de amplificação. O gene *rbcL* teve sucesso moderado de amplificação (80%), excluindo Cladophoraceae, este resultado foi causado, em parte, pela presença de íntrons dentro do primer *rbcL*-3P, para alguns taxa. Isso reduziu a utilização deste marcador como um sistema universal de DNA barcoding para o grupo. Estes mesmos autores recomendaram que *tufA* fosse adotado como marcador padrão para barcoding de macroalgas verdes marinhas, uma vez que teve 95% de sucesso de amplificação, exceto para Cladophoraceae.

O gênero *Cladophora* tem sido estudado no Atlântico norte-americano e europeu, costa oeste da África, sul da Austrália e Japão (Söderström 1963, van den Hoek 1963, 1982, Sakai 1964, van den Hoek & Womersley 1984, van den Hoek & Chihara 2000, Leliaert & Coppejans 2003, Leliaert & Boedeker 2007, Kraft 2007). No entanto, os representantes tropicais ainda carecem de estudos envolvendo dados de DNA, os quais podem auxiliar na delimitação e inferências das relações filogenéticas entre as espécies de *Cladophora*.

Para o litoral do Brasil, até o momento, o único estudo de sistemática molecular do gênero *Cladophora* é o de Gustinari et al. (2009), que verificaram as relações filogenéticas a partir de sequências de SSU rDNA entre espécimes de *Cladophora vagabunda* coletados em diferentes regiões da costa do Brasil e outras espécies de *Cladophora*, de *Rhizoclonium* Kützinger, de *Chaetomorpha* e de *Cladophoropsis* do GenBank. As amostras de *C. vagabunda* ocorreram em um dos dois grupos formados em dois subclados, um composto por *C. vagabunda* do Brasil + *C. albida* + *C. sericea* da França e o outro com os demais espécimes de *C. vagabunda* do Brasil + *C. vagabunda* do Japão e da França. Segundo os autores a inclusão de sequências de amostras do Brasil em análises filogenéticas reforçam a necessidade de uma revisão utilizando abordagens moleculares para o gênero *Cladophora*.

Desta forma, o presente estudo teve por objetivos posicionar as espécies de *Cladophora* ocorrentes no litoral do Brasil através de dados de DNA, verificar se existe congruência entre a morfologia, as seções morfológicas de *Cladophora* e as relações filogenéticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Amostras e morfologia.* Os espécimes de *Cladophora* estudados foram obtidos a partir de coletas realizadas ao longo do litoral do Brasil, as quais tiveram como limite norte o município de São José do Ribamar (Maranhão) e limite sul o município de Torres (Rio Grande do Sul), perfazendo um total de 29 pontos amostrados distribuídos em 13 estados (Tabela 1). Os espécimes foram coletados principalmente em ambiente marinho, na região entremarés de recifes de coral, bancos de arenito, costões rochosos e em manguezais, posteriormente, acondicionados em sacos plásticos com álcool a 70% e mantidos sob refrigeração. No Laboratório de Ficologia (LAFICO/UEFS) foram realizadas triagens para remoção de algas epífitas e o estudo morfológico dos taxa.

Para permitir uma comparação direta da morfologia e seu status na filogenia molecular foram realizadas análises morfológicas nos espécimes coletados no litoral do Brasil, em materiais tipo procedentes dos herbários L, BM e C (Tabela 2), bem como outros materiais de referência procedentes dos herbários PEUFR, HUEFS, RFA, SP e SPF. Todas as características morfológicas indicadas na descrição dos resultados filogenéticos para as espécies do Brasil foram provenientes da análise destes materiais. A identificação morfológica foi baseada nos trabalhos de van den Hoek (1963, 1982), van den Hoek & Chihara (2000), Leliaert & Coppejans (2003), Leliaert & Boedeker (2007), Gustinari *et al.* (2010), Alves *et al.* (2012), entre outros. Os vouchers foram incluídos na coleção do HUEFS. Os acrônimos dos herbários seguem Holmgren & Holmgren (1998).

*Obtenção de dados moleculares.* A extração de DNA foi realizada no Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL/UEFS) através do método CTAB (Doyle & Doyle 1987), excluindo a incubação final com RNase. Após a extração, o DNA total foi submetido à eletroforese em gel de agarose a 1% (Sambrook *et al.* 1989) para averiguação da qualidade e quantidade de DNA extraído. Os primers C1FL e D2FI (Leliaert *et al.* 2007a) foram utilizados para amplificação e sequenciamento do LSU rDNA parcial (ca. 730 nucleotídeos). Os produtos de PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose

a 1% e em seguida purificados com polietileno glicol (PEG 11%) e etanol, posteriormente quantificados por espectrofotometria (Nanodrop Lite Spectrophotometer, Thermo Scientific). As reações de amplificações consistiram de um ciclo de desnaturação inicial a 94°C por 3 min, 35 ciclos de desnaturação a 94°C por 30 s, anelamento a 55°C por 30 s, extensão a 72°C por 30 s e um ciclo de extensão final a 72°C por 3 min; já a reação de sequenciamento consistiu de um ciclo inicial a 96°C por 3 min, 32 ciclos a 96°C por 10 s, 50°C por 15 s e 60°C por 4 min. A reação de sequenciamento foi feita com o kit Big Dye Terminator 3.1 (Applied Biosystems), seguido de corrida no sequenciador ABI 3130XL (Applied Biosystems) seguindo o protocolo padrão do fabricante.

*Preparação da matriz.* Os eletroferogramas foram editados e unidos usando o Geneious v8.1 (Biomatters Limited, versão de teste, <http://www.geneious.com/>) e as sequências consenso geradas foram alinhadas com o software BioEdit v5.0.9 (Hall 1999) e inspecionadas manualmente. As sequências geradas foram comparadas usando o algoritmo BlastN do GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) para verificar a possibilidade de contaminação. Além das sequências de *Cladophora* obtidas neste estudo (49), outras sequências (78) de espécies pertencentes às ordens Cladophorales e Siphonocladales foram obtidas do Genbank, dentre as quais uma de *Cladophora horii* (= *Pseudocladophora horii*), como grupo externo, e incluídas no alinhamento constituindo a matriz para as análises filogenéticas, totalizando 127 terminais (Tabela 1).

*Reconstrução Filogenética.* A análise baseada em modelos foi realizada com Inferência Bayesiana (Larget & Simon 1999, Lewis 2001) usando o MrBayes 3.2.5. (Ronquist et al. 2012). O modelo evolutivo utilizado para as análises filogenéticas foi GTR + Gamma + Inv foi obtido através dos programas MrModeltest 2.2 (Nylander 2004) usando o Akaike Information Criterion (AIC). O MrBayes foi executado com duas corridas, cada uma com quatro cadeias de MCMC (três quentes e uma fria) por 30 milhões de gerações, com amostragem de uma árvore a cada 1000 gerações. O desvio padrão entre

as duas corridas <0.01 foi atingido após 25 milhões de cadeias, portanto as primeiras 25000 árvores de cada corrida foram descartadas como *burn-in*. As 10 mil árvores restantes foram usadas para estimar a topologia e a probabilidade posterior de cada clado usando consenso de maioria, bem como todos os parâmetros. Após o sumário dos parâmetros, todos tiveram ESS (Estimated Sample Size) superior a 1000. Em todas as análises os gaps foram considerados como dados faltantes. Todas as sequências geradas neste trabalho foram submetidas ao GenBank (número de acessos, Tabela 1).

## RESULTADOS

*Análise filogenética molecular das espécies do gênero Cladophora.* Um total de 49 sequências parciais de LSU rDNA foram geradas neste estudo correspondentes a 17 taxa de *Cladophora* registrados ao longo do litoral do Brasil: *Cladophora albida*, *C. aokii*, *C. catenata* Kützing, *C. coelothrix*, *C. conferta* P. Crouan & H. Crouan in Schramm & Mazé, *C. crispula* Vickers, *C. dalmatica* Kützing, *C. lehmanniana* (Lindenberg) Kützing, *C. montagneana* Kützing, *C. ordinata* (Børgesen) C. Hoek, *C. laetevirens* (Dillwyn) Kützing (1 e 2), *C. prolifera*, *C. rupestris*, *Cladophora* sp. 1, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4 (Tabela 1)

A análise filogenética, incluindo como grupo interno 126 sequências parciais de LSU rDNA de espécies de *Cladophora* e outros gêneros relacionados e como grupo externo uma sequência de *Cladophora horii* (= *Pseudocladophora horii*), revelou duas linhagens principais (A e B, Figs. 1 e 2). A Linhagem A, com baixo suporte, exclusiva de táxons de *Cladophora*, teve como clado irmão *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing e a Linhagem B, com alto suporte, apresentou como grupo irmão clados formados por representantes dos gêneros *Ernodesmis* Børgesen, *Siphonocladus* Schmitz, *Valonia* C. Agardh, *Boodlea* G. Murray, *Phyllocladon* J. E. Gray, *Cladophoropsis*, *Chamaedoris* Montagne e *Struvea* Sonder.

A linhagem A (Fig. 1) dividiu-se em oito clados (A1-A8), formando cinco grupos: primeiramente divergindo uma amostra de *Chaetomorpha aerea*, como grupo irmão dos demais; Grupo II representado por uma amostra de *C. rupestris* da França, irmã aos grupos III e IV, Grupo III (clado A1) com um grupo heterogêneo de espécies posicionadas nas seções *Aegagropila* e *Longi-articulatae*; Grupo IV (A2), incluiu representantes das seções *Glomeratae s.l.* e *Willeella* e Grupo V (A3-A8), o qual agrupou espécies incluídas na seção *Glomeratae s.l.*, exceção à *C. rupestris* (do Brasil), posicionada em *Rupestres*.

O clado A1, com alto suporte agrupou espécies de duas seções morfológicas de *Cladophora*: *Aegagropila* [*C. echinus* (Biasoletto) Kützing] e *Longi-articulatae* [*C. dotyana* Gilbert, *C. feredayi* Harvey, *C. herpestica*, *C. ohkuboana* E.M. Holmes, *C. pellucida* (Hudson) Kützing, *C. pellucidoidea* C. Hoek e *C. radiosa* (Suhr) De Toni]. No clado com *C. sakai* e *C. radiosa* foi posicionada *Cladophora* sp. 1 do Brasil caracterizada por apresentar organização do talo acrópeta, com rizoides ramificados, não septados, originados da célula basal e rizoides unicelulares, descendentes, paralelos ao eixo principal, originados no polo proximal das células das regiões basal a mediana do talo, com ramificação pseudodicotômica a unilateral.

O clado A2, com suporte baixo, também incluiu representantes de duas seções: *C. crispula* e *C. montagneana*, posicionadas na seção *Glomeratae s.l.* e duas amostras de *C. ordinata*, única espécie da seção *Willeella*, se agruparam com alto suporte. Estas duas são grupo irmão de um subclado maior que contém *C. montagneana* da Tanzânia, seguida de um espécime de *C. crispula* do Brasil, as quais se uniram com três espécimes de *C. montagneana* do Brasil (PI, CE, PE). Os espécimes de *C. ordinata* estudados caracterizam-se por apresentar ramificação oposta com ramos iguais, em um único plano, originada de um mesmo nó, podendo ocorrer politomias com até seis ramos, talo reto, não falcado e concorda com a morfologia dos

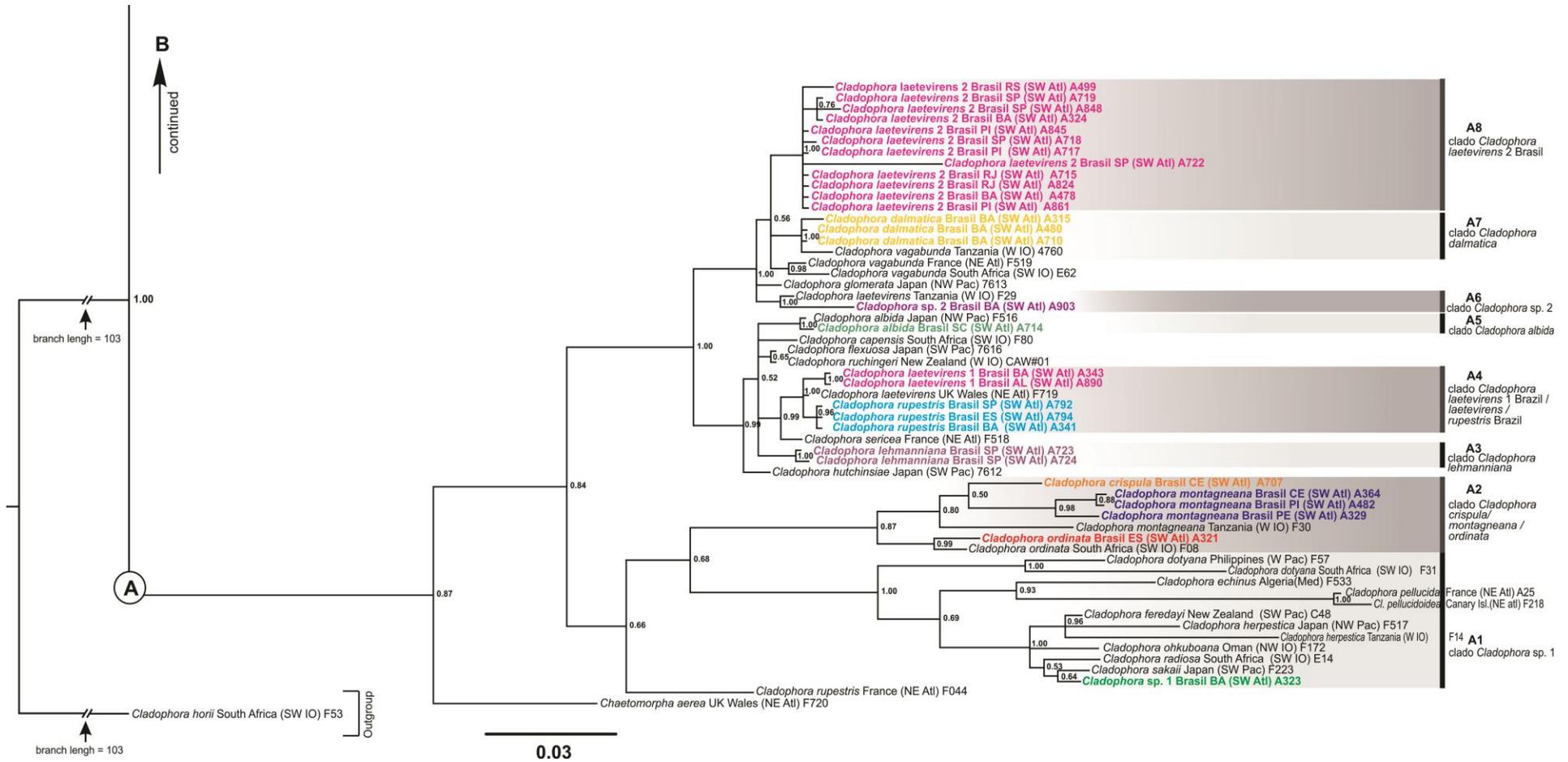


Fig 1. Primeira parte da topologia da análise Bayesiana para os 126 taxa baseada no conjunto de dados de LSU rDNA. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequencias novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank.

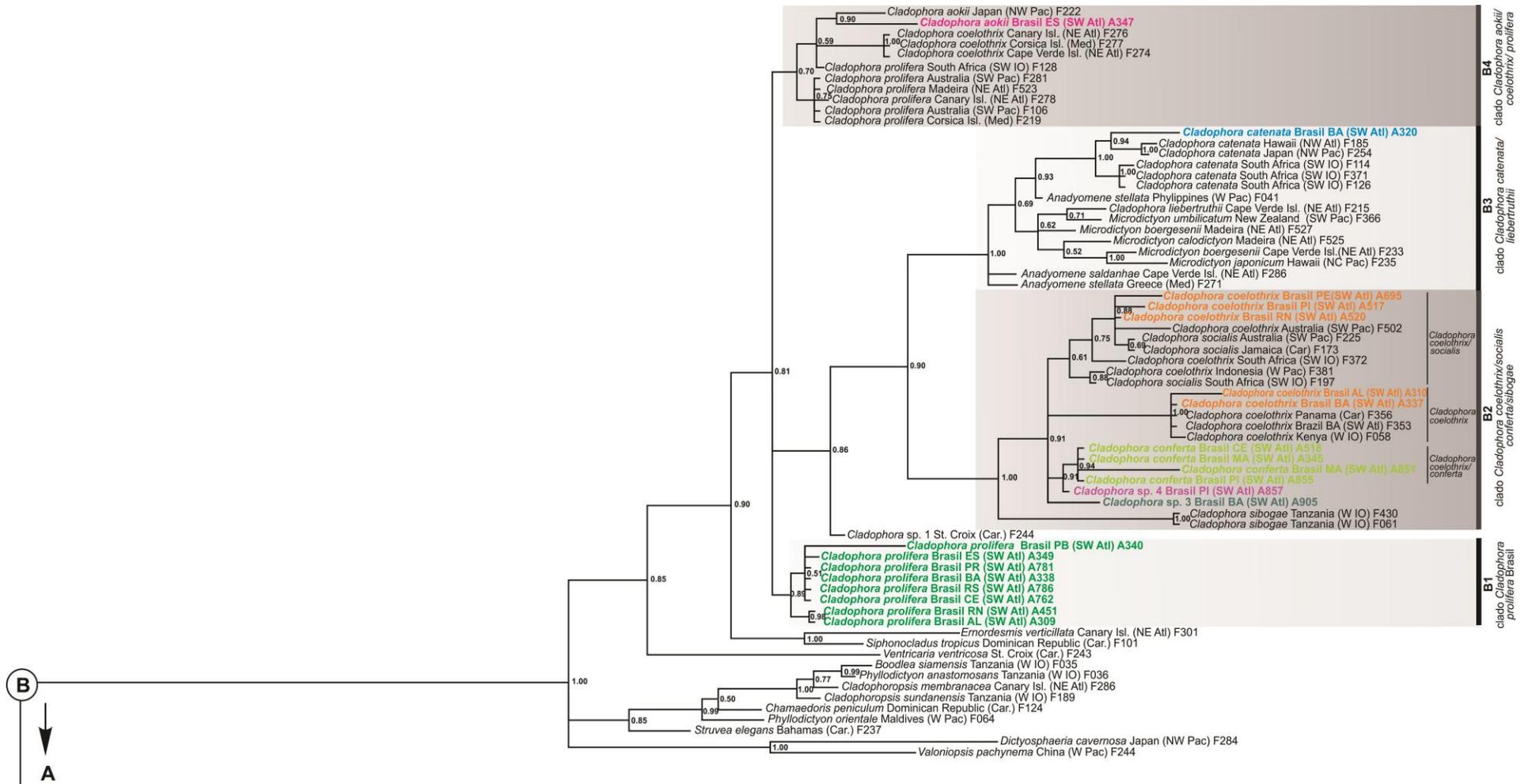


Fig 2. Segunda parte da topologia da análise Bayesiana para os 126 taxa baseada no conjunto de dados de LSU rDNA. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequencias novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank.

materiais tipo analisados. *Cladophora crispula* e *C. montagneana* apresentam ramificação irregular, unilateral, alterna, di- tricotômica a politômica, esta última menos comum em *C. crispula*. As três apresentam células apicais com parede espessada e ápice obtuso.

O clado A3 fortemente sustentado foi formado por amostras de *C. lehmanniana* do Brasil (SP) que é caracterizada por apresentar organização acrópeta, ramificação pseudodicotômica com sistema de ramos terminais retos a falcados, a qual difere das demais espécies da seção *Glomeratae s.l.* por apresentar talos mais rígidos, conseqüentemente com diâmetros celulares maiores. Como grupo irmão de toda a politomia que incluiu os subclados A3-A5 teve *C. hutchinsiae* (Dillwyn) Harvey do Japão.

Os cladogramas A4-A5 foram mais proximamente relacionados às espécies do complexo *C. albida*, em uma politomia (que também incluiu *C. capensis* (C. Agardh) De Toni, *C. flexuosa* (O.F. Müller) Küzing e *C. ruchingeri* (C. Agardh) Küzing. No clado A4, fortemente sustentado, com três subclados, também com alto suporte: o subclado *C. laetevirens* 1, com espécimes do Brasil (AL, BA). Estes apresentam características morfológicas muito semelhantes aos materiais tipo de *C. laetevirens* analisados, com rizoides ramificados, originados da célula basal, organização acrópeta com ramificação pseudodicotômica a unilateral, com ramos falcados a refrato-falcados no ápice do talo e ramos laterais unicelulares curtos na região mediano-apical. Outro incluiu *C. laetevirens* da localidade tipo (Wales, United Kingdom) e outro contém as amostras de *C. rupestris* do Brasil (BA, ES, SP). Este último apresenta espécimes com sistema de ramificação irregular, crescimento por divisão de células intercalares, ramificação dicotômica, esparsa, com formação de filamentos longos não ramificados. Como grupo irmão desse subclado apareceu *C. sericea* da França. Seguindo deste, o clado A5, também com alto suporte, agruparam amostras de *C. albida* do Brasil com *C. albida* do Japão. O material analisado possui ramificação pseudodicotômica, alterna a unilateral, com ramos distais falcados, outros talos com ramificação densa na base com formação de ramos longos, pouco

ramificados e células apicais cilíndricas a achatadas, com ápice arredondado, morfológicamente semelhante aos materiais tipo analisados. De forma semelhante, o clado A6, também com alto suporte, agrupou *Cladophora* sp. 2 do Brasil com *Cladophora laetevirens* da Tanzânia, apesar de a primeira apresentar organização acrópeta, com ramificação pseudodicotômica a unilateral, não forma os ramos laterais curtos característicos descritos para *C. laetevirens*. Em uma politomia bem sustentada com os cladros A6, A7 e A8 encontrou-se uma amostra de *C. glomerata* do Japão.

O clado A7, também fortemente sustentado, agrupou espécimes de *C. dalmatica* do Brasil com *C. vagabunda* da Tanzânia. Os espécimes de *C. dalmatica* analisados mantiveram-se distintos das demais espécies registradas no Brasil por apresentar ramificação densa, pseudodicotômica a unilateral; ramos terminais falcados a refrato-falcados, formando “pompons” característicos, células apicais cilíndricas a levemente afiladas com dimensões celulares menores, concordando os materiais tipo analisados. Apesar de ser um critério instável, este foi considerado útil, uma vez que, quando encontradas ocorrendo juntas nos mesmos habitats e sob as mesmas condições ambientais, o diâmetro manteve estável.

E o clado A8 fortemente sustentado, com espécimes exclusivos do litoral do Brasil aqui identificados como *Cladophora laetevirens* 2, morfológicamente muito semelhantes ao material descrito como *C. laetevirens* 1.

A linhagem B incluiu táxons de *Cladophora* e gêneros tradicionalmente posicionados na ordem Siphonocladales, exceção à *Anadyomene* J.V.F. Lamouroux e *Microdictyon* Decaisne, na ordem Cladophorales. Na base dessa linhagem (Fig. 2) ocorreu uma série de amostras representando diversas linhagens dos gêneros *Ernodesmis*, *Siphonocladus*, *Ventricaria*, *Boodlea*, *Phyllodictyon*, *Cladophoropsis*, *Chamaedoris*, *Struvea*, *Dictyosphaeria* e *Valoniopsis*. Esta linhagem subdividiu-se em quatro cladros: clado B1 teve suporte baixo e apresentou uma politomia formada por espécimes de *C.*

*prolifera* exclusivos do litoral do Brasil como grupo irmão de dois espécimes dos estados do Rio Grande do Norte e Alagoas que se agruparam. Os espécimes deste clado apresentaram morfologias semelhantes aos materiais tipo analisados e às descrições daqueles de *C. prolifera* do clado B4, o qual inclui uma amostra da localidade tipo (Córsega, Itália), com organização do talo acrópeta, estipe basal formado por feixes de rizoides com constrições anelares, porém, além disso, apresentaram processos semelhantes a rizoides curtos no polo proximal de células fixando-as às células parentais abaixo.

O clado B2 com alto suporte foi formado por um conjunto heterogêneo de espécies de *Cladophora* posicionadas em duas seções: *Repentes* (*C. coelothrix*, *C. sibogae* Reinbold e *C. socialis* Kützinger) e *Rugulosae* (*C. conferta*), as quais compartilham a presença de rizoides intercalares ao longo do talo. Na base desse ocorreu um subclado de *C. sibogae* da Tanzânia com alto suporte. Em seguida ficou isolada na base da politomia geral com quatro subclados uma amostra de *Cladophora* sp. 3 do Brasil (BA), que diferiu das demais por apresentar ramificação esparsa, irregular, dicotômica a unilateral, com ramos terminais curvados, com células clavadas. O primeiro subclado incluiu na base uma amostra de *Cladophora* sp. 4 como irmã de um agrupamento (segundo subclado) de várias amostras de *C. conferta* (0.94) do Brasil. *C. conferta* possui talo com organização acrópeta, ramificação di- tricotômica, com rizoides descendentes, paralelos ao eixo principal, originados nos polos proximais de células basais e suprabasais, com constrições anelares nas células basais a mediano-apicais e ramos terminais formando ganchos. *Cladophora* sp. 4 apesar de proximamente relacionada à *C. conferta* difere desta pela ausência de constrições anelares nas células e de ganchos nos ramos terminais. Um terceiro subclado, com baixo suporte, foi formado por espécimes de *C. coelothrix* do Brasil, da Austrália, da África do Sul e da Indonésia e por espécimes de *C. socialis* da Austrália, da Jamaica e da África do Sul e o quarto subclado fortemente sustentado constituído por espécimes de *C. coelothrix* do Brasil, do Panamá e do Quênia.

O clado B3 também com forte suporte foi dividido em dois subclados principais, um sem suporte, agrupando *Cladophora liebetruthii* Grunow e várias espécies de *Microdictyon* e o outro, moderadamente sustentado, divergindo a partir de *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh das Filipinas formando três agrupamentos de espécimes de *Cladophora catenata* da África do Sul, do Havá e Japão e do Brasil, este último muito semelhante ao material tipo analisado. Este clado apresentou ainda duas amostras de *Anadyomene* em uma politomia na base.

O clado B4 com três agrupamentos formou primeiramente uma politomia com várias amostras de *C. prolifera*, em seguida apareceu *C. prolifera* da África do Sul em uma politomia com os dois últimos, um com alto suporte formado por espécimes de *C. coelothrix*, incluindo uma amostra da Ilha de Córsega, próxima à localidade tipo (Livorno, Itália) dessa espécie, outro com suporte moderado incluindo espécimes de *C. aokii*, este conjunto e todo o conjunto do clado B4 tiveram suporte baixo. Essas taxa apresentam em comum a formação de rizoides em células intercalares. No entanto, foram até agora incluídos em seções de *Cladophora* distintas: *Rugulosae* (*C. aokii* e *C. prolifera*) por apresentar talos com organização acrópeta, rizoides descendentes paralelos ao eixo principal formados nos polos basais das células e presença de constrições anelares nas células ou rizoides, e *Repentes* (*C. coelothrix*) com talos em forma de almofada, com ramos inseridos lateralmente e rizoides originados nos polos das células basais ao longo do talo.

## DISCUSSÃO

O presente trabalho corrobora estudos filogenéticos moleculares prévios (Bakker et al. 1994, Hanyuda et al. 2002, Leliaert et al. 2003, 2007a,b, 2009a,b, Gustinari et al. 2009, Ichihara et al. 2013, Pochon et al. 2015), baseados em LSU rDNA, SSU rDNA e ITS rDNA, os quais têm mostrado que *Cladophora* não é monofilético e que muitas das seções

morfológicas propostas por van den Hoek (1984) e van den Hoek & Chihara (2000) são insustentáveis.

*Monofiletismo da seção Longi-articulatae.* Apesar de as espécies incluídas na seção *Longi-articulatae* (clado A1) se fixarem por um único ponto através de rizoides desenvolvidos no polo proximal da célula basal estipitada, o posicionamento de *Cladophora* sp. 1 neste grupo, em um subclado com *Cladophora sakaii*, justifica-se uma vez que esta última ocasionalmente forma rizoide no polo proximal de células suprabasais; porém, *Cladophora* sp. 1 difere na morfologia geral do talo sendo melhor interpretada como uma espécie nova. Estudos filogenéticos moleculares baseados em sequências rDNA têm confirmado o monofiletismo da seção *Longi-articulatae*, com a inclusão de *C. echinus*, *C. herpestica*, *C. pygmaea* Reinke e *C. rhodolithicola* F. Leliaert, além de mostrar uma relação próxima entre *C. pellucida* e *C. pellucidoidea* (Bakker et al. 1994, Hanyuda et al. 2002, Leliaert et al. 2003, 2009a, Ichihara et al. 2013, Pochon et al. 2015). Segundo Leliaert et al. (2009a) com a inclusão destas espécies, dois tipos de organização de talos são identificados nesse clado, a maioria dos taxa apresentando organização acrópeta, na qual o crescimento do talo ocorre por divisão da célula apical com consequente alongamento e alargamento das células e talos com organização irregular, com crescimento por divisão de células intercalares, observada em *C. echinus*, *C. pygmaea* e *C. rhodolithicola*. De acordo com a reconstrução de estado ancestral, realizada por esses autores, o ancestral de *Longi-articulatae* provavelmente tinha um talo com organização acrópeta com célula basal conspícua, sem rizoides intercalares, sendo este estado plesiomórfico em *Longi-articulatae* e que a organização irregular com formação de rizoides intercalares parece ter se derivado várias vezes independentemente. Com a inclusão de *Cladophora* sp. 1 acrescenta-se ainda, nessa seção, um terceiro tipo de talo com organização acrópeta e rizoides descendentes intercalares ao longo do talo, uma forma intermediária, entre o estado plesiomórfico e o apomórfico.

*Reestabelecimento do gênero Willeella.* O posicionamento filogenético de *Cladophora ordinata* com *C. montagneana* tem sido demonstrado em muitas filogenias moleculares (Hanyuda et al. 2002, Leliaert et al. 2003, Ichihara et al. 2013, Pochon et al. 2015). Apesar de a morfologia de *C. ordinata* ser única entre as espécies incluídas em *Cladophora* para van den Hoek (1982) não é suficiente para considerar como um gênero distinto. Ainda segundo esse autor, ramos opostos e subiguais podem ocorrer em várias espécies tais como *C. jongiorum* C. Hoek, *C. sericea* e *C. albida* o que o levou a reduzir o gênero *Willeella* Børgesen à uma seção de *Cladophora*. Outros autores (e.g. Silva et al. 1996) preferiram manter o gênero *Willeella* até que uma nova classificação baseada em dados de DNA fosse proposta. Duas outras espécies foram descritas para *Willeella*: *W. japonica* Yamada & Segawa e *W. mexicana* Dawson. van den Hoek & Chihara (2000) consideraram *W. japonica* como sinônimo taxonômico de *C. ordinata*, uma vez que *W. japonica* tem sido diferenciada de *C. ordinata* por apresentar a posição do primeiro par de ramos originado da primeira à terceira célula abaixo da célula apical. Entretanto, o material coletado no Japão (Oki Island) apresentou todas as expressões morfológicas dos holótipos de *W. ordinata* e *W. japonica*, o que levou os autores a questionar o reconhecimento de ambas. *Willeella mexicana* foi reduzida a sinônimo de *Pseudostruvea robusta* (W.A. Setchell & N.L. Gardner) L. Egerod [= *Struveopsis robusta* (W.A. Setchell & N.L. Gardner) C.F. Rhyne & H. Robinson]; porém, segundo Leliaert & Coppejans (2006) o holótipo de *P. robusta* não corresponde à ilustração original e sim à *Valoniopsis pachynema* (G. Martens) Børgesen. No presente trabalho, baseados nos resultados obtidos no clado A2, temos a indicação que o gênero *Willeella* e *Willeella ordinata* Børgesen devem ser reestabelecidos e que *C. montagneana* e *C. crispula* devem ser transferidas para *Willeella*.

*Reavaliando a coespecificidade entre Cladophora lehmanniana e C. hutchinsiae.*

Análises filogenéticas moleculares com base em sequências parciais LSU rDNA indicaram

uma relação muito estreita entre *C. lehmanniana* e *C. hutchinsiae* e sugeriram coespecificidade entre os dois taxa (Boedeker, dados não publicados, Leliaert & Boedeker 2007). No entanto, essa relação não foi observada no presente trabalho, onde *C. hutchinsiae* ocorreu como grupo irmão dos subclados A3-A5, sendo o clado A3 formado por espécimes de *C. lehmanniana*.

*Posição e identificação taxonômicas de Cladophora rupestris.* Diferente do observado na presente topologia, onde *C. rupestris* do Brasil, se posicionou com espécies tradicionalmente incluídas na seção *Glomeratae s.l.* (clado A4) e não com a amostra de *C. rupestris* da França, na filogenia de Gustinari et al. (2009) esta espécie encontrou-se em uma politomia com espécies de *Chaetomorpha* e com *C. rupestris* da França. Essa estreita relação entre *C. rupestris* e espécies de *Chaetomorpha* foi registrada em estudos prévios (Bakker et al. 1994, Hanyuda et al. 2002, Leliaert et al. 2003, 2007a) corroborando a ideia de van den Hoek (1982) e van den Hoek & Chihara (2000) de que *Chaetomorpha* pode ser considerado como uma forma reduzida de *Cladophora* com intenso crescimento intercalar com redução extrema da ramificação e não um gênero irmão primitivo de *Cladophora*. Segundo van den Hoek & Chihara (2000), *Cladophora rupestris*, do ponto de vista morfológico, poderia se posicionar perfeitamente na seção *Glomeratae s.l.* No entanto, foi mantida na seção *Rupestris* por van den Hoek & Chihara (2000) devido à sua posição na árvore filogenética de Bakker et al. (1994) com base em 18S rRNA, o que foi corroborado nas filogenias de Hanyuda et al. (2002) e Leliaert et al. (2003, 2007a). Horta (2000) fez referência a *C. rupestris* no Brasil, como *C. capensis*. No entanto, o material não foi descrito e ilustrado e a citação não foi aceita por vários autores (Barata 2004, Wynne 2011, Gustinari et al. 2010), exceção à Széchy et al. (2005) e Reis (2009). Coto & Pupo (2009) chamaram a atenção para a necessidade de revisão do material com base em dados de DNA. Segundo as autoras, a frequência com que esta espécie é encontrada não deixa dúvidas sobre sua ocorrência, seja como *C. rupestris* ou *C. capensis*. Elas optaram por

manter como *C. rupestris* até que novos estudos fossem realizados. Segundo Bakker et al. (1995b), *C. capensis* é uma espécie endêmica da África e tem sido registrada apenas para a Namíbia e África do Sul (Guiry & Guiry 2015). De acordo com os trabalhos de Bakker et al. (1994), Leliaert et al. (2003, 2007a), Gustinari et al. (2009) e o presente estudo, os materiais de *C. rupestris* da França e do Brasil e *C. capensis* se mostraram distintos, sendo muito provável que os espécimes de *C. rupestris* do Brasil correspondam a uma espécie nova.

*Complexo de espécies Cladophora albida/sericea.* Bakker et al. (1995a) definiram seis tipos biogeográficos para o complexo *C. albida/C. sericea*, sendo o tipo 1. *C. albida* do Atlântico, o 2. *C. albida* (Pacífico), o 3. *C. flexuosa* (Anfiatlântica), o 4. *C. sericea* (Pacífico/Atlântico), o 5. *C. capensis* (Pacífico) e o tipo 6. *C. opaca* Sakai (Pacífico). Entretanto, nas topologias formadas somente os tipos 1 e 6 ocorreram separados, os demais não tiveram uma boa resolução. Além disso, a análise baseada em ITS rDNA não deu suporte à hipótese de que espécies do Atlântico dentro do complexo *C. albida/sericea* originaram-se de espécies do Pacífico. Na presente topologia, *C. sericea* ocorreu como clado irmão do clado *C. laetevirens* 1 do Brasil, *C. laetevirens* do Reino Unido e *C. rupestris* do Brasil (clado A4), enquanto *C. albida* do Japão (noroeste do Pacífico) e do Brasil (nordeste do Atlântico) ocorreram em um mesmo clado (clado A5) com um alto suporte e proximamente relacionadas às espécies *C. capensis*, *C. flexuosa* e *C. ruchingeri*.

*Complexo de espécies crípticas Cladophora vagabunda.* Na linhagem A, os cinco clados (A3-A8) compreendem espécies incluídas na seção *Glomeratae s.l.*, com as relações fortemente sustentadas. Nos clados A4 e A8 foram agrupados espécimes com características morfológicas de *C. laetevirens*. Porém, estas não ocorreram no clado com *C. laetevirens* da localidade tipo (Wales, Atlântico NE). Bot et al. (1990) demonstraram que populações de *C. laetevirens* do Atlântico NE e Sudeste da Austrália são geneticamente divergentes. Nos estudos desenvolvidos por Bakker et al. (1995b) e Breeman et al. (2002)

*C. vagabunda* correspondeu a quatro linhagens divergentes, podendo ser considerada como duas ou mais espécies. No estudo das relações filogenéticas entre espécimes de *C. vagabunda* do Brasil realizado por Gestinari et al. (2009), estes ocorreram em um clado monofilético com espécies incluídas em *Glomeratae s.l.*, porém distribuídos em dois subclados, formando duas ou três linhagens divergentes. No entanto, *Glomeratae s.l.* mostrou-se monofilética o que os levou a sugerir a proposição de um novo gênero para acomodar as diferentes espécies deste complexo. Devido à grande plasticidade morfológica e à falta de caracteres estáveis as espécies do complexo *C. vagabunda* podem ser facilmente confundidas, como foi observado na presente topologia, onde espécimes de *C. vagabunda* ocorreram em dois clados: em um clado onde *C. vagabunda* da França agrupou-se com *C. vagabunda* da África do Sul e no clado A7 com *C. dalmatica* do Brasil. Da mesma forma, *C. laetevirens* formou quatro agrupamentos, em três clados A4, A6 e A8, as quais também podem ser consideradas como um complexo críptico de espécies.

*Complexo de espécies crípticas em Cladophora coelothrix.* De acordo com Leliaert et al. (2007a), *C. coelothrix* não constitui um táxon monofilético, considerando que espécimes da Europa se agruparam em um clado com *C. prolifera* e *C. aokii*, enquanto os representantes tropicais foram posicionados em diferentes clados com gêneros tradicionalmente incluídos em Siphonocladales. Na presente análise esse padrão se manteve, sendo *C. coelothrix* registrada nos clados B2 e B4, sendo o clado B2 formado por cinco subclados, dentre os quais dois tiveram espécimes de *C. coelothrix*: o subclado *C. coelothrix* e o *C. coelothrix/C. socialis* e no B4 por quatro subclados, sendo um de *C. coelothrix*. Segundo Breeman (1988, 1990) e Breeman & Pakker (1994), o agrupamento das três espécies tropicais, *C. coelothrix*, *C. socialis* e *C. prolifera* se estendeu marginalmente, com sucesso, para dentro de regiões temperadas. Por outro lado, *C. coelothrix* pode ter se mantido na costa da Bretanha (oeste da França) como um ecotipo mais tolerante às águas temperadas frias, tendo provavelmente evoluído por isolamento

glacial, no Mediterrâneo oriental. Dependendo de como os resultados dos dados moleculares e de distribuição geográfica (tolerância de temperatura) sejam interpretados, *C. coelothrix* pode ser considerada como uma única espécie, como atualmente tem acontecido, ou mais provável como um complexo críptico de espécies (múltiplas espécies).

*Posição filogenética de Cladophora catenata e C. liebetruthii.* *Cladophora catenata* e *C. liebetruthii* (clado B3) têm ocorrido frequentemente em um clado com espécies do gênero *Anadyomene* e *Microdictyon* (Bakker et al. 1994, Hanyuda et al. 2002, Leliaert et al. 2007a,b, Collado-Vides et al. (2013). As duas espécies de *Cladophora* deste clado são até agora posicionadas em seções morfológicas diferentes; *C. catenata* encontra-se em *Aegagropila* e é caracterizada por apresentar rizoides ao longo do talo, originados também no ápice de células apicais, ocasionando inversão de polaridade, ramos inseridos lateralmente, com organização irregular com crescimento por divisão de células intercalares, e *C. liebetruthii* na seção *Boodleoides* caracteriza-se por apresentar organização irregular com crescimento por divisão de células intercalares, ramos rizoidais e não rizoidais indistintos, formados da base ao ápice do talo com um disco basal por onde se fixam. Leliaert et al. (2007b), com base em sequências parciais de LSU rDNA, verificaram que *Boodlea vanbosseae* Reinbold posicionava-se em um clado correspondente com *Anadyomene*, *Microdictyon*, *Cladophora catenata* e *C. liebetruthii*, porém mais fortemente relacionada ao gênero *Anadyomene* dentro do clado com *C. catenata*, em um clado irmão de isolados do Pacífico (Havaí e Japão) e do Índico (África do Sul) e distantemente relacionada às outras espécies de *Boodlea*. Morfologicamente, *C. catenata* e *B. vanbosseae* compartilham algumas características como o hábito em forma de almofadas rígidas, células rizoidais com hápteros terminais e células infectadas por fungos Ascomycota marinho. Contudo, *B. vanbosseae* difere de *C. catenata* por apresentar células menores, ausência de cristais protéicos, em forma de tetraedros, e apresentar fungo com hifas crescendo internamente nas paredes transversais das células. Na filogenia de

*Anadyomene* realizada por Collado-Vides et al. 2013, inferida também a partir de sequências parciais de LSU nrDNA, *C. liebethuthii* também ocorreu no clado *Anadyomene/Microdictyon*, com *Microdictyon umbilicatum* (Velley) Zanardini, tendo *C. catenata* como grupo irmão. Desta forma, o presente estudo demonstra a necessidade de mudanças nomenclaturais no clado B3, as quais envolvem o reconhecimento de um novo gênero para o subclado *Cladophora catenata* e uma nova combinação com a transferência de *C. liebethuthii* para o gênero *Microdictyon*.

*Delimitação de Cladophora prolifera*. Nos estudos filogenéticos de Bakker et al. (1994), Hanyuda et al. (2002) Yoshii et al. (2004) e Leliaert et al. (2003, 2007a,b), baseados em ITS rDNA, SSU rDNA e LSU/SSU rDNA, respectivamente, e no presente trabalho, *C. prolifera* ocorreu em clados com gêneros tradicionalmente posicionados na ordem Siphonocladales e com outras espécies de *Cladophora*, tais como *C. aokii*, *C. coelothrix*, *C. liebethuthii*, *C. catenata*, *C. socialis*, *C. sibogae* e, a partir desse, *C. conferta*. Segundo van den Hoek (1963, 1982) e van den Hoek & Chihara (2000) a morfologia de *C. prolifera* é muito constante e não sofre alterações com as mudanças ambientais e, conseqüentemente, a espécie não apresenta muitos problemas taxonômicos, muito embora, van den Hoek (1982) demonstrou que os diâmetros das células da parte distal do talo, variavam, principalmente, com relação à idade, as quais eram relativamente mais finas e longas, quando jovens, diminuindo gradualmente com o contínuo crescimento da planta. Papenfuss (1943) considerou *C. rugulosa* G. Martens distinta de *C. prolifera* com base na presença de célula basal longa, eixo principal mais proeminente e células com constrictões anelares mais pronunciadas. Para Papenfuss & Chihara (1975) apenas *C. rugulosa* apresentava pequenos processos semelhantes a rizoides na extremidade proximal das células basais. No entanto, segundo van den Hoek (1982) esses processos também ocorriam, ocasionalmente, em alguns espécimes de *C. prolifera* e isto não era suficiente para diferenciar *C. rugulosa* de *C. prolifera*, propondo a sinonímia de ambas, baseado nas

descrições e ilustrações de *C. rugulosa* de Papenfuss (1943), Taylor (1945), Womersley & Bailey (1970), Sakai (1964), Egerod (1975), Papenfuss & Chihara (1975) e Jaasund (1977). Posteriormente, van den Hoek & Chihara (2000) consideraram *C. rugulosa* como sinônimo taxonômico de *C. prolifera*. No entanto, Leliaert & Coppejans (2003) estudaram o gênero *Cladophora* para a África do Sul e consideraram estas taxa como distintas. Segundo eles, *C. rugulosa* apresenta modo de fixação completamente diferente de *C. prolifera*, com o talo fixado por rizoides basais ramificados, sem constrições anelares, desenvolvidos a partir de um estipe composto por uma única célula clavada conspícua com constrições anelares e polos proximais de células velhas com protuberâncias distintas (processos semelhantes a rizoides curtos) para se fixar na célula parental abaixo. Ainda segundo estes autores, *C. rugulosa* é provavelmente endêmica da África do Sul e muitos dos registros da espécie fora da África do Sul seriam nomes mal aplicados para *C. prolifera*, como os da Austrália (Womersley 1956), Tailândia (Egerod 1975), China (Tseng 1984), Japão (Okamura 1912, Sakai 1964, Segawa 1965, Yoshida 1998), Vietnã (Pham-Hoàng Hô 1969), Filipinas (Marcos-Agngarayngay 1983) e Tanzânia (Jaasund 1977). Na presente topologia *C. prolifera* da África do Sul foi recuperada como irmã de *C. aokii* (clado B4), posicionando-se em um subclado separado das demais *C. prolifera* (clado B1 e B4). É provável que, como discutido acima, o material da África do Sul seja *C. rugulosa*. Os espécimes de *C. prolifera* do Brasil compartilham caracteres morfológicos descritos tanto para *C. prolifera* quanto para *C. rugulosa*, tais como talo com estipe formado por feixes de rizoides com constrições anelares e processos rizoidais curtos nos polos proximais das células, respectivamente, porém ocorreram em um clado separado (clado B1) destas (clado B4). Dessa forma, *C. prolifera* pode ser enquadrada como uma espécie críptica, sendo necessários estudos detalhados, abrangendo outras áreas geográficas, para verificar as relações filogenéticas destas. É provável que *C. prolifera* do Brasil na verdade corresponda a uma espécie nova.

*Origem e evolução das espécies em Cladophorales.* De acordo com van den Hoek & Chihara (2000), Cladophorophyceae (= Cladophorales) originou-se de um clado tropical, onde as espécies tropicais invadiram com sucesso as zonas temperadas quentes e frias, as quais se originaram após o Cenozoico, e a evolução do intensivo crescimento intercalar foi, provavelmente, essencial para o sucesso dessa invasão. Atualmente espécies temperadas podem evoluir de espécies tropicais e vice-versa. Na presente filogenia ficou evidente que a adição das amostras tropicais de *Cladophora* contribuiu para o conhecimento das relações filogenéticas entre populações de diferentes zonas climáticas e para o entendimento da formação de fronteiras geográficas através de limites de temperatura, como ocorreu com os isolados de *C. prolifera* e *C. coelothrix* (clados B1, B2 e B4). Corroborou, em parte, a hipótese filogenética de que todas as arquiteturas sifonocladáceas foram derivadas de um ancestral tipo *Cladophora*, exceção à *C. liebertruthii* e *C. catenata* que se mostraram como arquiteturas derivadas de *Microdictyon* e *Anadyomene*, respectivamente, como exemplo de extrema redução de ramificação. Além disso, a congruência parcial entre a morfologia e as relações filogenéticas em *C. aokii/prolifera*, *C. catenata/Anadyomene*, *C. liebertruthii/Microdictyon*, a qual corroborou a hipótese de van den Hoek (1982) e a incongruência parcial para os complexos de espécies crípticas de *C. vagabunda*, *C. albida/sericea*, *C. prolifera/prolifera* e *C. coelothrix/coelothrix* descaracterizou as seções morfológicas de *Cladophora*.

*Avaliação geral sobre a classificação infragenérica de Cladophora.* De acordo com os resultados obtidos nesse estudo as seguintes seções tiveram suporte e podem ser mantidas: a seção *Repentes* formou um grupo monofilético incluindo os taxa do clado B2 e excluindo o grupo de *C. coelothrix* do clado B4, o qual foi mais proximamente relacionado à *C. prolifera* e à *C. aokii* (clado B4) espécies incluídas na seção *Rugulosae*, e as seções *Longi-articulatae* e *Glomeratae s.l.*, excluindo, desta última, *C. crispula* e *C. montagneana* posicionadas no clado A2 com *C. ordinata*. As seções *Boodleoides* e *Aegagropila* sofreram

reduções. *C. liebetruithii*, a qual pertence a *Boodleoides* deve ser transferida para *Microdictyon* e com o agrupamento de *C. catenata* (*Aegagropila*) com *Anadyomene*, um novo gênero deve ser proposto (clado B3), e de *C. echinus* que ocorreu no clado A1 na seção *Longi-articulatae*. A estreita relação entre *C. ordinata*, *C. montagneana* e *C. crispula* nessa topologia corroborou filogenias moleculares prévias e indica o reestabelecimento do gênero *Willeella* com a inclusão dos taxa do clado A2. A seção *Rugulosae* poderá ser mantida incluindo os taxa do clado B4 e excluindo *C. prolifera* (clado B1) e *C. conferta* (clado B2).

*Comentários finais.* De acordo com a presente filogenia são prováveis taxa novos os representantes dos agrupamentos *C. coelothrix/socialis* e *C. coelothrix* (clado B2), *C. laetevirens* 1 (clado A4), *C. laetevirens* 2 (clado A8), *C. prolifera* (clado B1), *C. rupestris* do Brasil (clado A4) e os espécimes de *Cladophora* sp. 1, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4. O agrupamento *Cladophora catenata* corresponde a um novo gênero com três espécies e, *C. liebetruithii* um novo membro do gênero *Microdictyon* (clado B3).

Uma revisão sistemática de *Cladophora* baseada em dados moleculares é inevitável, uma vez que as circunscrições das espécies são baseadas em caracteres morfológicos instáveis e de grande plasticidade influenciada pela idade e condições ambientais, os quais evoluíram várias vezes independentemente, para que sejam reconhecidos grupos monofiléticos. A principal dificuldade com uma revisão baseada em filogenia molecular é a incongruência com os caracteres morfológicos. Por outro lado, linhagens mesmo morfológicamente semelhantes podem originar diferentes espécies, gêneros e famílias, como demonstrado no presente estudo.

Este estudo contribuiu para uma compreensão mais ampla das relações filogenéticas moleculares dos taxa do Atlântico Sul incluídos no gênero *Cladophora* e forneceu mais dados que subsidiarão investigações futuras.

## MUDANÇAS TAXONÔMICAS

*Microdictyon* Decaisne

*Espécie Tipo*: *Microdictyon agardhianum* Decaisne Arch. Mus. Hist. Nat. [Paris].

1841:115. *nom. illeg.* nome supérfluo para *M. calodictyon* (Montagne) Kützing [=

*Microdictyon umbilicatum* (Velley) Zanardini].

*Localidade Tipo*: “Saudi Arabia: near Jeddah”

***Microdictyon liebetruthii*** (Grunow) A.M. Alves et C.W.N. Moura **comb. nov.**

*Basiônimo*: *Cladophora liebetruthii* Grunow in Piccone 1884, *Croc. Corsaro Isole Madera e Canarie*, p. 53.

*Localidade Tipo*: Gran Canaria, Islas Canarias.

*Isótipo*: Ionian Sea, Coletor Liebetruth, L 937/264/51.

*Lectótipo*: n. 3265 in herb. Børgesen (C), de Orotava, Tenerife, 26/1/1921.

*Sinônimos Heterotípicos*: *Cladophora frascatii* F.S. Collins & Hervey 1917, p. 49;

*Cladophora boodleoides* Børgesen 1925, p. 56.

***Willeella*** Børgesen

*Espécie Tipo*: *Willeella ordinata* Børgesen, in C! n° 5563, Dwarka, Okha Port, N.W. India, 23 January 1928, coletor F. Børgesen.

***Willeella ordinata*** Børgesen 1930, *J. Indian Bot. Soc.* 9, p. 155, figs. 3, 4a,b, pl. I, fig. 1.

*Localidade Tipo*: India: Gujarat: Port Okha.

*Sinônimos Homotípicos*: *Cladophora ordinata* (Børgesen) C. Hoek, 1982, p. 123. **sin. nov.**

*Sinônimos Heterotípicos*: *Willeella pacifica* Yamada & Segawa 1938, p.133.

***Willeella brachyclados*** (Montagne) A.M. Alves et C.W.N. Moura **comb. nov.**

*Basiônimo*: *Conferva brachyclados* Montagne 1837, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 2, 8, p. 349.

*Localidade Tipo*: Cuba.

*Isótipos*: in H 3875/67-56; H 3875/67-57; in HLB 937.281-110 (L! 0054757) um dos espécimes possui a seguinte anotação no manuscrito “*Conferva brachyclados* Montag:

*Cladophora montagneana* Kg., Cuba, Herb. Montagne”,

*Sinônimos Homotípicos*: *Cladophora brachyclados* (Montagne) Harvey 1858, p. 81, **nom.**

**illeg.**; não *Cladophora brachyclados* (Kützing) Kützing 1845, p. 216 [= het. syn.

*Cladophora rivularis* (Linnaeus) C. Hoek].

*Sinônimos Heterotípicos*: *Cladophora montagneana* Kützing 1849, p. 415. **sin. nov.**;

*Cladophora delicatula* Montagne. 1850, p. 302. **sin. nov.**; *Cladophora polycantha*

Montagne 1850, p. 302. **sin. nov.**;

***Willeella crispula*** (Vickers) A.M. Alves et C.W.N. Moura **comb. nov.**

*Basiônimo*: *Cladophora crispula* Vickers 1905, Ann. Sc. Nat. Bot., sér. 9, t.1, p.56.

*Tipo*: L (HLB 937/186-58).

*Localidade Tipo*: “Kendal Point, Barbados”.

Este estudo teve suporte financeiro do Núcleo de Excelência em Sistemática e Variabilidade Molecular de Plantas e Fungos (PRONEX/FAPESB, projeto PNX0014/2009) com fomento à pesquisa nos trabalhos de campo e análises moleculares no LAMOL, do Projeto “Rede Brasileira de DNA Barcoding de Organismos Marinhos” Edital MCT/CNPq/FNDCT N° 50/2010, coordenado pela Profa. Dra. Mariana Cabral de Oliveira, através da realização de análises moleculares no Laboratório de Algas Marinhas (LAM) da Universidade de São Paulo, orientadas pela Profa. Dra. Valéria Cassano. Os autores agradem aos herbários internacionais pelo envio de material tipo (L, C, BM) e aos

herbários nacionais pelo empréstimo de materiais de *Cladophora* ocorrentes ao longo do litoral do Brasil (SP, SPF, RFA, FLOR, PEUFR). A.M. Alves agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS

- Alves, A. M., Gestinari, L. M. S., Oliveira, I. S., Moniz-Brito, K. L. & Moura, C.W. N. 2012. The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia* 95(3-4):337–72.
- Bakker, F. T., Olsen, J. L., Stam, W. T. & van den Hoek, C. 1992. Nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer regions (ITS1 and ITS2) define discrete biogeographic groups *Cladophora albida* (Chlorophyta). *J Phycol* 28:839–45.
- Bakker, F. T., Olsen, J. L., Stam, W. T. & van den Hoek, C. 1994. The *Cladophora* complex (Chlorophyta): new views based on the 18S rRNA gene sequences. *Molec. Phylogenet Evol* 3(4):365–82.
- Bakker, F. T., Olsen, J. L., & Stam, W. T. 1995a. Evolution of nuclear rDNA ITS sequences in the *Cladophora albida/sericea* clade (Chlorophyta). *J Mol Evol* 40:640-51.
- Bakker, F. T., Olsen, J. L. & Stam, W. T. 1995b. Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. *Eur J Phycol* 30:197–298.
- Barata, D. 2004. Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP. 216 pp.
- Blast, F., John, A. A. & Bhushan, S. 2014. *Cladophora goensis* sp. nov. (Cladophorales, Ulvophyceae) – a bloom forming marine algae from Goa, India. *Indian J. Geo-Mar. Sci.* 1-7.

- Boedeker, C & Hansen, G. I. 2010. Nuclear rDNA sequences of *Wittrockiella amphibia* (Collins) comb. nov. (Cladophorales, Chlorophyta) and morphological characterization of the mat-like growth form. *Bot Mar* 53: 351–56.
- Boedeker, C. & Immers, A. 2009. No more lake balls (*Aegagropila linnaei* Kützing, Cladophorophyceae, Chlorophyta) in The Netherlands? *Aquat Ecol* 43:891–902.
- Boedeker, C., O’Kelly, C. J., Star, W. & Leliaert, F. 2012. Molecular Phylogeny and Taxonomy of the *Aegagropila* clade (Cladophorales, Ulvophyceae), including the description of *Aegagropilopsis* gen. nov. and *Pseudocladophora* gen. nov. *J Phycol* 48:808–25.
- Børgesen, F. 1925. Marine algae from the Canary Islands especially Teneriffe and Gran Canaria. I. Chlorophyceae. Kgl. *Danske Vidensk Selsk Biol Medd* 5(3):1-123.
- Børgesen, F. 1930. Some Indian green and brown algae especially from the shores of the Presidency of Bombay. *J Indian Bot Soc* 9:151-74
- Bot, P. V. M., Holton R.W., Stam, W. T. & van den Hoek, C. 1989. Molecular divergence between North Atlantic and Indo-West Pacific *Cladophora albida* (Cladophorales: Chlorophyta) isolates as indicated by DNA-DNA hybridization. *Marine Biol* 102:307-13.
- Bot, P. V. M., Stam, W. T. & van den Hoek, C. 1990. Genotypic relations between geographic isolates of *Cladophora laetevirens* and *C. vagabunda*. *Bot Mar* 33:441-46.
- Breeman, A. M. 1988. Relative importance of temperature and other factors in determining geographic boundaries of seaweeds: experimental and phenological evidence. *Helgol Meeresun.* 42:199-241.
- Breeman, A. M. 1990. Expected effects of changing seawater temperatures on the geographic distribution of seaweed species. In Al., J. J. B. E. (Ed) *Expected effects*

- of climatic change on marine coastal ecosystems*. Kluwer Academic Publishers. pp. 69-76.
- Breeman, A. M., Oh, Y. S., Hwang, M. S. & van den Hoek, C. 2002. Evolution of temperature responses in the *Cladophora vagabunda* complex and the *C. albida/sericea* complex (Chlorophyta). *Eur J Phycol* 37(1):45-58.
- Breeman, A. M. & Pakker, H. 1994. Temperature ecotypes in seaweeds: adaptive significance and biogeographic implications. *Bot Mar* 37:171-80.
- Collado-Vides, L., Avilac, C., Leliaert, F., Rodriguez, D., Thyberg, T., Schneider, S., Rojas, J., Sweeney, P., Drury, C. & Liman, D. 2013. A persistent bloom of *Anadyomene J.V.Lamouroux* (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in Biscayne Bay, Florida. *Aquatic Bot* 111:95–103.
- Collins, F. S. & Hervey, A. B. 1917. The algae of Bermuda. *Proc Amer Acad Arts* 53:1-195.
- Coto, A. C. S. P. & Pupo, D. 2009. Ulvophyceae. In C. E. M. Bicudo (Org.) *Flora Ficológica do Estado de São Paulo*. Rima Editora/FAPESP, São Carlos, 3:1–76.
- Doyle, J. J. & Doyle, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochem Bull* 19:11–15.
- Egerod, L. E. 1975. Marine algae of the Andaman Sea coast of Thailand: Chlorophyceae. *Bot Mar* 18:41-66.
- Gestinari, L. M. S., Oliveira, M. C., Milstein, D., Yoneshigue-Valentin, Y. & PEREIRA, S. M. B. 2009. Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil base on SSU rDNA sequences. *Revista Bras Bot* 32:531–38.
- Gestinari, L. M. S., Pereira, S. M. B. & Yoneshigue-Valentin, Y. 2010. Distribution of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14:22–42.

- Gestinari, L. M. S., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pereira, S. M. B. 2005. Influência da concentração de nutrientes e da aeração da água no desenvolvimento de *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek (Chlorophyta, Cladophorales). Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 10:275–88.
- Graham, L. E. & Wilcox, L. W. 2000. *Algae*. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Guiry, M. D. & Guiry, G. M. 2015. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at: <http://www.algaebase.org> (last accessed 10 August 2015).
- Hall, T. A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl Acid S* 41:95–8.
- Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y. & Ueda, K. 2002. Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *J Phycol* 38:564–71.
- Harvey, W. H. 1858. *Nereis boreali-americana*...Part III. Chlorospermeae. *Smithsonian Contr Knowl* 10(2):1-140
- Hayakawa, Y., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K. & Kamiya, M. 2012. Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. *Phycol Res* 60:86–97.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (Eds.). 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. 8. Edition. New York. x, 693 pp.
- Horta, P.A. 2000. Macroalgas do Infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 301 pp.

- Ichihara, K., Shimada, S. & Miyaji, K. 2013. Systematics of *Rhizoclonium*-like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses. *Phycologia* 52(5):398-410.
- Jaasund, E. 1977. Marine algae in Tanzania VIII. - *Bot Mar* 20:509-20.
- Kraft, G. T. 2007. *Algae of Australia*. Marine benthic algae of Lord Howe Island and the southern Great Barrier Reef, 1. Green algae. Canberra & Melbourne: Australian Biological Resources Study & CSIRO Publishing.
- Kützing, F.T. 1849. *Species algarum*. pp. [i]-vi, [1]-922.
- Larget, B. & D. Simon. 1999. Markov chain Monte Carlo algorithms for the Bayesian analysis of phylogenetic trees. *Mol Biol Evol* 16:750-59.
- Lee, R. E. 2008. *Phycology*. Cambridge University Press. New York.
- Leliaert, F. & Boedeker, C. 2007. Cladophorales. In Brodie J., Maggs C. A. & John D. (Eds.). *Green seaweeds of Britain and Ireland*. The British Phycological Society. pp. 131-183.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. 2003. The marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia* 76:45-82.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. 2006. A revision of *Cladophoropsis* Børgesen (Siphonocladales, Chlorophyta). *Phycologia* 49:657-79.
- Leliaert, F., De Clerck, O., Verbruggen, H., Boedeker, C. & Coppejans, E. 2007a. Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta: Cladophorophyceae). *Mol Phylogenet Evol* 44:1237-56.
- Leliaert, F., Huisman, J. M. & Coppejans, E., 2007b. Phylogenetic position of *Boodlea vanbosseae* (Siphonocladales, Chlorophyta). *Cryptogamie Algol* 28:337-51.
- Leliaert, F., Rosseau, F., De Reviers, B. & Coppejans, E. 2003. Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene

- sequences: is the recognition of separate order Siphonocladales justified? *Eur J Phycol* 38:233–46.
- Leliaert, F., Boedeker, C., Peña, V., Bunker, F., Verbruggen, H. & De Clerck, O. 2009a. *Cladophora rhodolithicola* sp. nov. (Cladophorales, Chlorophyta), a diminutive species from European maerl beds. *Eur J Phycol* 44(2):155–69
- Leliaert, F., Rueness, J., Boedeker, C., Maggs, C. A., Cocquyt, E., Verbruggen, H. & De Clerck, O. 2009b. Systematics of the marine microfilamentous green algae *Uronema curvatum* and *Urospora microscopica* (Chlorophyta). *Eur J Phycol* 44(4):487–96.
- Leliaert, F., Payo, D. A., Calumpang, H. P. & De Clerck, O. 2011. *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical Waters. *Phycologia* 50(4):384–91.
- Leliaert, F., Smith, D. R., Moreau, H., Herron, M. D., Verbruggen, H. & Delwiche, C. F. & De Clerck, O. 2012. Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *Rc Cr Rev Plant Sci* 31:1–46.
- Lewis, P. O. 2001. Phylogenetic systematics turns over a new leaf. *Trends Ecol Evol* 16:30–7.
- Marcos-Anggarayngay, Z. D. 1983. Marine macro-algae of Ilocos Norte, I. Cyanophyceae and Chlorophyceae. - *Ilocos Fish. J.* 1:59–103.
- Montagne, C. 1837. Centurie de plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Ann. Sci. Nat., Bot. Seconde série* 8:345–70.
- Montagne, C. 1850. Cryptogamia guyanensis, seu plantarum cellularium in Guyana gallica annis 1835-1849 a Cl. Leprieur collectarum enumeratio universalis. *Ann Sci Nat Bot* 14:283–309.
- Okamura, K. 1912: *Icones of Japanese algae*. Vol. II. - Kazamoshobo, Tokyo.

- Olsen, J. L. & West, J. A. 1988. *Ventricaria* (Siphonocladales-Cladophorales complex, Chlorophyta), a new genus for *Valonia ventricosa*. *Phycologia* 27:103–08.
- Olsen-Stojkovich, J. L. 1986. Phylogenetic studies of genera in the Siphonocladales-Cladophorales complex (Chlorophyta). PhD dissertation: University of California, Berkeley.
- Papenfuss, G. F. 1943. Notes on South African marine algae II. – *J S Afr Bot* 9:79-92.
- Papenfuss, G. F. & Chihara, M. 1975. The morphology and systematic position of the green algae *Ernodesmis* and *Apjohnia*. *Phycologia* 14:309–16.
- Parodi, E. R. & Cáceres, E. J. 1991. Variation in number of apical ramifications and vegetative cell length in freshwater population of *Cladophora vagabunda* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *J Phycol* 27:628-33.
- Pham-Hoàng, H. 1969. *Rong biển Vietnam. Marine algae of South Vietnam*. Saigon.
- Piccone, A. 1884. *Crociera del Corsaro alle Isole Madera e Canarie del Capitano Enrico d'Albertis*. Alghe. pp. [3]-60, 1 pl. Genova [Genoa]: Tipografia del r. Istituto Sordo-Muti.
- Pochon, X., Atalah, J., Wood, S. A., Hopkins, G. A., Watts, A. & Boedeker, C. 2015. *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. *Aquat Invasions* 10(2):123–33.
- Posada, D. & Crandall, K. A. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14:817–8.
- Proschold, T. & Leliaert, F. 2007. Systematics of the green algae: conflict of " classic and modern approaches. In Brodie, J. and Lewis, J. (Eds.). *Unravelling the Algae: The Past, Present, and Future of Algal Systematics*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 123–153.

- Reis, R. P. 2009. Caracterização da assembleia fitobentônica da praia do Kutuca, Ilha da Marambaia, baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Bot Bras* 23(2):297–304.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Ohnas, S. H., Larget, B., Liu, L., Suchards, M. A. & Huelsenbeck, J. P. 2012. MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice across a Large Model Space. *Systematic Biol* 61:1-4.
- Sakai, Y. 1964. The species of *Cladophora* from Japan and its vicinity. *Sci P Inst Algal Res, Hokkaido Univ* 5: 1–104.
- 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. & Kucera, H. 2010. An evaluation of *rbcL*, *tufA*, UPA, LSU and ITS as DNA barcode markers for the marine green macroalgae. *Cryptogamie Algol* 31(4):487–528.
- Segawa, S. 1938. On the marine algae of Susaki, Prov. Izu, and its vicinity, III. *Sci P Inst Algal Res, Hokkaido Univ*. 2:131-53.
- Segawa, S. 1965. *Coloured illustrations of the seaweeds of Japan*. Revised edition. - Osaka, Hoikusha.
- Silva, P. C., Basson, P. W. & Moe, R. L. 1996. *Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean*. Berkeley, USA: University of California Press.
- Söderström, J. 1963. Studies in *Cladophora*. *Bot. Gothob* 1:1–147.
- Stewart, K. D. & Mattox, K. R. 1978. Structural evolution in the flagellated cells of green algae and land plants. *BioSystems* 10:145–52.
- Széchy, M. T. M., Amado Filho, G. M., Cassano, V., De Paula, J. C., Barreto, M. B. B., Reis, R. P., Marins, B. V., Moreira, F. M. 2005. Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o programa GloBallast no Brasil. *Acta Bot Bras* 19(3):587–96.

- Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae from the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Univ. S. California Press, Los Angeles. *Allan Hancock Pacific Exped.* 12:1-528.
- Thiamdao, S., Boo, G. H., Boo, S. M. & Peerapornpisal, Y. 2012. Diversity of Edible *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) in Northern and Northeastern Thailand, Based on Morphology and Nuclear Ribosomal DNA Sequences. *Chiang Mai J Sci* 39(2):300-10.
- Tseng, C. K. 1983: *Common seaweeds of China*. Science Press, Beijing.
- van den Hoek, C. 1963. *Revision of the European species of Cladophora*. Brill E.J., Leiden.
- van den Hoek, C. 1982. A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. *Verh K Ned Akad Wet Afd Natuurkd Tweede Reeks* 78:1-236.
- van den Hoek, C. & Chihara, M. 2000. A taxonomic revision of the marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) along the coasts of Japan and the Russian Far-east. National Science Museum (Tokyo). *Monographs* 19:1-242.
- van den Hoek, C., Mann, D. G. & Jahns, H. M. 1995. *Algae. An introduction to phycology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- van den HOEK, C. & Womersley, H. B. S. 1984. Genus *Cladophora*. In Womersley, H. B. S. (Ed.). *The marine benthic flora of southern Australia*. Part I., Government Printer, South Australia, Adelaide. pp. 185-213.
- Vickers, A. 1905. Liste des algues marines de la Barbade. *Ann Sci Nat Bot* 9(1): 45-66.
- Wille, N. 1909. Conjuratae und Chlorophyceae. – In Engler, A. & Prantl, K. (Eds.) *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Nachträge zum I. Teil, 2. Abt. Verlag W. Engelmann, Leipzig. pp. 1–96.

- Womersley, H. B. S. & Bailey, A. 1970. Marine algae of the Solomon Islands. - *Philos T Soc B* 259:257-352.
- Womersley, H. B. S. 1956. A critical survey of the marine algae of southern Australia. I. Chlorophyta. *Aust J Mar Fresh Res* 7:343-83.
- Wynne, M. J. 2011. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia* 140:1–166.
- Yoshii, Y., Hanyuda, T., Wakana, I., Miyajii, K., Arai, S., Ueda, K. & Inouye, I. 2004. Carotenoid compositions of *Cladophora* balls (*Aegagropila linnaei*) and some members of the Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta): their taxonomic and evolutionary implication. *J Phycol* 40:1170–77.
- Yoshida, T. 1998. *Marine algae of Japan*. Uchida-Rokakuko, Tokyo.
- Zechman, F. W., Theriot, E. C., Zimmer, E. A. & Chapman, R. L. 1990. Phylogeny of the Ulvophyceae (Chlorophyta): Cladistic analysis of nuclear-encoded rRNA sequence data. *J Phycol* 26:700-10.

Tabela 1. Materiais usados nas análises filogenéticas das espécies de *Cladophora* Kützing no litoral do Brasil, incluindo nome das espécies, informações de coleta, código usado na topologia de Inferência Bayesiana (BI), referências e número de acesso ao GenBank. \* - sequências parciais do gene LSU obtidas neste estudo.

| <b>Espécies</b>   | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|---|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Anadyomene saldanhae</i> A.B. Joly & E.C. Oliveira     | Cape Verde Isl., San Tiago, Praia (Pakker, 1991, AsTPa29b/Asal7b)   | F286                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503409                           |
| <i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen) C. Agardh             | Greece, Kreta, Heraklion, (1994, AsGK/Astel7)   | F271                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503414                           |
|   | Philippines, Cebu, Olango Island (Leliaert et al., 13.viii.1998, PH 209)  | F41                                    | Leliaert et al. (2007a) | AJ544746                           |
| <i>Boodlea siamensis</i> Reinbold                         | Tanzania, Zanzibar, Nungwi (Leliaert, 21.viii.2001, FL999)  | F035                                   | Leliaert et al. (2007a) | AJ544730                           |
| <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing               | United Kingdom, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal (-4 m), on maërl (F.Bunker, 6.xi.2007, Bunker5/F720, GENT)  | F720                                   | Leliaert et al. (2009a) | FM205026                           |
| <i>Chamaedoris peniculum</i> (J. Ellis & Solander) Kuntze | Dominican Republic, Puerto Plata (Dargent, 8.ii.2002, HODRD2-02-20a)  | F124                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503430                           |
|   | Japan, Hokkaido (1985, A85.101/Calb3)   | F516                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503433                           |
| * <i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing                 | Brasil, Santa Catarina, Florianópolis, Praia de Matadeiro (A.M. Alves & A.A. Santos, 15.ii.2014, FSA 14714, HUEFS 217726) | A714                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| <i>Cladophora aokii</i> Yamada                            | Japan, Hachijo, (C. Hoek, 1990, CryHJ/Cryu1)  | F222                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503434                           |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>                               | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|---|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>*Cladophora aokii</i>                      | Brasil, Espírito Santo, Guarapari, rockshores between Peracanga e Guaibura (A.M. Alves & A.A. Santos, 08.vi.2013, FSA 14347, (HUEFS 217727) | A347                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| <i>Cladophora capensis</i> (C. Agardh) DeToni | South Africa, Cape Peninsula (HEC 10900)  | F80                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544763                           |
| <i>*Cladophora catenata</i> Kützing           | Brasil, Bahia, Salvador, Praia de Itapuã, (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 05.v.2012 FSA 14320, HUEFS 217728)                              | A320                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|   | South Africa, KwaZulu-Natal, Rabbit Rock (Coppejans et al., 13.viii.1999, KZN547)   | F126                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503436                           |
|   | Japan, Okinawa (C. Hoek, 1990, CcatOJ/Ccat1)  | F254                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503438                           |
|   | South Africa, KwaZulu-Natal, Mabibi (Coppejans et al., 11.viii.1999, KZN454)  | F114                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503435                           |
|   | Hawaii, Oahu, Lanikai (De Clerck, 25.iv.2003, ODC899)   | F185                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503437                           |
| <i>*Cladophora coelothrix</i> Kützing         | South Africa, KwaZulu -Natal, Lala Neck (PvR, 9.viii.2005, G68)   | F371                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503439                           |
|   | Brasil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14517, HUEFS 217729)                           | A517                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|   | Brasil, Rio Grande do Norte, Natal, Praia do Meio (C.W.N. Moura, 11.i.2013 FSA 14520, HUEFS 217730)   | A520                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>               | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|-------------------------------|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>*Cladophora coelothrix</i> | Brasil, Pernambuco, Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 25.iv.2013, FSA 14695, HUEFS 217731) | A695                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                               | Brasil, Alagoas, Maceió, Praia da Sereia, (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 27.iv.2013, FSA 14310, HUEFS 217732)                            | A310                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                               | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão (C.W.N. Moura et al., 20.iii.2011, FSA 14337, HUEFS 217733)         | A337                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                               | Brasil, Bahia, Ilha de Tinharé, Garapuá (Braga, 1.i.2004, JW3735)   | F353                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503454                           |
|                               | Kenya, Mombasa, Iwatine Bay (Coppejans, 11.ix.1992, HEC9394)  | F58                                    | Leliaert et al. (2007a) | AJ544754                           |
|                               | Canary Isl., Tenerife, Candelaria (1988, CcCa2 / Ccoel3)  | F276                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503450                           |
|                               | Italy, Corsica (1987, C87.1 / Ccoel4)   | F277                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503451                           |
| <i>Cladophora coelothrix</i>  | Panama, Galeta (Wysor 866, C98)   | F356                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503455                           |
|                               | South Africa, KwaZulu-Natal, Rocky Bay, (PvR, 17.viii.2005, 2005-29, G71)   | F372                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503456                           |
|                               | Indonesia, Kakaban Island (PvR & de Senerpont Domis, x.2003, 03-34, B15)  | F381                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503458                           |
|                               | Australia, NSW, N of The Entrance, near Tonkley (H45)   | F502                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503459                           |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>                       | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|---------------------------------------|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Cladophora coelothrix</i>          | Cape Verde Isl., San Tiago, Praia (Pakker, 1991, ClxTPa24/Ccoell)   | F274                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503448                           |
| * <i>Cladophora conferta</i> Børgesen | Brasil, Ceará, Cascavel, Praia da Caponga (A.M. Alves & A.A. Santos, 25.vii.2013, FSA 14518, HUEFS 217734)                          | A518                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                                       | Brasil, Maranhão: São José do Ribamar, Praia de Araçagi (A.M. Alves & A.A. Santos, 21.vii.2013, FSA 14345, HUEFS 217735)            | A345                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                                       | Brasil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14855, HUEFS 217736)                    | A855                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                                       | Brasil, Maranhão, São José do Ribamar, Praia de Araçagi (A.M. Alves & A.A. Santos, 21.vii.2013 FSA 14851, HUEFS 217737)             | A851                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| * <i>Cladophora crispula</i> Vickers  | Brasil, Ceará, Caucaia, Praia do Pacheco (A.M. Alves & A.A. Santos, 24.vii.2013, FSA 14707, HUEFS 217738)                           | A707                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| * <i>Cladophora dalmatica</i> Kützing | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão (C.W.N. Moura et al., 04.vii.2012, FSA 14480, HUEFS 217739) | A480                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                                       | Brasil, Bahia, Conde, Praia do Sítio do Conde (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 28.i.2013, FSA 14710, HUEFS 217740)                 | A710                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                                       | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão (C.W.N. Moura et al., 20.iii.2011, FSA 14315, HUEFS 217741) | A315                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>                                  | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|--|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Cladophora dotyana</i> Gilbert                | Phillipines, Bulusan (HEC 12336)  | F57                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544755                           |
|  | South Africa, KwaZulu-Natal (KZN 2003)  | F31                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544756                           |
| <i>Cladophora echinus</i> (Biasol.) Kützing      | Algeria, Algiers (R.Delepine, summer1960, no.60/55, UTEXLB148/F533)   | F533                                   | Leliaert et al. (2009)a | FM205029                           |
| <i>Cladophora feredayi</i> Harvey                | New Zealand: Kaikoura: Oaru stream, subtidal (-0.5 m, on rock with coralline crusts (C. Boedeker. Nov 2002. C48, L 0793564) | C48                                    | Leliaert et al. (2009a) | FM205030                           |
| <i>Cladophora flexuosa</i> (O.F. Müller) Kützing | Japan   | 7616                                   | Ichihara et al. (2013)  | AB807616                           |
| <i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing   | Japan   | 7613                                   | Ichihara et al. (2013)  | AB807613                           |
| <i>Cladophora herpestica</i> (Montagne) Kützing  | Tanzania, Zanzibar, como <i>Cladophoropsis herpestica</i> (FL 909)  | F14                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544751                           |
|  | Japan, Shimoda (C. Hoek, 1990, Cloz20b3SJ / Cherp3)   | F517                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503460                           |
| <i>Cladophora horii</i> C. Hoek & M. Chihara     | South Africa, KwaZulu-Natal (HEC 10983)   | F53                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544728                           |
| <i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Harvey   | Japan   | 7612                                   | Ichihara et al. (2013)  | AB807612                           |
| <i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing  | United Kingdom, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal (-4 m), on maërl (F. Bunker, 6.ix.2007, Bunker4/F719, GENT)   | F719                                   | Leliaert et al. (2009a) | FM205033                           |
|  | Tanzania, Zanzibar  | F29                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544761                           |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>                   | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b> | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|-----------------------------------|---|--|--------------------|------------------------------------|
| * <i>Cladophora laetevirens</i> 1 | Brasil, Bahia, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL (A.M. Alves et al., 27.ii.2013, FSA 14343, HUEFS 217742)  | A343                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
|                                   | Brasil, Alagoas, Maceió, Praia da Sereia, (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 27.iv.2013, FSA 14890, HUEFS 217743)  | A890                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
| * <i>Cladophora laetevirens</i> 2 | Brasil, Piauí, Cajueiro da Praia (A.M. Alves & A.A. Santos, 23.vii.2013 FSA 14861, HUEFS 217744)  | A861                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
|                                   | Brasil, Bahia, Salvador, Praia da Barra (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 10.ii.2012, FSA 14324, HUEFS 217745)  | A324                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
|                                   | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão (C.W.N. Moura et al., 09.iii.2012, FSA 14478, HUEFS 217746)                       | A478                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
|                                   | Brasil, Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavaleiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717', LMSG 444 (L.M.S. Gustinari, 16.xi.2012, FSA 14824, HUEFS 217747) | A824                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
|                                   | Brasil, Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14845, HUEFS 217748)  | A845                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |
|                                   | Brasil, Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14717, HUEFS 217749)   | A717                                   | Presente estudo    | Submetido ao GenBank               |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies  | Dados de Coleta   | Código usado na topologia de BI | Referências             | Número de acesso ao GenBank |
|---|---|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <i>*Cladophora laetevirens</i> 2                    | Brasil, Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira (A.M. Alves et al., 06.vii.2013, FSA 14715, HUEFS 217750) | A715                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, São Paulo, Ubatuba, Praia Dura, (A.M. Alves et al., 18.viii.2012, FSA 14848, HUEFS 217751)                  | A848                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras (A.M. Alves et al., 19.viii.2012, FSA 14718, HUEFS 217752)     | A718                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, São Paulo, Ubatuba, Praia Dura (A.M. Alves, 18.viii.2012, FSA 14719, HUEFS 217753)                          | A719                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande, (A.M. Alves & A.A. Santos, 11.ii.2014, FSA14722, HUEFS 217754)     | A722                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande, (A.M. Alves & A.A. Santos, 11.ii.2014, FSA 14499, HUEFS 217755)    | A499                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>*Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing | Brasil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras (A.M. Alves et al., 19.viii.2012, FSA 14723, HUEFS 217756)     | A723                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras (A.M. Alves et al., 19.viii.2012, FSA 14724, HUEFS 217757)     | A724                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora liebethuthii</i> Grunow               | Cape Verde Isl., San-Vicente (Pakker, 1991, ClieVGa116/Clieb3)  | F215                            | Leliaert et al. (2007a) | AM503463                    |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies  | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências             | Número de acesso ao GenBank |
|---|--|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora montagneana</i> Kützing           | Tanzania, Zanzibar (FL 900)  | F30                             | Leliaert et al. (2003)  | AJ544762                    |
|   | Brasil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14482, HUEFS 217758)              | A482                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora montagneana</i>                 | Brasil, Ceará, Fortaleza, Praia de Iracema (A.M. Alves & A.A. Santos, 26.vii.2013, FSA 14364, HUEFS 217759)                    | A364                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|   | Brasil, Pernambuco, Recife, Praia de Boa Viagem (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 24.iv.2013, FSA 14329, HUEFS 217760)         | A329                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora ohkuboana</i> E.M. Holmes         | Oman, Dhofar, Mirbat, Hoon's Bay (T. Schils et al., 25.ix.2003, DHO151/F172 GENT)  | F172                            | Leliaert et al. (2009a) | FM205035                    |
| * <i>Cladophora ordinata</i> (Børgesen) C. Hoek | Brasil, Espírito Santo, Serra, Jacareípe, Curva da Baleia (A.M. Alves & A.A. Santos, 10.vi.2013 FSA 14321, HUEFS 217761)       | A321                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora ordinata</i>                      | South Africa, KwaZulu-Natal  | F08                             | Leliaert et al. (2003)  | AJ544757                    |
| <i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützing    | France, Brittany, La Conquet, intertidal rockpool (C. Boedeker, vi.2004, A25, L0793562)  | A25                             | Leliaert et al. (2009a) | FM205037                    |
| <i>Cladophora pellucidoidea</i> C. Hoek         | Canary Isl., Tenerife (Collector unknown, 1988. Cpot/Cpeloid3/F218)  | F218                            | Leliaert et al. (2009a) | FM205038                    |
| * <i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing    | Brasil, Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios (A.M. Alves & A.A. Santos, 23.viii.2013, FSA 14351, HUEFS 217762) | A451                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>              | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|------------------------------|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>*Cladophora prolifera</i> | Brasil, Alagoas, Maceió, Praia da Sereia (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 27.iv.2013, FSA 14309, HUEFS 217763)           | A309                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Brasil, Ceará, Fortaleza, Praia do Meireles, (C.W.N. Moura, 28.ii.2014, FSA 14762, HUEFS 217764)                          | A762                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Brasil, Paraíba, Carapibus, (C.W.N. Moura, 21.vii.2013, FSA 14340, HUEFS 217765)  | A340                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Brasil, Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, (A.M. Alves et al., 27.ii.2013, FSA 14338, HUEFS 217766)           | A338                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Brasil, Espírito Santo, Piúma, Ilha do Gambá (A.M. Alves & A.A. Santos, 09.vi.2013, FSA 14349, HUEFS 217767)              | A349                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Brasil, Paraná, Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña (A.M. Alves & A.A. Santos, 17.ii.2014, FSA 14781, HUEFS 217768) | A781                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Brasil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande (A.M. Alves & A.A. Santos, 11.ii.2014 FSA 14786, HUEFS 217769)            | A786                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
|                              | Australia Victoria, Point Lonsdale (De Clerck, 7.vii.1996, ODC519)  | F106                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503466                           |
|                              | South Africa, KwaZulu-Natal, Rabbit Rock (Coppejans et al. , 13.viii.1999, KZN533bis)                                     | F128                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503467                           |
|                              | Italy, Corsica (1984, Pr84.28/Cpro11)   | F219                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503468                           |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies   | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências             | Número de acesso ao GenBank |
|--|--|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora prolifera</i>                      | Canary Isl., Fuerteventura (1988, CpF/Cprol2)  | F78                             | Leliaert et al. (2007a) | AM503469                    |
|  | S Australia (1985, Pr85.35/C prol 5)   | F281                            | Leliaert et al. (2007a) | AM503472                    |
|  | Madeira Isl., Rais Magos, (Coppejans & De Clerck, 11.v.2006, HEC15704)   | F523                            | Leliaert et al. (2007a) | AM503473                    |
| <i>Cladophora radiosa</i> (Suhr) Kützing         | South Africa, Western Cape, Saldanha Bay epilithic in intertidal rock pool (C. Boedeker, Sep 2005, E14, L0793547)                        | E14                             | Leliert et al. (2009a)  | FM205042                    |
| <i>Cladophora ruchingeri</i> (C. Agardh) Kützing | New Zealand, Yncyca Bay, voucher n.i.  | CAW#01                          | Pochon et al. (2015)    | LN679071                    |
| <i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing   | France, Boulogne (Leliaert, 2001)  | F044                            | Leliaert et al. (2007a) | AJ544764                    |
|  | Brasil, Espírito Santo, Anchieta, Praia dos Castelhanos (A.M. Alves & A.A. Santos 09.vi.2013, FSA 14794, HUEFS 217770)                   | A794                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
|  | Brasil, Bahia, Salvador, Praia da Barra, between Cristo and Farol (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 10.ii.2012, FSA 14341, HUEFS 217771) | A341                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora rupestris</i>                    | Brasil, São Paulo, Ubatuba, Praia Dura (A.M. Alves et al., 18.viii.2012, FSA 14792, HUEFS 217772)  | A792                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora sakaii</i> Abbot                   | Japan, Choshi (C. van den Hoek, 1990, CsakCJCsak1)   | F223                            | Leliaert et al. (2009a) | FM205046                    |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>                            | <b>Dados de Coleta</b>  | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|--|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing | France, Roscoff (1984, S84.35/Cser1)  | F518                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503474                           |
| <i>Cladophora sibogae</i> Reinbold         | Tanzania, Zanzibar, Mangapwani (De Clerck & Coppejans, 29.viii.1994, ODC352)  | F061                                   | Leliaert et al. (2003)  | AJ544752                           |
|  | Tanzania, Zanzibar, Msalani (Leliaert & Coppejans, 11.vii.2001, FL910c)   | F430                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503475                           |
| <i>Cladophora socialis</i> Kützing         | Jamaica, Portland, Blue Lagoon (Verbruggen, 22.iii.2003, HV523)   | F173                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503476                           |
|  | South Africa, KwaZulu-Natal, Mabibi (De Clerck, 13.ii.2001, KZN2185)  | F197                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503477                           |
|  | Australia, Rottneest Isl., Cathedral Rocks (1988, CPS7A/Csoc2)  | F225                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503478                           |
| <i>Cladophora</i> sp. 1                    | Virgin Isl., St. Croix (Kooistra, 1988, CPSCr/Csoc1)  | F224                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503480                           |
| * <i>Cladophora</i> sp. 1                  | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição (C.W.N. Moura et al., 14.vii.2007, FSA 14323, HUEFS 136580)         | A323                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| * <i>Cladophora</i> sp. 2                  | Brasil, Bahia, Conde, Praia do Sítio do Conde (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 28.i.2013, FSA 14903, HUEFS 217773)                 | A903                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| * <i>Cladophora</i> sp. 3                  | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão (C.W.N. Moura et al., 09.iii.2012, FSA 14905, HUEFS 217774) | A905                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |
| * <i>Cladophora</i> sp. 4                  | Brasil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14857, HUEFS 219199).                  | A857                                   | Presente estudo         | Submetido ao GenBank               |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>   | <b>Dados de Coleta</b>   | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|---|--|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) C. Hoek                        | Roscoff, France (1983, V83.17 / Cvaga3)  | F519                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503481                           |
|   | Zanzibar, Tanzania (FL 1001)   | F05                                    | Leliaert et al. (2003)  | AJ544760                           |
|   | New Zeland, Hawke's Bay, A033074,  | E62                                    | Pochon et al. (2015)    | LN679068                           |
| <i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C. Agardh) Børgesen | Canary Isl., Tenerife, Punta del Hidalgo (CloPH / Csmem6/CmCITFPdH)                | F296                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503487                           |
| <i>Cladophoropsis sundanensis</i> Reinbold                            | Tanzania, Mtwara area, Mnazi Bay (Coppejans et al., 29.vii.2000, HEC12976)         | F189                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503495                           |
| <i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forsskål) Børgesen                   | Japan, Okinawa (van den Hoek, 1990, D.cavOJ12B / Dcav5)                            | F284                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503501                           |
| <i>Ernodesmis verticillata</i> (Kützinger) Børgesen                   | Canary Isl., Tenerife, El Medano (1988, EvEM / Erno9)                              | F301                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503508                           |
| <i>Microdictyon boergesenii</i> Setchell                              | Cape Verde Isl., San Vicente, B. de Gattas (Pakker, 1991, MbVGa122/Mboerg5)        | F233                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503511                           |
|   | Madeira Isl., Island of Porto Santos (Coppejans & De Clerck, 14.v.2006, HEC15756)  | F527                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503513                           |
| <i>Microdictyon calodictyon</i> (Montagne) Kützinger                  | Madeira Isl., Rais Magos (Coppejans & De Clerck, 11.v.2006, HEC15713)              | F525                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503514                           |
| <i>Microdictyon japonicum</i> Setchell                                | Hawaii (West, Mj1554/M jap 2)  | F235                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503516                           |
| <i>Microdictyon umbilicatum</i> (Velley) Zanardini                    | New Zealand, Urquhart Bay, Whangarei (Nelson & Heesch, UPN 462, 21.viii.2005, G12) | F366                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503517                           |
| <i>Phyllodictyon anastomosans</i> (Harvey) Kraft & M.J. Wynne         | Tanzania, Zanzibar, Chwaka Bay (Leliaert, 17.vii.2001, FL961)                      | F036                                   | Leliaert et al. (2007a) | AJ544725                           |

Tabela 1. Continuação.

| <b>Espécies</b>   | <b>Dados de Coleta</b>                                   | <b>Código usado na topologia de BI</b> | <b>Referências</b>      | <b>Número de acesso ao GenBank</b> |
|---|--|--|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Phyllodictyon orientale</i> (A. Gepp & E.S. Gepp) Kraft & M.J. Wynne | Maldives, Bi Ya Doo Isl. (Coppejans, 8.iv.1986, HEC6173) | F064                                   | Leliaert et al. (2007a) | AJ544738                           |
| <i>Siphonocladus tropicus</i> (P.L. Crouan & H.M. Crouan) J. Agardh     | Dominican Republic (Dargent, s.n.)                       | F101                                   | Leliaert et al. (2007a) | AJ544744                           |
| <i>Struvea elegans</i> Børgesen   | Bahamas (West, SE1572/Sele1)                             | F237                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503526                           |
| <i>Valoniopsis pachynema</i> (G. Martens) Børgesen                      | China, Hainan (Bartsch, 1991, VPP-C018/Vopsis3)          | F244                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503539                           |
| <i>Ventricaria ventricosa</i> (J. Agardh) J.L. Olsen & J.A. West        | Virgin Isl., St Croix (Kooistra, 1988, VV8/Ventr5)       | F243                                   | Leliaert et al. (2007a) | AM503543                           |

Tabela 02. Materiais tipos de espécies de *Cladophora* Kützing examinados para comparação com espécimes referidos para o litoral do Brasil.

| <b>Espécie</b>  | <b>Herbário/ Número do Voucher</b>            |
|---|---|
| <i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing                           | L 0054748<br>L 0054749                        |
| <i>Cladophora catenata</i> Kützing                                | L 0054755                                     |
| <i>Cladophora coelothrix</i> Kützing                              | L 00788898                                    |
| <i>Cladophora uncinata</i> Børgesen                               | C 1377  |
| <i>Cladophora conferta</i> P.Crouan & H.Crouan, in Schramm & Mazé | BM 000937284<br>BM 000515795<br>BM! 000515795 |
| <i>Cladophora dalmatica</i> Kützing                               | L 0054761<br>L 0054766                        |
| <i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing                   | L 0054833<br>L 0054834                        |
| <i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing                | L 0054844<br>L 0054845                        |
| <i>Cladophora montagneana</i> Kützing                             | L 0054757                                     |
| <i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing                        | L 0054854<br>L 0054856                        |
| <i>Cladophora socialis</i> Kützing                                | L 0054902                                     |
| <i>Willella ordinata</i> Børgesen                                 | C 5563<br>C 5571<br>C 5572                    |

## **ANEXOS**

## **Confirmação de Submissão**



## Submission Confirmation

Thank you for your submission

Manuscript ID JPY-15-189-ART

Title DNA taxonomy in species of the genus *Cladophora* (Chlorophyta) from Brazil based on partial LSU rDNA sequences

Authors Alves, Aigara  
do Carmos, Luane  
Gestinari, Lisia  
van den Berg, Cassio  
Moura, Carlos

Date Submitted 17-Sep-2015



Print



Return to Dashboard

**Normas do Journal of Phycology**

# Journal of Phycology

© Phycological Society of America



Edited By: Debashish Bhattacharya, Michael Graham, Arthur Grossman, Jonathan Zehr

Impact Factor: 2.844

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2014: 11/102 (Marine & Freshwater Biology); 43/200 (Plant Sciences)

Online ISSN: 1529-8817

## Author Guidelines

**SUBMISSION OF MANUSCRIPTS** Manuscripts are submitted to the *Journal of Phycology* through the online manuscript submission and review system, 'ScholarOne Manuscripts', a ScholarOne product provided by Wiley-Blackwell. To submit your manuscript, please go to <http://mc.manuscriptcentral.com/jpy>.

The online submission is a step-by-step process for which full instructions are provided, with additional support available online. Authors can track the progress of their manuscripts and will be notified by email when referee and editor comments are available online. The use of ScholarOne Manuscripts facilitates the transfer of manuscripts among associate editors and reviewers, which is designed to speed up the review process.

**EDITORIAL POLICY** The *Journal of Phycology* publishes all aspects of basic and applied research on algae to provide a common medium for the ecologist, physiologist, cell biologist, molecular biologist, evolutionary biologist, morphologist, taxonomist, geneticist, and biochemist, among others. Papers are accepted on the basis of original and meritorious data and ideas, and the potential impact that it would have on the field. Preliminary notes and papers primarily reporting research progress will not be accepted. Manuscripts may be submitted in the form of research articles or research letters. Manuscripts describing new techniques are also welcome; they should include results that illustrate the usefulness and application(s) of the technique. Reviews and minireviews are generally solicited, but interested authors are encouraged to contact the co-editors. Comments may be submitted that describe methods or equipment, that discuss papers previously published in the *Journal*, or that discuss other topics of interest to our readers. Comments and (mini)reviews will be reviewed in a similar way as research papers. Manuscripts submitted must not have been published, accepted for publication, be under consideration elsewhere, or contain substantial data that is published elsewhere. Authors must deposit data, strains or other materials in scientific collections (e.g., culture collections, herbaria, GenBank, etc.) to make it possible to repeat the experiments and perform future research. All molecular sequence data must be deposited in GenBank or other international databases.

All manuscripts must be typed in 12-point font and DOUBLE-SPACED THROUGHOUT, including the literature list, tables, table headings, figure legends, and so forth. Times New Roman font is preferred; do not use a *sans serif* font such as Arial, Helvetica, or Geneva. Each page of the manuscript should be **numbered**, including the title page. It is also suggested that you number the lines of your manuscript to facilitate the review/editing processes. The title should appear in all caps. **Do not justify right margins** or use boldface for headings. Type all headings flush left; italicize subheadings. The Abstract and Results should be written in past tense, except in the case of descriptions of new species. In any manuscript, species specifically referred to in the research must either have authorities listed the first time the species is mentioned (but no authorities in Abstract) or all authorities together in a Table (in main text or as supplementary material). For non-taxonomic papers, species authorities may be found in AlgaeBase <http://www.algaebase.org/> (<http://www.algaebase.org/>). For taxonomic papers, the original source should be consulted for the correct spelling of genera or species and checked against Index Nominum Algarum (<http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html> (<http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html>)). For authorities of genera and species, consult INA and check International Plant Names Index (IPNI <http://www.ipni.org/index.html>)

(<http://www.ipni.org/index.html>) for how authority initials need to be cited if more than one person has the same surname. Do not abbreviate surnames. If an authority is not in IPNI, the authors of the manuscript can write associate editor Paul W. Gabrielson ([drseaweed@hotmail.com](mailto:drseaweed@hotmail.com) ([drseaweed@hotmail.com](mailto:drseaweed@hotmail.com))) with the authority names. He will contact IPNI, get the authorities entered and send that information to the authors for inclusion in their manuscript. New taxa must be established in accordance with the latest International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants.

**COPYRIGHT INFORMATION** If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

**For authors signing the CAF** If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the Copyright Assignment Form (CAF) to sign. The terms and conditions of the CAF can be previewed here: [http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1111/\(ISSN\)1529-8817/asset/homepages/JPY\\_copyright\\_form\\_2012.pdf.jsessionid=302D7B9D03CACD0BFD17A73490B7F557.f02t03?v=1&s=1fb352eb8223fafd6ca8fc8058ae14b3cf3d9073&isAguDoi=false](http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1111/(ISSN)1529-8817/asset/homepages/JPY_copyright_form_2012.pdf.jsessionid=302D7B9D03CACD0BFD17A73490B7F557.f02t03?v=1&s=1fb352eb8223fafd6ca8fc8058ae14b3cf3d9073&isAguDoi=false)

Please do not complete this PDF until you are prompted to login into Author Services as described above.

### **Note to Contributors on Deposit of Accepted Version**

**Funder arrangements** Certain funders, including the NIH, members of the Research Councils UK (RCUK) and Wellcome Trust require deposit of the Accepted Version in a repository after an embargo period. Details of funding arrangements are set out at the following website: <http://www.wiley.com/go/funderstatement> (<http://www.wiley.com/go/funderstatement>). Please contact the Journal production editor if you have additional funding requirements.

**Institutions** Wiley has arrangements with certain academic institutions to permit the deposit of the Accepted Version in the institutional repository after an embargo period. Details of such arrangements are set out at the following website: <http://www.wiley.com/go/funderstatement> (<http://www.wiley.com/go/funderstatement>)

### **For authors choosing OnlineOpen**

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License OAA  
Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA  
Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services [http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp) ([http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs\\_copyright.asp](http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp)) and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html> (<http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>).

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement> (<http://www.wiley.com/go/funderstatement>).

**RESEARCH ARTICLES**—The following sequence should be used.

1. **Title page**—Provide a concise title (in all caps), including class or division (phylum) designation when a genus or species name is included. Do not include taxonomic authors of scientific names in the title. Place a superscripted number one (<sup>1</sup>) after the last word of the title to correspond to a footnote that will indicate the date of submission and acceptance. Use full name (including first name for aid in bibliographic work) of the author(s) and complete address with ZIP or postal code. Each author should be listed separately followed by his/her affiliation. Also indicate the author to contact regarding correspondence by a superscripted number two (<sup>2</sup>); include an e-mail address, phone, and fax number for the corresponding author. Please ensure that the e-mail address is valid, as this will be the address to which article proofs are sent, as well as reader communication after publication of the article. Include a condensed running title of no more than 35 letters and spaces.

2. **Abstract**—This should be a concise (no more than 250 words) summary of the investigation with objectives, results, and conclusions included. Please state the major scientific significance and implications of the conclusions, for the broader audience; during the online manuscript submission process you will also be prompted to specifically state this scientific significance. Include scientific names of key organisms without authorities. New taxa described in the manuscript must be mentioned. Do not repeat information in the title or make reference to the literature. At the end of the Abstract, list 5 to 10 Key index words (arranged alphabetically), which should be followed by a list of

abbreviations. Each abbreviation should be, followed by its meaning written out in full (e.g., GFP, green fluorescent protein). Common abbreviations (e.g., DNA), listed at the end of these instructions, do not need to be included. The Abstract, Key index words, and Abbreviations should be in roman type (not italicized), except for scientific names.

3. **Introduction**—This should contain a brief description of the purpose of the investigation that includes pertinent background literature and hypotheses to be tested. While it should not be a general review, it should provide the information that would allow the work to be appreciated by those who are not experts in the field.

4. **Materials and Methods**—This section should describe, in sufficient detail, the methodologies used to permit the study to be replicated by another scientist. Whenever possible (and appropriate), the authors should include the sources of reagents and software (company name, city, state, country when first referenced), the equipment with manufacturer and model number, strain or clone numbers, and latitudes/longitudes of study sites. Use metric units (*Système International d'Unités*, SI) and SI style (e.g.,  $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

5. **Results**—Only the results of the study should be included. A rationale for undertaking certain aspects of the investigation, methods, techniques, and so forth, must be excluded. Cite each figure and table in the text in order of the presentation (e.g., Fig. 1 before Fig. 2, Table 9 before Table 10). When tables or figures are presented, cite only the significant results in the text. Do not duplicate the presentation of data in both a figure and a table. Tables of specimens studied may be placed in supplementary materials. Photographs should only be included if necessary to illustrate results. Include statistical analyses or other indicators to enable assessment of the variance of replicates of the experiments.

6. **Discussion**—The significant results and their importance to the study and to the discipline in general should be discussed. Reference to illustrative material should be minimal and should be provided only when necessary to emphasize a specific interpretation. Repetition of the Introduction should be minimized. The Results and Discussion may be combined, in which case a Conclusions section might be advantageous, although it this section should be concise.

7. **Acknowledgments**—This section is to be used as necessary to acknowledge an institutional paper number, collection permits, and financial and other assistance.

8. **References**—Citations in the text are in chronological, then alphabetical order (e.g., Scott and Fischer 1992, Mannos et al. 2006, Johnson 2008, Mowbry 2008). References in the bibliography must be arranged alphabetically, with multiple references by the same author(s) arranged chronologically. The author is responsible for verifying the accuracy of unpublished citations. Double-space all references and check them against the originals for accuracy. Type references flush left (i.e., without hanging indents) with an extra space between citations; they will be formatted properly by the publisher. Journal titles should be abbreviated following the BIOSIS SERIAL SOURCES, which is published each December and is available in most libraries (or go to [http://images.webofknowledge.com/WOK46/help/WOS/B\\_abrvjt.html](http://images.webofknowledge.com/WOK46/help/WOS/B_abrvjt.html) ([http://images.webofknowledge.com/WOK46/help/WOS/B\\_abrvjt.html](http://images.webofknowledge.com/WOK46/help/WOS/B_abrvjt.html))). If in doubt about any journal abbreviation, include the full title. The style to be used for references is as follows:

Journal articles:

Harrison, W. G. 1973. Nitrate reductase activity during a dinoflagellate bloom. *Limnol. Oceanogr.* 18:457–65.

Mann, H., Mann, S. & Fyfe, W. S. 1987. Aragonite crystals in *Spirogyra* sp. (Chlorophyta). *J. Phycol.* 23:506–9.

Contribution to a book:

Droop, M. R. 1974. Heterotrophy of carbon. In Stewart, W. D. P. & Pierce, C. E. [Eds.] *Algal Physiology and Biochemistry*. Blackwell, Oxford, UK, pp. 530–59.

Book:

Smith, G. M. 1950. *The Fresh-Water Algae of the United States*. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, 719 pp.

Thesis:

Sanderson, B. L. 1998. Factors regulating water clarity in northern Wisconsin lakes. Ph.D. dissertation, University of Wisconsin, Madison, 227 pp.

Online sources/software:

Verbruggen, H. 2008. TreeGradients. Available at: <http://www.phycoweb.net> (<http://www.phycoweb.net>) (last accessed 12 October 2008).

Swofford, D. L. 2003. *PAUP\*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods), Version 4*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

References associated with the supplementary materials should be included with the specific supplementary material to which it refers (e.g. in the legend that goes with a Supplementary Figure) and not in the text of the manuscript.

9. **Tables**—Tables should be created using the Table function in Word (rather than using tabs). Each table must be on its own page, numbered with Arabic numerals (e.g., Table 2) and given a descriptive title placed at the top of the table. The title and table contents must be double-spaced and in 12-point font. Footnotes should be kept to a minimum, and indicated in the table by superscripted letters (<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup>) rather than symbols or numbers. As vertical lines cannot be typeset, a table that uses vertical lines will be considered a figure. Complex tables will be typeset at the author's expense, unless they are submitted as a camera-ready figure that can be treated as a line drawing.

10. **Figures**—For final submission of a manuscript, the artwork must be in digital format. Each figure, in its final size, must be a separate TIFF, PDF, or EPS file with a resolution of 300 dpi or higher. Combination images, or images that contain both vector and bitmap graphics, should be supplied at higher resolution to prevent image quality loss in the bitmap graphics, such as in the symbol keys. The recommended figure resolution for combination images is 600 dpi at final size. Images must be provided as either one column (3¼" or 8.2 cm) or two column (6¾" or 17.5 cm) width and no more than 8 inches (18–20 cm) in height.

A note on resampling: If your image size is less than 300 dpi at final size, you must re-create the figure. You cannot increase the resolution of a lower resolution figure by simply resaving it at 300 dpi—this will not result in a higher-quality image, and the resultant image may be pixilated or grainy. More details on submitting artwork can be found on the Web site at: [http://authorservices.wiley.com/prep\\_illust.asp](http://authorservices.wiley.com/prep_illust.asp) ([http://authorservices.wiley.com/prep\\_illust.asp](http://authorservices.wiley.com/prep_illust.asp)).

All terms, abbreviations, and symbols should correspond to those used in the text of the paper. It is preferable to include a symbol key directly on the line drawings. Each component (panels) of a composite figure should be labeled with letters and not with numbers (e.g., a, b, c, not 1, 2, 3).

a. *Drawings, graphs*—The labels placed on line drawings must be large enough to be read easily after reduction; many line drawings are reduced to one-column width. Use the reducing function on a photocopy machine to check that the labeling is of sufficient size. The outer line on bars or boxes should be adequately sized for reduction (at least 1-point font). All species names should be italicized within the figure and for drawings, a scale indicator (e.g., line representing specific distance) should be used to allow determination of the size and magnification of the object. Do not use two shades of grays in histograms. Line art will be reproduced from electronic files. Axis labels should be of uniform font and size and should not be bolded. Use an initial capital letter for the first work of each label (e.g., Relative carbon content). If units are included in the label, use the SI style (e.g.,  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Numerals should include a comma in the thousands place (e.g., 1,200).

b. *Photographs*—Individual photographs used to generate a plate should be of equal contrast to help produce a high quality composite print. Each photograph must contain a scale measure, be squared accurately, and be separated from other photographs in the plate by thin white lines. Scale length may be indicated directly above the scale or in the legend.

c. *Color*—The charge for color in print is \$700 per figure. Authors who do not have funding for color may apply to the managing editor for a waiver, which will only be granted should there be a scientific need for color, as established during peer review.

d. *Legends*—Figure legends must be *typed double-spaced in paragraph form* and placed together on a separate sheet that is included after the Tables and prior to the Figures. Do not repeat details that are already in the text, but provide enough information to make easy to comprehend the meaning of the meaning of the figure. See recent issues of the Journal for format.

11. **Supplementary Tables and Figures**—Wiley-Blackwell will host online approved supplementary material submitted by the authors. Supplementary material must be important, ancillary information that is relevant to the parent article but which does not or cannot appear in the printed edition of the journal. More information about guidelines for supplementary material can be found at the Web site: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppmat.asp> (<http://authorservices.wiley.com/bauthor/%20suppmat.asp>). Supplementary materials should be submitted as files separate from the main manuscript document, with each supplement in a separate file. Tables, figures, or data appendices should be numbered S1, S2, etc. (i.e., Table S1, S2, etc.; Figure S1, S2, etc.; Appendix S1, S2, etc.). For supplementary figures, the figure and its legend should be placed on the same page. The editorial office may suggest that additional figures or tables be moved to supplementary materials (e.g., list of specimens analyzed). A reference that pertain only to supplementary materials should not be cited in the main manuscript; this citation should be part of the supplementary file to which it refers.

**RESEARCH LETTERS**—The Research Letter provides a platform for rapid publication of high impact work. Manuscripts submitted under the Research Letter format must be concise, written for a broad readership, and will be subjected to strict scrutiny by a review panel. Research letters should be less than 1500 words, include a short Abstract (no more than 150 words), followed by a Methods paragraph and then move directly into Results and Discussion with no formal headings. Research Letters must have full references and may include two non-text items (i.e., tables and or figures). All other tables, figures, or methods should be provided in supplementary materials. The review panel will decide whether to consider submitted Research Letters for peer-review within 3 business days, and if granted, the peer-review process will be completed no more than fourteen days after receipt of the submission. If the submittal is

rejected by the review panel, then the work may be resubmitted to Journal of Phycology as a standard manuscript. Less than 20% of submitted Research Letters will be sent to peer-review. It is critical that authors pay special attention to the Scientific Contribution entry field during the submittal process.

**RESEARCH NOTES, COMMENTS, REVIEWS AND MINI-REVIEWS** —Research notes should occupy one to three printed pages and use the same general format as research articles, except for the headings, which must be removed (with the exception of the Abstract). Comments occupy one to three printed pages and are in commentary style; use only one set of headings (i.e., no subheadings). Minireviews occupy three to eight printed pages and are in commentary style; use only one set of headings (i.e., no subheadings) and include a brief abstract. Reviews occupy up to 20 printed pages and can include several levels of headings. *Note: estimate three typed pages of text for every printed journal page.*

**COVER SUBMISSIONS** High quality photographs that pertain to submitted manuscript will be considered for use on the cover. Submit the image file(s), at a resolution of at least 300 dpi, either TIFF or EPS format, with the final copy of the manuscript--preferably scalable to a 12.7 x 17.8 (5 7 inch) format. Include a brief legend for the inside front cover (sent as a separate Word document).

**REVIEW OF MANUSCRIPTS AND SUBMISSION OF REVISED MANUSCRIPTS** Every article that is submitted to the Journal is reviewed by the co-editor and an associate editor for scientific merit and potential impact on the field, plus conformity to the editorial policy and to the style of the Journal. Papers meeting these requirements are then anonymously peer-reviewed by at least two referees, which will often include an associate editor, the corresponding co-editor, or a member of the editorial board; papers that do not meet these requirements will be rejected-without-review. The decision regarding acceptance or rejection of a manuscript is the responsibility of the associate editor and co-editor, with the co-editor assuming final responsibility. The associate editor will usually correspond with the designated author during the review process. It is the corresponding author's responsibility to communicate to the other authors any changes made to the manuscript in revision and to ensure that all authors are aware of the contents of the paper. A manuscript that has been rejected may be resubmitted in six months only if the author(s) are able to present new data that address the concerns of the reviewers. Manuscripts returned to authors for revision following review must be resubmitted within three months of the date the revision was requested. Most manuscripts are published within four months of acceptance. Please go to ScholarOne Manuscripts (<http://mc.manuscriptcentral.com/jpy>) for instructions on submitting your revised paper online (only papers that were originally submitted online may be submitted online as revised manuscripts).

**AUTHOR SERVICES** Online production tracking is now available for all articles through Wiley-Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article, once it has been accepted, through the production process to online and print publications. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/default.asp> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission, and more.

**ONLINE OPEN** Wiley-Blackwell provides an option called OnlineOpen. OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their published article available to non-subscribers, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library; it can also be deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see [http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen\\_Terms](http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms). Any authors wishing to send their manuscripts to OnlineOpen will be required to complete the payment form available here: [https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen\\_order.asp](https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp)

Prior to acceptance there is no requirement to inform the Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen. All OnlineOpen articles are treated identically to other articles.

*Please see the "Copyright Information" section above for instructions on submitting the correct copyright form for your OnlineOpen article.*

**PROOFS AND OFFPRINTS** Instructions for electronically downloading page proofs will be sent to the corresponding author directly by Wiley-Blackwell, along with supporting documents, including instructions for reviewing the proofs, a page and color charge form, and information about ordering hard copy offprints. Please note: If you wish to order hardcopy offprints, you must place an order before the article has gone to press. Hardcopy offprints are only available for purchase before publication of an article. The page proof corrections must be returned to the editorial office within 48 hours, excluding weekends and holidays, and the page charge form should be returned to the publisher (as indicated on the form). **Corresponding authors are responsible for alerting all co-authors when proofs are dispatched.**

**PDF OFFPRINTS** Free access to the final PDF offprint of your article will be available via Wiley-Blackwell's Author Services. Please register to access the PDF offprint of your article and enjoy the many other benefits that the service offers. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> to register.

terms of use—Authors who receive a postpublication PDF offprint from the Psychological Society of America may distribute the file for personal or professional use; however, the file may not be posted to the author's Web site for uncontrolled downloading until six months after the time of publication. Offprints shall include the complete citation information.

**PAGE CHARGES** To help defray publishing costs, the Journal assesses page charges for each manuscript, except solicited reviews. Payment of page charges is not a condition for the acceptance of a manuscript for publication. Papers in which a PSA member is the first author or corresponding author are exempt from black-and-white page charges. Visit the PSA Web site at <http://www.psaalgae.org> (<http://www.psaalgae.org>) for membership information. Nonmember author(s) will be assessed page charges for each paper accepted for publication. Rates (2012) are \$50 per printed page for black-and-white pages, and \$700 per color page.

**ACCEPTED ARTICLES** 'Accepted Articles' have been accepted for publication and undergone full peer review but have not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process. Accepted Articles are published online a few days after final acceptance, appear in PDF format only, are given a Digital Object Identifier (DOI), which allows them to be cited and tracked. A completed copyright form is required before a manuscript can be processed as an Accepted Article.

**EARLYVIEW** The *Journal of Phycology* benefits from Wiley-Blackwell's EarlyView service. EarlyView articles are complete, full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. EarlyView articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised, and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of EarlyView articles means that they do not yet have volume, issue, or page numbers, so EarlyView articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article. Manuscripts in an issue will be published at <http://www3.interscience.wiley.com/journal/118502413/home> (<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118502413/home>). Abstracts are accessible online to the public; individual members and subscribing libraries can view the full contents of the Journal through a password system. See subscription information at <http://www.jphycol.org/join.asp> (<http://www.jphycol.org/join.asp>) for details.

**COPYRIGHT PERMISSION** Please contact the editor for permission to reproduce any portion of an article that has been published in the Journal. Copyright is held by the Psychological Society of America.

#### ABBREVIATIONS TO BE USED WITHOUT FULL SPELLING:

|                           |   |
|---------------------------|---|
| ADP                       | adenosine 5'-diphosphate  |
| AFDM                      | ash-free dry mass   |
| ATP                       | adenosine 5'-triphosphate   |
| B.P.                      | before present  |
| b.p.                      | boiling point   |
| BSA                       | bovine serum albumin  |
| cAMP or cyclic AMP        | adenosine 3',5'-cyclic monophosphate                                  |
| cDNA                      | complementary deoxyribonucleic acid                                   |
| chl                       | chlorophyll   |
| DMSO                      | dimethyl sulfoxide  |
| DNA                       | deoxyribonucleic acid   |
| DNase                     | deoxyribonuclease   |
| EDTA                      | ethylenediaminetetraacetic acid                                       |
| EGTA                      | ethylene glycol-bis(2-aminoethyl ether)<br>N,N,N',N'-tetraacetic acid |
| ELISA                     | enzyme-linked immunosorbent assay                                     |
| EM                        | electron microscopy   |
| FAD (FADH <sub>2</sub> )  | flavin adenine dinucleotide (reduced form)                            |
| GTP                       | guanosine triphosphate  |
| HAB                       | harmful algal bloom   |
| HPLC                      | high-performance liquid chromatography                                |
| LM                        | light microscopy  |
| LSU                       | large subunit   |
| mRNA                      | messenger ribonucleic acid  |
| MTOC                      | microtubule-organizing center   |
| NAD <sup>+</sup> (NADH)   | nicotinamide adenine dinucleotide (reduced form)                      |
| NADP <sup>+</sup> (NADPH) | nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (reduced form)            |
| NMR                       | nuclear magnetic resonance  |
| Pi                        | inorganic phosphate   |
| PBS                       | phosphate-buffered saline   |
| PAGE                      | polyacrylamide gel electrophoresis                                    |
| PAR                       | photosynthetically active radiation                                   |
| PCR                       | polymerase chain reaction   |
| PSI                       | photosystem I   |

|         |  |
|---------|--|
| PSII    | photosystem II                                 |
| rDNA    | ribosomal deoxyribonucleic acid                |
| RFLP    | restriction fragment length polymorphism       |
| RIA     | radioimmunoassay                               |
| RNA     | ribonucleic acid                               |
| RNase   | ribonuclease                                   |
| rRNA    | ribosomal ribonucleic acid                     |
| RUBISCO | ribulose-1,5 biphosphate carboxylase oxygenase |
| SCUBA   | self-contained underwater breathing apparatus  |
| SDS     | sodium dodecyl sulfate                         |
| SEM     | scanning electron microscopy                   |
| SSU     | small subunit                                  |
| TEM     | transmission electron microscopy               |
| TLC     | thin-layer chromatography                      |
| Tris    | tris(hydroxymethyl)aminomethane                |
| tRNA    | transfer ribonucleic acid                      |
| UV      | ultraviolet                                    |

The journal to which you are submitting your manuscript employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to this journal you accept that your manuscript will be screened against previously published works.

## **Resultados**

***Cladophora codii* sp nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em estudo morfológico e análises filogenéticas moleculares**

**Submetido ao Phytotaxa**

*Cladophora codii* sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em estudo morfológico e análises filogenéticas moleculares<sup>1</sup>

AIGARA MIRANDA ALVES<sup>2\*</sup>, LÍLIA MÔNICA DE SOUZA GESTINARI<sup>3</sup>, CÁSSIO VAN DEN BERG<sup>2</sup> & CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado da primeira autora.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana. Av. Transnordestina, s.n., Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brazil.

<sup>3</sup> Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, 27965-045, Macaé, Rio de Janeiro, Brazil.

\*E-mail: aigarama@yahoo.com.br (autor para correspondência)

## ABSTRACT

*Cladophora codii* sp. nov. is described from the Western Atlantic Ocean based on morphological and molecular evidences. *Cladophora codii* presents thallus with acropetal organization, sparse branching pseudodi- trichotomous to unilateral, attached to the substrate by non-septate branched rhizoids, originated from basal cell, with intercalary rhizoids from basal poles along the thallus. Molecular analyses based on LSU rDNA revealed the systematic position of *C. codii* in the clade of species traditionally placed in the section *Longi-articulatae*, closely related to *Cladophora ohkuboana*, *C. radiosa* and *C. sakaii* with a subclade formed by *C. feredayi* and specimens of *C. herpestica* as a sister group. Although *Cladophora codii* differs as to the general morphology of the thallus of the species *C. ohkuboana*, *C. radiosa* and *C. sakaii*, its positioning in this group is justified since, on occasion, rhizoids are formed in the proximal pole of the suprabasal cell of *C. sakaii*. With the systematic position of *Cladophora codii* in this section a third type of thallus, an intermediate form between the plesiomorphic (acropetal with basal fixation by a single point) and the apomorphic (irregularly with basal rhizoids and intercalary rhizoids) state is added.

**Keywords:** marine green algae, molecular phylogeny, morphology; South Atlantic, Systematics, taxonomy.

## Introdução

O gênero *Cladophora* Kützinger (1843:262) é um dos mais comuns gêneros de algas verdes (Leliaert & Boedeker 2007), com ampla distribuição, desde as regiões tropicais, subtropicais, temperadas à Ártica, ocorrendo principalmente em ambiente marinho, embora estenda a ambientes estuarinos, salobros e dulcícolas (van den Hoek 1963, 1982). O gênero é caracterizado por apresentar talo de arquitetura simples, formado por filamento unisseriado, ramificado, com células multinucleadas. Devido à falta de caracteres estáveis e à grande plasticidade morfológica do talo, muitos problemas taxonômicos ao nível específico são gerados, o que torna o gênero um grupo heterogêneo de espécies de difícil identificação (van den Hoek 1963, 1982, Bakker *et al.* 1995a,b, Parodi & Cáceres 1991, Breeman *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, 2007a, Gestinari *et al.* 2005, 2010, Hayakawa *et al.* 2012).

Estudos filogenéticos baseados em dados moleculares mostraram que *Cladophora* é polifilético com representantes em três diferentes clados: Cladophorales, Siphonocladales e Aegagropila (Bakker *et al.* 1994, Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, Yoshii *et al.* 2004). Nas duas últimas décadas o gênero *Cladophora* tem sido relativamente muito bem estudado com base em análises filogenéticas moleculares, como nos trabalhos de proposição e identificação taxonômica de espécies novas (Leliaert *et al.* 2009a, Boedeker & Immers 2009, Boedeker & Hansen 2010, Bast *et al.* 2014, Pochon *et al.* 2015), de novos gêneros e família (Leliaert *et al.* 2009b, Boedeker *et al.* 2012), de relações filogenéticas intergenéricas (Hanyuda *et al.* 2002, Yoshii *et al.* 2004, Leliaert *et al.* 2007a,b, 2011, 2012, Proschold & Leliaert 2007, Ichihara *et al.* 2013) e intraespecíficas (Breeman *et al.* 2002, Gestinari *et al.* 2009, Hayakawa *et al.* 2012, Thimdao *et al.* 2012). A maioria destes trabalhos foi feita com base em dados de LSU rDNA, seguido de SSU rDNA e de ITS rDNA. No entanto, espécimes de áreas tropicais ainda são subamostrados, e a inclusão destes poderá auxiliar na delimitação e inferências das relações filogenéticas entre as espécies de *Cladophora*.

Para o litoral do Brasil, até o momento, o único estudo de sistemática molecular do gênero *Cladophora* é o de Gestinari *et al.* (2009), que verificaram as relações filogenéticas baseadas em sequências de SSU rDNA entre espécimes de *Cladophora vagabunda* (Linnaeus) C. Hoek (1963:144) coletados ao longo da costa do Brasil e outras espécies de *Cladophora*, de *Rhizoclonium* Kützinger (1843:261), de *Chaetomorpha* Kützinger (1845:203) e de *Cladophoropsis* Børgesen (1905:288) disponíveis no GenBank. As amostras de C.

*vagabunda* ocorreram em um dos dois grupos formados, em dois subclados, um composto por *C. vagabunda* do Brasil, *C. albida* (Ness) Kützinger (1843:267) e *C. sericea* (Hudson) Kützinger (1843:264) da França e o outro com os demais espécimes de *C. vagabunda* do Brasil e *C. vagabunda* do Japão e da França. Segundo as autoras a inclusão de sequências de amostras do Brasil em análises filogenéticas reforça a necessidade de uma revisão utilizando abordagens moleculares para o gênero *Cladophora*.

Levantamento florístico recente de *Cladophora* do litoral brasileiro (Alves *et al.* dados não publicados) revelou a presença de uma nova espécie de *Cladophora* no litoral da Bahia. Neste estudo, são elucidadas a posição taxonômica e as relações evolutivas desta nova espécie filogeneticamente distinta, utilizando análises morfológicas e moleculares.

## Material e Métodos

**Amostras e morfologia:**—O Estado da Bahia, situado entre as coordenadas 08°20'07" – 18°20'07" S e 30°20'37" – 46°36'59" W, possui o litoral mais extenso do Brasil, com 1.103 km e apresenta uma grande diversidade de ambientes costeiros, como praias arenosas, recifes de coral, formações de arenito, costões rochosos e manguezais (Nunes & Guimarães 2008).

Espécimes de *Cladophora* sp. foram coletados durante expedições realizadas ao longo do litoral da Bahia. Os espécimes foram coletados em ambiente marinho, na região entremarés, e posteriormente acondicionados em sacos plásticos com álcool a 70%, mantidos sob refrigeração, e com formol a 4%. As triagens adicionais e análises morfológicas foram realizadas no Laboratório de Ficologia (LAFICO/UEFS).

As características morfológicas e anatômicas dos espécimes foram analisadas usando microscópios estereoscópico e óptico equipados com ocular micrométrica e câmera digital. A identificação morfológica foi realizada através de comparação com os trabalhos de van den Hoek (1963, 1982), van den Hek & Womersley (1984), van den Hoek & Chihara (2000), Leliaert & Coppejans (2003), Leliaert & Boedeker (2007), Gustinari *et al.* (2010), entre outros. As mensurações do comprimento e diâmetro das células apicais, dos ramos terminais e do eixo principal e da espessura da parede apical foram feitas, quando possível, entre 5–10 por espécime, respectivamente, resultando nos valores mínimos, médios (entre parêntesis) e máximos. A razão entre os valores mínimos, médios e máximos do comprimento/diâmetro também foi calculada.

A natureza química das inclusões cristalinas foi determinada de acordo com Yasue (1969) e Leliaert & Coppejans (2004).

**Obtenção de dados moleculares:**—A extração de DNA foi realizada no Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL/UEFS) através do método CTAB (Doyle & Doyle 1987), excluindo a incubação final com RNase. Após a extração, o DNA total foi submetido à eletroforese em gel de agarose a 1% (Sambrook *et al.* 1989) para averiguação da qualidade e quantidade de DNA extraído. Os primers C1FL e D2FI (Leliaert *et al.* 2007a) foram utilizados para amplificação e sequenciamento do LSU rDNA parcial (ca. 730 nucleotídeos). Os produtos de PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose a 1% e em seguida purificados com polietileno glicol (PEG 11%) e etanol, e posteriormente quantificados por espectrofotometria (Nanodrop Lite Spectrophotometer, Thermo Scientific). O programa das reações de amplificações consistiu de um ciclo de desnaturação inicial a 94°C por 3 min, 35 ciclos de desnaturação a 94°C por 30 s, anelamento a 55°C por 30 s, extensão a 72°C por 30 s e um ciclo de extensão final a 72°C por 3 min; já o programa de sequenciamento consistiu de um ciclo inicial a 96°C por 3 min, 32 ciclos a 96°C por 10 s, 50°C por 15 s e 60°C por 4 min. O sequenciamento foi feito com o kit Big Dye Terminator 3.1 (Applied Biosystems), seguido de corrida no sequenciador ABI 3130XL (Applied Biosystems) seguindo o protocolo padrão do fabricante.

**Preparação da matriz:**—Os eletroferogramas foram editados e unidos usando o Geneious v8.1 (Biomatters Limited, versão de teste, <http://www.geneious.com/>) e a sequência consenso gerada foi alinhada com o software BioEdit v5.0.9 (Hall 1999) e inspecionada manualmente. A sequência gerada foi comparada usando o algoritmo BlastN do GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) para verificar a possibilidade de contaminação. Além da sequência de *Cladophora* sp. obtida neste estudo, outras sequências de *Cladophora* geradas para o litoral do Brasil e outras baixadas do Genbank, dentre as quais uma de *Cladophora horii* (van den Hoek & Chihara (2000:67) [= *Pseudocladophora horii* (C. Hoek & M. Chihara) C.Boedeker & Leliaert in C. Boedeker *et al.* (2012:820)], como grupo externo, foram incluídas no alinhamento constituindo a matriz para as análises filogenéticas, totalizando 44 terminais (Tabela 1).

**Reconstrução Filogenética:**—A análise baseada em modelos foi realizada com Inferência Bayesiana (Larget & Simon 1999, Lewis 2001) usando o MrBayes 3.2.5. (Ronquist *et al.* 2012). O modelo evolutivo utilizado para as análises filogenéticas foi GTR + Gamma + Inv foi obtido através dos programas Modeltest 3.06 (Posada & Crandall

1998) usando o Akaike Information Criterion (AIC). O MrBayes foi executado com duas corridas, cada uma com quatro cadeias de MCMC (três quentes e uma fria) por 20 milhões de gerações, com amostragem de uma árvore a cada 1000 gerações. O desvio padrão entre as duas corridas <0.01 foi atingido após 1,5 milhões de cadeias, portanto as primeiras 1500 árvores de cada corrida foram descartadas como *burn-in*. As 18500 mil árvores restantes foram usadas para estimar a topologia e a probabilidade posterior de cada clado usando consenso de maioria, bem como todos os parâmetros. Após o sumário dos parâmetros, todos tiveram ESS (Estimated Sample Size) superior a 1000. Em todas as análises os gaps foram considerados como dados faltantes. A sequência gerada neste trabalho foi submetida ao GenBank (número de acesso, Tabela 1).

## Resultados

### *Cladophora codii* A.M. Alves, L.M.S. Gestinari et C.W.N. Moura *sp. nov.* (Figs. 1–9)

**Tipo:**—BRASIL. Bahia: Ilha de Itaparica, Município de Vera Cruz, Praia da Conceição, 13°01'41.0''S, 38°38'50.8''W, 14 Julho 2007, C.W.N. Moura *et al. s.n.* (holótipo HUEFS 136580!). Número no banco de dado de DNA do LAMOL/UEFS (FSA 14323). Sequência parcial de LSU rDNA submetida ao GenBank (número de acesso, Tab. 1).

**Isótipos:**—RFA, SPF, SP.

**Diagnose:**—Talo com organização acrópeta, ramificação esparsa, pseudoditricotômica a unilateral, fixo ao substrato por rizoides ramificados, não septados originados da célula basal, rizoides intercalares formados no polo basal das células ao longo do talo.

**Etimologia:**—O epíteto específico refere-se à frequente ocorrência da espécie com *Codium intertextum* Collins & Hervey (1915:2018).

**Descrição:**—Talo verde escuro, formando tufos densos, rígidos, até 3,5 cm de alt. (Figs. 1, 2), fixo ao substrato por rizoides ramificados, não septados, originados da célula basal (Fig. 3) e por rizoides intercalares unicelulares, descendentes, paralelos ao eixo principal, originados da base das células ao longo do talo (Figs. 4–6). Talo com organização acrópeta, ramificação esparsa, pseudoditricotômica a unilateral (Figs. 7–8). Células apicais e dos filamentos terminais com ápice obtuso. Células apicais retas a curvadas com 410–(1200)–2315 µm de compr. x 97,5–(127)–192 µm de diâm. [C/D 4,3–(8,5)–12,7]; células dos filamentos terminais 925–(1680)–3210 µm de compr. x 115–(165)–197 µm diâm. [C/D 7,8–(11)–17]; células do eixo principal clavadas com 1410–

(1888)–2515 µm de compr. x 137–(162)–211 µm diâm. [C/D 10,3–12,3]; células basais com 787–(2535)–7220 µm de compr. x 95–(137,5)–200 µm diâm. [C/D 8,2–(18)–37]. Parede celular espessa, 12,5–42,5 µm de espessura na região mediano-basal e 2,5–25 µm de espessura na região apical. Inclusões cristalinas proteicas, em forma de tetraedros, visíveis no protoplasto (Fig. 9). Talos férteis não observados.

**Habitat:**—Crescendo nas bordas de recifes voltadas para a zona de arrebentação, formando densos tapetes rígidos e eretos entre as frestas e comumente encontrada crescendo nos espaços entre um talo e outro de *C. intertextum*, associada à *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh (1823:400), *Boodlea composita* (Harvey) Brand (1904:187–190), *Caulerpa fastigiata* Montagne (1837:353–354), *Gelidiella acerosa* (Forsskål) J. Feldmann & G. Hamel (1934:533), *Jania adhaerens* J.V. Lamouroux (1816:270), *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W. Nam (2007:54) e *Phyllocladion anastomosans* (Harvey) Kraft & M.J. Wynne (1996:137). Teve como epífita *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh (1883:15).

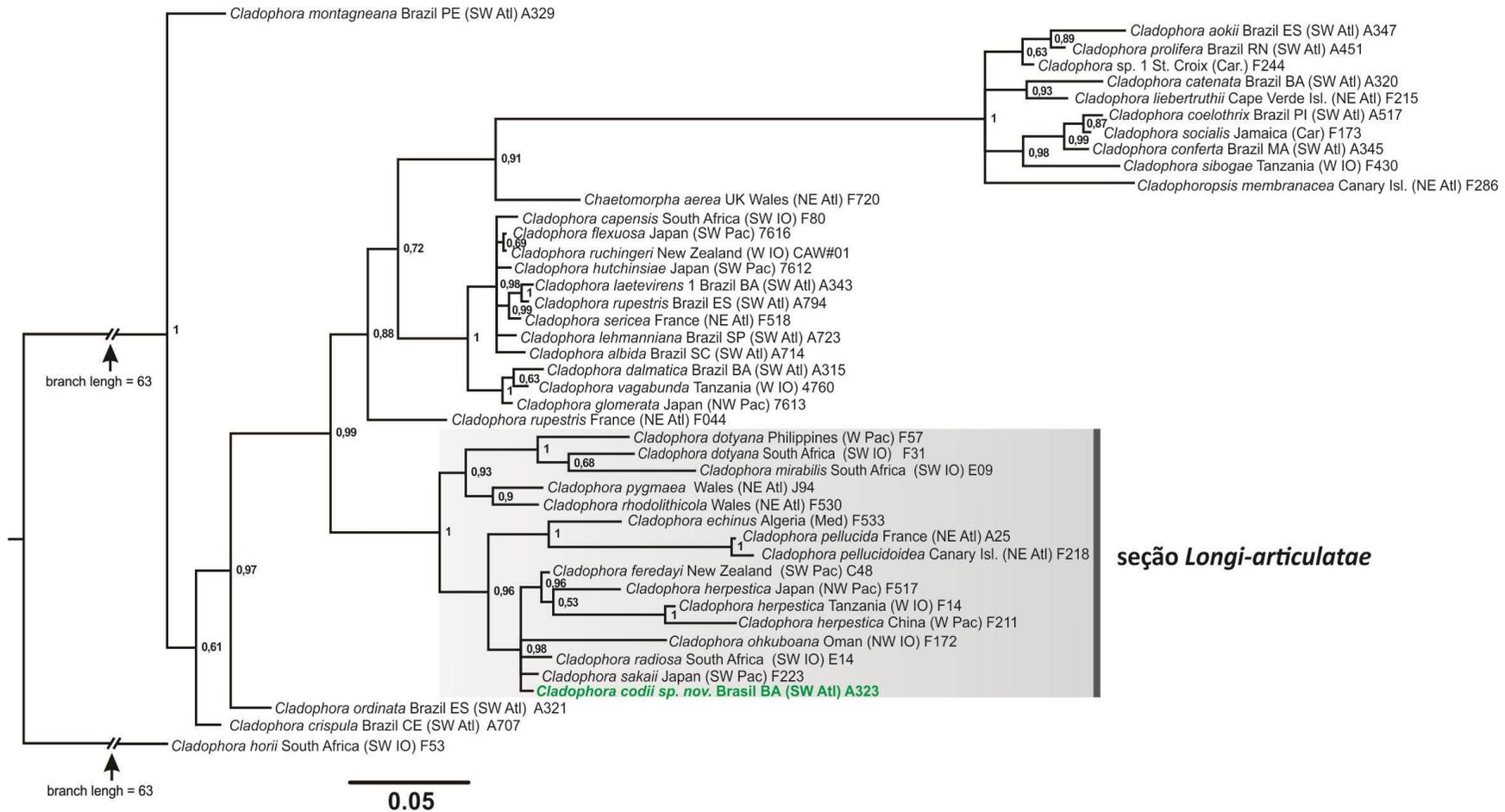
**Material Adicional Analisado:**—BRASIL. Bahia: Camaçari, Praia de Arembepe, 12°47'01.93''S, 38°11'13.09''W, 17 fev. 2007, A.M. Alves, C.S. Santana s.n. (HUEFS136576). Vera Cruz, Ilha de Itaparica, Praia da Penha, 12°59'16.7''S, 38°37'21.3''W, 16 out. 2001, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS136577), Praia da Coroa, 13°01'41.0''S, 38°38'50.8''W, 07 out. 1994, C.W.N. Moura s.n. (HUEFS136578), Praia da Barra do Pote 13°01'00.6''S, 38°38'44.3W'', 17 set. 2008, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217721), Praia da Conceição 13°01'41.0''S, 38°38'50.8''W, 18 mar. 2007, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS136579), 27 set. 2007, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS136581), 07 maio 2007, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS136582), 15 out. 2008, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217722), 02 ago. 2012, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217723), 02 ago. 2012, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217723), 02 ago. 2012, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217723), 09 Mar. 2012, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217724), Praia da Barra Grande, 13°02'27.8''S, 38°40'36.8''W, 07 maio 2008, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS217725). Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 13°35'S, 38°54'W, 03 July 2007, C.W.N. Moura et al. s.n. (HUEFS136583).



**Figuras 1–9.** *Cladophora codii* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura. HUEFS 136580, holótipo. **1.** Hábito do talo em campo, crescendo em associação com *Codium intertextum* Collins & Herv., barra da escala 2 cm **2.** Aspecto geral do talo formando tufo, barra da escala 2 mm. **3.** Célula basal com rizóide ramificado basal, barra da escala 300  $\mu\text{m}$ . **4–5.** Ramos com rizóides intercalares descendentes, barra da escala 200  $\mu\text{m}$  e 400  $\mu\text{m}$ , respectivamente. **6.** Detalhe da ramificação da região basal-mediana, mostrando células com rizóides descendentes (seta), barra da escala 1 mm. **7–8.** Detalhe da ramificação pseudodicotômica, barra da escala 400  $\mu\text{m}$ , em ambas. **9.** Cristais proteicos tetraédricos visíveis na célula, barra da escala 25  $\mu\text{m}$  (setas).

**Relacionamentos filogenéticos do novo taxa:**—Na árvore filogenética obtida neste estudo (Fig. 10) duas linhagens principais foram reveladas, uma linhagem com taxa incluídos em diversas seções morfológicas, com três subclados principais, e a outra com uma amostra de *Cladophora montagneana* Kützing (1849:415) do Brasil. *Cladophora codii* ocorreu em um subclado da primeira linhagem, fortemente sustentado (1.00), com espécies de *Cladophora* tradicionalmente posicionadas na seção *Longi-articulatae* Hamel (1924:170), fortemente relacionada (0.98) às espécies *Cladophora sakaii* I.A. Abbott (1972:259), *C. radiosa* (Suhr) De Toni (1889:354) e à *C. ohkuboana* E.M. Holmes (1896:249), e ao clado de *C. feredayi* Harvey (1858:pl XLVII) + espécimes de *C. herpestica* (Montagne) Kützing (1849:415).

Embora *Cladophora codii* difira quanto à morfologia geral do talo das espécies *C. ohkuboana*, *C. radiosa* e *C. sakaii* (Tab. 2), o seu posicionamento neste grupo é justificado visto que, ocasionalmente, são formados rizoides no polo proximal das células suprabasais de *C. sakaii*.



**Figura 10.** Topologia da análise Bayesiana para os 44 taxa baseada no conjunto de dados de LSU rDNA. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. A sequência de *Cladophora codii* sp. nov. produzida neste estudo está em negrito no clado *Longi-articulatae*. Outros dados provenientes do GenBank.

**Tabela 2.** Comparação morfológica entre *Cladophora codii* A.M. Alves, L.M.S. Gestinari & C.W.N. Moura, *C. ohkuboana* E.M. Holmes, *C. radiosa* (Suhr) Kützing e *C. sakaii* Abbott.

| Espécies              | <i>Cladophora codii</i>   | <i>Cladophora ohkuboana</i>   | <i>Cladophora radiosa</i>  | <i>Cladophora sakaii</i>  |
|-----------------------|---|---|----------------------------|---|
| Talo                  | Ereto a levemente curvado 3.5 cm alt., tufos densos   | Ereto a levemente unilateral curvado 15–30 cm alt., solitário   | Tufos rígidos, 2-3 cm alt. | Ereto, iridescente sob a água 2–15 (–30) cm alt., tufos densos  |
| Fixação               | Fixo por rizoides basais, não ramificados, não septados e por rizoides intercalares originados no polo proximal das células | Estipe fixo por rizoides ramificados originados da célula basal   | –                          | Estipe fixo por rizoides ramificados da célula basal, ocasionalmente formando rizoides no polo proximal de células suprabasais  |
| Padrão de Organização | Acrópeto, com crescimento apical, com posterior alongamento e alargamento das células                                       | Acrópeto, com células da parte basal (eixo principal e laterais) com internós dividindo em duas células | –                          | Acrópeto em plantas em fase vegetativa, internós da parte superior do talo dividindo em 2–4 células e células da parte inferior por paredes intercalares; basípeto em plantas em fase reprodutiva |

Tabela 2. Continuação.

| Espécies                  | <i>Cladophora codii</i>  | <i>Cladophora ohkuboana</i>                                 | <i>Cladophora radiosa</i>  | <i>Cladophora sakaii</i>   |
|---------------------------|--|---|--|--|
| Padrão de Ramificação     | Pseudodi-<br>esparso, unilateral com 1-2<br>(raramente 3) ramos por nó     | tricotômico, Pseudodi-<br>1-2 (raramente 3) ramos por<br>nó | tricotômico com Subfastigiado  | Densamente ramificado na<br>parte superior do talo, de<br>segunda a quarta ordem,<br>com 1-3 (raramente 4)<br>ramos por nó |
| Células Apicais           | 97,5-127 (-190) µm diâm.,<br>c/d 4,3-12,7, cilíndrica com<br>ápice afilado | 470-710 µm diâm., c/d 4-9,<br>cilíndrica com ápice afilado  | células 12-16 vezes o diâm.<br>da parte inferior do talo,<br>células mediano-apicais<br>infladas | (50-) 60-150 µm diâm., c/d<br>5-16, cilíndrica com ápice<br>afilado  |
| Células dos últimos ramos | 115-165 (-197) µm c/d 7,8-<br>17   | 470-1070 µm diâm., c/d 3-<br>12                             | -  | (50-) 60-185 µm diâm., c/d<br>3-14   |
| Células do eixo principal | 137-162 (-211) µm diam.,<br>c/d 10.3-12.3                                  | 620-1080 µm diâm., c/d<br>2.5-12 (-25 próximo da<br>base)   | -  | -  |
| Célula Basal              | 92-137,5 (-200) µm diam.,<br>c/d 8,5-37                                    | 1000-1420 µm diâm., c/d<br>17-31                            | -  | 170-250 (-300) µm diâm.,<br>c/d 10-35  |

(-): dado ausente.

**Tabela 2.** Continuação.

| <b>Espécies</b>       | <i>Cladophora codii</i>   | <i>Cladophora ohkuboana</i>  | <i>Cladophora radiosa</i> | <i>Cladophora sakaii</i>  |
|-----------------------|---|--|---------------------------|---|
| Parede celular        | 2,5–25 µm parte jovem a 12,5–42,5 µm de espessura nos filamentos basais | 15–30 µm parte jovem, até 60 µm, em células velhas da célula basal ca 170–350 µm espessura | –                         | 2–4 µm na parte jovem, a 10–15 µm espessura em células velhas do eixo principal e da base |
| Inclusões cristalinas | Proteica tetraédrica  | Cúbica   | –                         | Tetraédrica nas células basais  |
| Referência            | Este estudo   | van den Hoek & Chihara (2000)  | Kützing (1849)            | van den Hoek & Chihara (2000)   |

(–): dado ausente.

## Discussão

Atualmente são reconhecidas 23 morfoespécies para o litoral do Brasil (Alves & Moura 2015). Morfológicamente, *Cladophora codii* não corresponde a nenhuma dessas espécies de *Cladophora* previamente descritas para o Brasil e a nenhuma descrita nos trabalhos de taxonomia de *Cladophora* no mundo.

Os cristais proteicos tetraédricos observados nos espécimes de *C. codii* são similares aos registrados por van den Hoek & Chihara (2000) que relataram inclusões tetraédricas para *C. sakaii*, àqueles registrados por Leliaert & Coppejans (2004) para *Cladophora herpestica* (como *Cladophoropsis herpestica*), em estudo desenvolvido com inclusões cristalinas em células de Cladophorophyceae, os quais identificaram oito tipos pertencente à três composições químicas: oxalato de cálcio, carbonato de cálcio e proteico, sendo o tipo 8 de natureza incerta, possivelmente de sílica, e partiram do pressuposto de que a diversidade dos tipos de cristais pudesse ter valor sistemático, alguns se apresentaram como gênero ou espécie específicos, enquanto outros ocorreram em grupos distantemente relacionados.

No entanto, além de Leliaert & Coppejans (2004) muitos autores têm sugerido que cristais proteicos podem ter função de armazenamento (Jónsson 1962, Wetherbee *et al.* 1984, Pueschel 1992, 1994), o que foi confirmado por Pueschel & Korb (2001), os quais demonstraram que bandas proteicas estavam presentes em talos com fornecimento de nitrogênio, mas ausentes em talos privados de nitrogênio.

Estudos filogenéticos moleculares têm demonstrado a insustentabilidade das seções morfológicas de van den Hoek (1963, 1982) e van den Hoek & Chihara (2000) uma vez que espécies de diversas seções têm se posicionado juntas em diversos clados (Bakker *et al.* 1994, Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, 2007a, 2009a, Ichihara *et al.* 2013, Pochon *et al.* 2015).

Entretanto na filogenia de Leliaert *et al.* (2009a) para a proposição de *Cladophora rhodolithicola* F. Leliaert in Leliaert *et al.* (2009:44) foi demonstrado o monofiletismo da seção *Longi-articulatae* com a inclusão de *C. echinus* (Biasoletto) Kützing (1849:414), *C. herpestica*, *C. pygmaea* Reinke (1888:241) e *C. rhodolithicola* o que não era esperado do ponto de vista morfológico, uma vez que essa seção é caracterizada por apresentar espécies com talo rígido, com organização acrópeta, fixo por um único ponto originado do polo proximal de uma célula basal conspícua, enquanto essas três espécies apresentam organização do talo irregular, crescimento por células apicais e intercalares, fixo ao

substrato por rizoides originados de células basal e por rizoides intercalares, esta última característica ausente em *C. pygmaea*. No entanto para estes autores, com a inclusão destas espécies, dois tipos de organização de talos são identificados nesse clado e de acordo com a reconstrução de estado ancestral, provavelmente o ancestral de *Longi-articulatae* tinha um talo com organização acrópeta com célula basal conspícua, sem rizoides intercalares, sendo este estado plesiomórfico em *Longi-articulatae* e que a organização irregular com formação de rizoides intercalares parece ter se derivado várias vezes independentemente.

Com a inclusão de *Cladophora codii* acrescenta-se ainda, nessa seção, um terceiro tipo de talo com organização acrópeta e rizoides descendentes intercalares ao longo do mesmo, uma forma intermediária, entre o estado plesiomórfico e o apomórfico.

### Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pela Fundação Bahia Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB; PRONEX/ FAPESB, PNX0014/ 2009) e, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; BrBOL 564945/ 2010-2). A.M. Alves agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado. Os autores agradecem à Dra. Valeria Cassano e à Dra. Mariana Cabral de Oliveira pelo auxílio nas análises moleculares realizadas no Laboratório de Algas Marinhas (LAM/ USP).

### Referências

- Abbott, I.A. (1972) Taxonomic and nomenclatural notes on North Pacific marine algae. *Phycologia* 11: 259–265.
- Agardh, C.A. (1823) *Species algarum rite cognitae, cum synonymis, differentiis specificis et descriptionibus succinctis*. Volumen primum pars posterior. pp. [vii–viii], [399]–531. Lundae [Lund]: ex officina Berlingiana.
- Agardh, J.G. (1883) Till algernes systematik. Nya bidrag. (Tredje afdelningen.). *Lunds Universitets Års-Skrift, Afdelningen for Matematik och Naturvetenskap* 19(2): 1–177
- Alves, A.M. & Moura, C.W.N. (2015) *Cladophora* in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB99124> (Último acesso em 26 Junho 2015).

- Bakker, F.T., Olsen, J.L., Stam, W.T. & Hoek, C. van den. (1994) The *Cladophora* complex (Chlorophyta): new views based on the 18S rRNA gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 3(4): 365–382.
- Bakker, F.T., Olsen, J.L. & Stam, W.T. (1995a) Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. *European Journal of Phycology* 30: 197–298.
- Bakker, F.T., Olsen, J.L., & Stam, W.T. (1995b) Evolution of nuclear rDNA ITS sequences in the *Cladophora albida/sericea* clade (Chlorophyta). *Journal of Molecular Evolution* 40: 640–651.
- Bast, F., John, A.A. & Bhushan, S. (2014) *Cladophora goensis* sp. nov. (Cladophorales, Ulvophyceae) – a bloom forming marine algae from Goa, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 1–7.
- Boedeker, C. & Immers, A. (2009) No more lake balls (*Aegagropila linnaei* Kützing, Cladophorophyceae, Chlorophyta) in The Netherlands? *Aquatic Ecology* 43: 891–902.
- Boedeker, C & Hansen, G.I. (2010) Nuclear rDNA sequences of *Wittrockiella amphibia* (Collins) comb. nov. (Cladophorales, Chlorophyta) and morphological characterization of the mat-like growth form. *Botanica Marina* 53: 351–356.
- Boedeker, C., O’Kelly, C.J., Star, W. & Leliaert, F. (2012) Molecular Phylogeny and Taxonomy of the *Aegagropila* clade (Cladophorales, Ulvophyceae), including the description of *Aegagropilopsis* gen. nov. and *Pseudocladophora* gen. nov. *Journal of Phycology* 48: 808–25.
- Børgesen, F. (1905) Contributions à la connaissance du genre *Siphonocladus* Schmitz. *Oversight Over Det Kgl Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar* 3: 259–291
- Brand, F. (1904) Über die Anheftung der Cladophoraceen und über verschiedene polynesische Formen dieser Familie. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt* 18(Abt. 1): 165–193, Plates V, VI.
- Breeman, A.M., Oh, Y.S., Hwang, M.S. & van den Hoek, C. (2002) Evolution of temperature responses in the *Cladophora vagabunda* complex and the *C. albida/sericea* complex (Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 37(1): 45–58.

- Collins, F.S. & Hervey, A.B. (1917) The algae of Bermuda. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 53: 1–195.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. (1987) A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochemical Bulletin* 19: 11–15.
- Feldmann, J. & Hamel, G. (1934) Observations sur quelques Gélidiacées. *Revue Générale de Botanique* 46: 528–549.
- Gestinari, L.M.S., Oliveira, M.C., Milstein, D., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pereira, S.M.B. (2009) Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil base on SSU rDNA sequences. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 531–538.
- Gestinari, L.M.S., Pereira, S.M.B. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2010) Distribution of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14: 22–42.
- Gestinari, L.M.S., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pereira, S.M.B. (2005) Influência da concentração de nutrientes e da aeração da água no desenvolvimento de *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek (Chlorophyta, Cladophorales). In: *Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia*. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 10: 275–88.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2015) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at: <http://www.algaebase.org> (Último acesso em 06 setembro 2015).
- Hall, T.A. (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98.
- Hamel, G. (1924) Quelques *Cladophora* des côtes françaises — *Revue Algologique* 1: 168–174, 293–297, 458–461.
- Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y. & Ueda, K. (2002) Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *Journal of Phycology* 38: 564–571.
- Harvey, W.H. (1858) *Phycologia Australica*: or, a history of Australian seaweeds; comprising coloured figures and descriptions of the more characteristic marine algae of New South Wales, Victoria, Tasmania, South Australia, and Western

- Australia, and a synopsis of all known Australian algae. vol. 1. pp. [i]-xi + v-viii [Index], Plates I–LX (with text). London: Lovell Reeve & Co.
- Hayakawa, Y., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K. & Kamiya, M. (2012). Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. *Phycological Research* 60: 86–97.
- Holmes, E.M. (1896) New marine algae from Japan. *Journal of the Linnean Society of London, Botany* 31: 248–260.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (Eds.) (1990) *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. 8. Edition. New York. x, 693 pp.
- Ichihara, K., Shimada, S. & Miyaji, K. (2013) Systematics of *Rhizoclonium*-like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses. *Phycologia* 52(5): 398–410.
- Jónsson, S. 1962. Recherches sur des Cladophoracées marines: structure, reproduction, cycles comparés, conséquences systématiques. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique* 12: 25–263.
- Kraft, G.T. & Wynne, M.J. (1996) Delineation of the genera *Struvea* Sonder and *Phyllocladon* J.E. Gray (Cladophorales, Chlorophyta). *Phycological Research* 44: 129–143.
- Kützing, F.T. (1843) *Phycologia generalis* oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. pp. [part 1]: [i]-xxxii, [1]–142, [part 2:] 143–458, 1, err.], pls 1–80. Leipzig: F.A. Brockhaus.
- Kützing, 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.
- Kützing, F.T. (1849) *Species algarum*. pp. [i]-vi, [1]–922. Lipsiae [Leipzig]: F.A. Brockhaus.
- Larget, B. & D. Simon. (1999) Markov chain Monte Carlo algorithms for the Bayesian analysis of phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution* 16: 750–759.
- Lamouroux, J.V.F. (1816) *Histoire des polypiers coralligènes flexibles*, vulgairement nommés zoophytes. pp. [i]-lxxxiv, chart, [1]–560, [560, err], pls I–XIX, uncol. by author. Caen: De l'imprimerie de F. Poisson.

- Leliaert, F. & Boedeker, C. (2007) Cladophorales. In: Brodie, J., Maggs, C.A. & John, D. (Eds.). *Green seaweeds of Britain and Ireland*. The British Phycological Society. pp. 131–183.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. (2003) The marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia* 76: 45–82.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. (2004) Crystalline cell inclusions: a new diagnostic character in the Cladophorophyceae (Chlorophyta). *Phycologia* 43(2): 189–203.
- Leliaert, F., Rosseau, F., De Reviere, B. & Coppejans, E. (2003) Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene sequences: is the recognition of separate order Siphonocladales justified? *European Journal of Phycology* 38: 233–46.
- Leliaert, F., De Clerck, O., Verbruggen, H., Boedeker, C. & Coppejans, E. (2007a) Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta: Cladophorophyceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 1237–1256.
- Leliaert, F., Huisman, J.M. & Coppejans, E. (2007b) Phylogenetic position of *Boodlea vanbosseae* (Siphonocladales, Chlorophyta). *Cryptogamie Algologie* 28: 337–351.
- Leliaert, F., Boedeker, C., Peña, V., Bunker, F., Verbruggen, H. & De Clerck, O. (2009a) *Cladophora rhodolithicola* sp. nov. (Cladophorales, Chlorophyta), a diminutive species from European maerl beds. *European Journal of Phycology* 44(2): 155–169
- Leliaert, F., Rueness, J., Boedeker, C., Maggs, C.A., Cocquyt, E., Verbruggen, H. & De Clerck, O. (2009b) Systematics of the marine microfilamentous green algae *Uronema curvatum* and *Urospora microscopica* (Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 44(4): 487–496.
- Leliaert, F., Payo, D.A., Calumpong, H.P. & De Clerck, O. (2011) *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical Waters. *Phycologia* 50(4): 384–391.
- Leliaert, F., Smith, D.R., Moreau, H., Herron, M.D., Verbruggen, H. & Delwiche, C.F. & De Clerck, O. (2012) Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *Critical Reviews in Plant Sciences* 31: 1–46.
- Lewis, P.O. (2001) Phylogenetic systematics turns over a new leaf. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 30–37.
- Montagne, C. (1837) Centurie de plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Seconde série* 8: 345–370.

- Nam, K.W. (2007) Validation of the generic name *Palisada* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Algae (The Korean Journal of Phycology)* 22(2): 53–55.
- Nunes, J.M.C. & S.M.P.B. Guimarães. (2008) Novas referências de rodofíceas marinhas bentônicas para o litoral brasileiro. *Biota Neotropica* 8: 89–100.
- Parodi, E.R. & Cáceres, E.J. (1991) Variation in number of apical ramifications and vegetative cell length in freshwater population of *Cladophora vagabunda* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 27: 628–33.
- Pochon, X., Atalah, J., Wood, S.A., Hopkins, G.A., Watts, A. & Boedeker, C. (2015) *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. *Aquatic Invasions* 10(2): 123–133.
- Posada, D. & Crandall, K.A. (1998) Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14: 817–818.
- Pueschel, C.M. (1992) An ultrastructural survey of the diversity of crystalline, proteinaceous inclusions in red algal cells. *Phycologia* 31: 489–499.
- Pueschel, C.M. (1994) Protein crystals in *Haplogloia kuckuckii* (Chordariales, Phaeophyceae): another mechanism for nitrogen storage in brown algae? *Phycologia* 33: 91–96.
- Pueschel, C.M. & Korb, R.E. (2001) Storage of nitrogen in the form of protein bodies in the kelp *Laminaria solidungula*. *Marine Ecology Progress Series* 218: 107–114.
- Reinke, J. (1888) Einige neue braune und grüne algen der Kieler Bucht. *Berichte der deutsche botanischen Gesellschaft* 6: 240–241.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Ohnas, S. H., Larget, B., Liu, L., Suchards, M. A. & Huelsenbeck, J. P. (2012) MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice across a Large Model Space. *Systematic Biology* 61: 1–4.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. & Maniatis, T. (1989) *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2nd ed. 3 vol. Cold Spring Harbour Laboratories press, New York.
- Thiamdao, S., Boo, G.H., Boo, S.M. & Peerapornpisal, Y. (2012) Diversity of Edible *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) in Northern and Northeastern Thailand, Based on Morphology and Nuclear Ribosomal DNA Sequences. *Chiang Mai Journal of Science* 39(2): 300–10.
- van den Hoek, C. 1963. *Revision of the European species of Cladophora*. Brill E.J., Leiden.

- van den Hoek, C. (1982) A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Afd. Natuurkunde, Tweede Reeks* 78: 1–236.
- van den Hoek, C. & Chihara, M. (2000) A taxonomic revision of the marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) along the coasts of Japan and the Russian Far-east. National Science Museum (Tokyo). *Monographs* 19:1–242.
- van den Hoek, C. & Womersley, H.B.S. (1984) Genus *Cladophora*. In Womersley, H. B. S. (Ed.). *The marine benthic flora of southern Australia*. Part I., Government Printer, South Australia, Adelaide. pp. 185–213.
- Wetherbee, R., Janda, D.M. & Bretherton, G.A. (1984) The structure, composition and distribution of proteinaceous crystalloids in vegetative cells of the red alga *Wrangelia plumosa*. *Protoplasma* 119: 135–140.
- Yasue, T. (1969) Histochemical identification of calcium oxalate. *Acta Histochemica et Cytochemica* 2: 83–95.
- Yoshii, Y., Hanyuda, T., Wakana, I., Miyajii, K., Arai, S., Ueda, K. & Inouye, I. (2004) Carotenoid compositions of *Cladophora* balls (*Aegagropila linnaei*) and some members of the Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta): their taxonomic and evolutionary implication. *Journal of Phycology* 40: 1170–77.

**Tabela 1.** Materiais usados nas análises filogenéticas de *Cladophora codii* A.M. Alves, L.M.S. Gustinari & C.W.N. Moura, incluindo nome das espécies, informações de coleta, código usado na topologia de Inferência Bayesina (BI), referências e número de acesso ao GenBank. \* - sequências parciais do gene LSU obtidas neste estudo.

| Espécies                                       | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências                    | Número de acesso ao GenBank |
|--|--|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing    | Reino Unido, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal (-4 m), on maërl ( <i>F. Bunker</i> , 6 June 2007, Bunker5/F720, GENT)  | F720                            | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205026                    |
| <i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing        | Brasil, Santa Catarina, Florianópolis, Praia do Matadeiro, 27°45'6,9''S, 48°29'57,8''W, 15 Fev. 2014, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14714)                                | A714                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora aokii</i> Yamada               | Brasil, Espírito Santo, Guarapari, costão rochoso entre as praias de Peracanga e Guaibura, 20°43'43,5''S, 40°31'37''W, 08 Jun. 2013, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14347) | A347                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora capensis</i> (C. Agardh) De Toni | África do Sul, Península do Cabo (HEC 10900)   | F80                             | Leliaert <i>et al.</i> (2003)  | AJ544763                    |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies                                 | Dados de Coleta   | Código usado na topologia de BI | Referências     | Número de acesso ao GenBank |
|--|---|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| * <i>Cladophora catenata</i> Kützinger   | Brasil, Bahia, Salvador, Praia de Itapuã, 12°57'27.50''S, 38°21'30.87''W, 05 Mai. 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas s.n. (FSA 14320)                  | A320                            | Presente estudo | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora coelothrix</i> Kützinger | Brasil, Piauí, Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 2°54'22,3''S, 41°34'34,7''W, 22 Jul. 2013, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14517)                    | A517                            | Presente estudo | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora conferta</i> Børgesen    | Brasil, Maranhão, São José do Ribamar, Praia de Araçagi, 2°27'52,2''S, 44°12'12,5''W, 21 Jul. 2013, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14345)             | A345                            | Presente estudo | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora crispula</i> Vickers     | Brasil, Ceará, Caucaia, Praia do Pacheco, 3°41'14''S, 38°38'23,3''W, 24 Jul. 2013, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14707)                              | A707                            | Presente estudo | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora dalmatica</i> Kützinger  | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 13°03'29.0''S, 38°42'25.9''W, 20 Mar. 2011, C.W.N. Moura et al. s.n. (FSA 14315) | A315                            | Presente estudo | Submetido ao GenBank        |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies   | Dados de Coleta   | Código usado na topologia de BI | Referências                    | Número de acesso ao GenBank |
|--|---|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora dotyana</i> Gilbert                | Filipinas, Bulusan (HEC 12336)  | F57                             | Leliaert <i>et al.</i> (2003)  | AJ544755                    |
|  | África do Sul, KwaZulu-Natal (KZN 2003)   | F31                             | Leliaert <i>et al.</i> (2003)  | AJ544756                    |
| <i>Cladophora echinus</i> (Biasol.) Kützing      | Algeria ( <i>R. Delepine</i> , summer 1960, nº 60/55, UTEXLB148/F533)   | F533                            | Leliaert <i>et al.</i> (2009)a | FM205029                    |
| <i>Cladophora feredayi</i> Harvey                | Nova Zelândia, Kaikoura: Oaru stream, subtidal (-0.5 m, on rock with coralline crusts (C. Boedeker. Nov 2002. C48, L 0793564) | C48                             | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205030                    |
| <i>Cladophora flexuosa</i> (O.F. Müller) Kützing | Japão   | 7616                            | Ichihata <i>et al.</i> (2013)  | AB807616                    |
| <i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing   | Japão   | 7613                            | Ichihata <i>et al.</i> (2013)  | AB807613                    |
| <i>Cladophora herpestica</i> (Montagne) Kützing  | Tanzânia, Zanzibar, como <i>Cladophoropsis herpestica</i> (FL 909)  | F14                             | Leliaert <i>et al.</i> (2003)  | AJ544751                    |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies  | Dados de Coleta   | Código usado na topologia de BI | Referências                    | Número de acesso ao GenBank |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora herpestica</i>                                    | Japão, Shimoda (C. Hoek, 1990, Cloz20b3SJ / Cherp3)   | F517                            | Leliaert <i>et al.</i> (2007a) | AM503460                    |
|   | China, Hainan (I. Bartsch, 1990, ClozC007/Cherp1 F211)  | F211                            | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205031                    |
| <i>Cladophora horii</i> C. Hoek & M. Chihara                    | África do Sul, KwaZulu-Natal (HEC 10983)  | F53                             | Leliaert <i>et al.</i> (2003)  | AJ544728                    |
| <i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Harvey                  | Japão   | 7612                            | Ichihata <i>e al.</i> (2013)   | AB807612                    |
| * <i>Cladophora laetevirens</i> 1 (do Brasil) (Dillwyn) Kützing | Brasil, Bahia, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fev. 2013, A.M. Alves <i>et al. s.n.</i> (FSA 14343)                | A343                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |
| * <i>Cladophora laetevirens</i> 2 (do Brasil)                   | Brasil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande, 29°20'24"S, 49°43'22,6"W, 11 Fev. 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (FSA 14499) | A499                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies   | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências             | Número de acesso ao GenBank |
|--|--|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| * <i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing | Brasil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras, 23°43'55.63"S, 45°23'55.31"W, 19 Ago. 2012, A.M. Alves et al. s.n. (FSA 14723)           | A723                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora liebethuthii</i> Grunow                | Ilha de Cabo Verde, San-Vicente (Pakker, 1991, ClieVGa116/Clieb3)  | F215                            | Leliaert et al. (2007a) | AM503463                    |
| <i>Cladophora mirabilis</i> (C. Agardh) Rabenhorst   | África do Sul, Cape Town, Hout Bay, drift (C. Boedeker, Sep 2005. E09, L0793561)   | E09                             | Leliaert et al. (2009a) | FM205034                    |
| * <i>Cladophora montagneana</i>                      | Brasil, Pernambuco, Recife, Praia de Boa Viagem, 8°7'15,37"S, 34°53'41.11"W, 24 Abr. 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas s.n. (FSA 14329)    | A329                            | Presente estudo         | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora ohkuboana</i> E.M. Holmes              | Oman, Dhofar, Mirbat, Hoon's Bay (T. Schils et al. 25 Sep 2003, DHO151/F172 GENT)  | F172                            | Leliaert et al. (2009a) | FM205035                    |
| <i>Cladophora ordinata</i> (Børgesen) C. Hoek        | Brasil, Espírito Santo, Serra, Jacaréipe, Curva da Baleia, 20°10'14,1"S, 40°11'08,6"W, 10 Jun. 2013, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14321) | A321                            | Presente estudo         | Submitted to GenBank        |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies                                     | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências                    | Número de acesso ao GenBank |
|--|--|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützing | França, Brittany, La Conquet, intertidal rockpool (C. Boedeker, Jun 2004, A25, L0793562)   | A25                             | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205037                    |
| <i>Cladophora pellucidoidea</i> C. Hoek      | Ilhas Canarias, Tenerife (coll. unknown, 1988. Cpot/Cpeloid3/F218)   | F218                            | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205038                    |
| * <i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing | Brasil, Rio Grande do Norte, Nísia Floresta, Praia de Búzios Praia, 6° 0' 18.22"S, 35° 6' 32.08"W<br>23 Ago. 2013, A.M. Alves & A.A. Santos s.n. (FSA 14451) | A451                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora pygmaea</i> Reinke             | Reino Unido, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal, on pebbes (C. Maggs summer 2006, J94, L0793569)  | J94                             | Leliert <i>et al.</i> (2009a)  | FM205040                    |
| <i>Cladophora radiosa</i> (Suhr) Kützing     | África do Sul, Western Cape, Saldanha Bay epilithic in intertidal rock pool (C. Boedeker, Sep. 2005, E14, L0793547)  | E14                             | Leliert <i>et al.</i> (2009a)  | FM205042                    |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies   | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências                    | Número de acesso ao GenBank |
|--|--|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora rhodolithicola</i> F. Leliaert     | Reino Unido, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, on maerl (F. Bunker, June 2006, FL 1036, F530, GENT)   | F530                            | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205043                    |
| <i>Cladophora ruchingeri</i> (C. Agardh) Kützing | Nova Zelândia, Yncyca Bay, voucher n.i.  | CAW#01                          | Pochon <i>et al.</i> (2015)    | LN679071                    |
| <i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing   | França, Boulogne (Leliaert, 2001)  | F044                            | Leliaert <i>et al.</i> (2007a) | AJ544764                    |
| * <i>Cladophora rupestris</i>                    | Brasil, Espírito Santo, Anchieta, Praia dos Castelhanos Praia, 20°50'2,1''S, 40°37'23,1''W, 09 Jun. 2013, A.M. Alves, A.A. Santos s.n. (FSA 14794) | A794                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora sakaii</i> Abbot                   | Japão, Choshi (C. van den Hoek, 1990, CsakCJCsak1)   | F223                            | Leliaert <i>et al.</i> (2009a) | FM205046                    |
| <i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing       | França, Roscoff (1984, S84.35/Cser1)   | F518                            | Leliaert <i>et al.</i> (2007a) | AM503474                    |

Tabela 1. Continuação.

| Espécies  | Dados de Coleta  | Código usado na topologia de BI | Referências                    | Número de acesso ao GenBank |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <i>Cladophora sibogae</i> Reinbold                                    | Tanzânia, Zanzibar, Msalani ( <i>Leliaert &amp; Coppejans</i> , 11 July 2001, FL910c)  | F430                            | <i>Leliaert et al.</i> (2007a) | AM503475                    |
| <i>Cladophora socialis</i> Kützing                                    | Jamaica, Portland, Blue Lagoon ( <i>Verbruggen</i> , 22 Mar. 2003, HV523)  | F173                            | <i>Leliaert et al.</i> (2007a) | AM503476                    |
| <i>Cladophora</i> sp. 1   | Caribe, St Croix ( <i>Kooistra</i> , 1988, CPSCr/Csoc1)  | F224                            | <i>Leliaert et al.</i> (2007a) | AM503480                    |
| * <i>Cladophora codii</i> A.M. Alves, L.M.S. Gestinari & C.W.N. Moura | Brasil, Bahia, Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição Praia, 13°01'41.0''S, 38°38'50.8''W, 14 Jul. 2007, <i>C.W.N. Moura et al. s.n.</i> (FSA 14323) | A323                            | Presente estudo                | Submetido ao GenBank        |
| <i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) C. Hoek                        | Tanzânia, Zanzibar   | F05                             | <i>Leliaert et al.</i> (2003)  | AJ544760                    |
| <i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C. Agardh) Børgesen | Ilhas Canárias, Tenerife, Punta del Hidalgo (CloPH/Csmem6/CmCITFPdH)   | F296                            | <i>Leliaert et al.</i> (2007a) | AM503487                    |

## **ANEXOS**

## **Confirmação de Submissão**

---

**Assunto:** [PT] Submission Acknowledgement

---

**De:** Zhi-Qiang Zhang (zhangz@landcareresearch.co.nz)

---

**Para:** aigarama@gmail.com;

---

**Data:** Quarta-feira, 16 de Setembro de 2015 14:39

---

Mrs. Aigara Miranda Alves:

Thank you for submitting the manuscript, "Cladophora codii sp. nov. (Chlorophyta) from Brazil based on morphological and molecular phylogenetic analyses" to Phytotaxa. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <http://biotaxa.org/Phytotaxa/author/submission/14827>

Username: amalves

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Kind regards

Zhi-Qiang Zhang

Phytotaxa

Phytotaxa editorial/production team

Managing Editor, Prof. Dr. Zhi-Qiang Zhang

[www.mapress.com/phytotaxa](http://www.mapress.com/phytotaxa)

Phytotaxa is the World's largest journal in systematic botany  
[biotaxa.org/Phytotaxa](http://biotaxa.org/Phytotaxa)

## **Normas do Phytotaxa**

*Phytotaxa* is a peer-reviewed, international journal for rapid publication of high quality papers on any aspect of systematic and taxonomic botany, with a preference for large taxonomic works such as monographs, floras, revisions and evolutionary studies and descriptions of new taxa. *Phytotaxa* covers all groups covered by the International Code for Botanical Nomenclature, ICBN (fungi, lichens, algae, diatoms, mosses, liverworts, hornworts, and vascular plants), both living and fossil. *Phytotaxa* was founded in 2009 as botanical sister journal to *Zootaxa*. It has a large editorial board, who are running this journal on a voluntary basis, and it is published by Magnolia Press (Auckland, New Zealand). It is also indexed by SCIE, JCR and Biosis.

All types of taxonomic, floristic and phytogeographic papers are considered, including theoretical papers and methodology, systematics and phylogeny, monographs, revisions and reviews, catalogues, biographies and bibliographies, history of botanical explorations, identification guides, floras, analyses of characters, phylogenetic studies and phytogeography, descriptions of taxa, typification and nomenclatural papers. Monographs and other long manuscripts (of 60 printed pages or more) can be published as books, which will receive an ISBN number as well as being part of the *Phytotaxa* series.

Checklists and vegetation surveys are only included when the data provided in the checklist or survey are analysed and discussed. Data in checklists should be interpreted to make the study relevant for the international botanical community. Range extensions of single species are generally not considered for publication, although exceptions may be possible. Please contact the chief editor before submitting such articles.

Open Access publishing is strongly encouraged for authors who have funding to do so. For those without grants/funds, accepted manuscripts will be published, but access will be secured for subscribers only. All manuscripts will be subjected to peer review by two or more anonymous reviewers before acceptance. *Phytotaxa* aims to publish each paper within two months after the acceptance by the editors. To make this possible, authors are advised to follow the following guidelines carefully and to consult the most recent issues of *Phytotaxa*. Therefore, when preparing your manuscript, please follow this guide carefully. During our first years, its format has varied somewhat, but we are now aiming for more uniformity.

All open access papers are licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 Unported License.

The most recent version of the ICBN should be applied (until 2011, this is the Vienna Code, 2006, after which the Melbourne Code will take precedence). Author(s) of taxon names (from the rank of genus or below) must be provided when the scientific name of any plant species is first mentioned with the year of publication. These are cited as a full reference and should be included in the reference list.

## **Type of Manuscripts**

Based on their length, three categories of papers are considered:

### **1) Research article**

Research articles are significant papers of four or more printed pages reporting original research. Papers between 4 and 59 printed pages are published in multi-paper issues of ca. 60 pages. Monographs (60 or more pages) are individually issued and bound and will receive ISBN numbers as well as being part of the *Phytotaxa* series.

*Phytotaxa* encourages large comprehensive taxonomic works. There is no upper limit on the length of manuscripts, although authors are advised to break monographs of over 1000 pages into multi-volume contributions simply because books over 1000 pages are difficult to bind and too heavy to carry.

Short papers on species of economic, environmental or phylogenetic importance may be accepted at the discretion of editors, who will generally encourage and advise authors to add value to the paper by providing more information (e.g. key to species of the genus, biological information, ecology, etc.). Papers of 4 or 5 pages accepted for publication may be shortened for publication in the Correspondence section.

## 2) Correspondence

Manuscripts of one to four pages are welcome. We can publish these fairly rapidly because they are useful to fill blank pages in multi-paper issues. *Phytotaxa* publishes the following six types of correspondence:

- 1. Opinions and views on current issues of interests to systematic botanists.
- 2. Commentaries on or additions/corrections to papers previously published in *Phytotaxa* or elsewhere.
- 3. Obituaries of botanists.
- 4. Taxonomic/nomenclatural notes.
- 5. Book reviews meant to introduce readers to new or noteworthy taxonomic works (interested authors/publishers are advised to contact the editor before submitting books for review; editors then prepare the book review or invite colleagues to write the review; unsolicited reviews are not usually published).
- 6. Short papers converted from manuscripts submitted as research articles but too short to qualify as such.

These short contributions should generally have no more than 20 references (exceptions may be considered), and the total length should not exceed four printed pages. Neither an abstract nor a list of key words is needed; major headings (Introduction, Material and Methods, etc.) should not be used, except for new taxon headings and References. A typical correspondence should consist of (1) a short and concise title, (2) author name, affiliation, address and e-mail address, (3) a series of paragraphs being the main text, and (4) a list of references (if any). The first or last paragraph may be a short summary.

Commentaries on published papers are intended for scholarly exchange of different views or interpretations of published data and should not contain personal attack; note that authors of the papers concerned may be invited to reply to comments on their papers.

## 3) Monographs, floras and other articles of more than 60 printed pages

Appear in book-form with their own ISBN number. They may be different from the standard formatting when the author provides reasonable arguments for doing so. Please consult the editor in such cases.

### Special issues

Special issues with collected papers on a selected topic in the scope of the journal are also published. Potential guest editors should send a proposal to the chief editor for approval and instructions. Although guest editors for special issues are responsible for organizing the peer review of papers in these issues, they must follow the style of *Phytotaxa* (as laid out in this author guide) and peer review procedures. If any papers by the guest editors are to be included in the special issue, these papers must be handled by editors/colleagues other than the editor(s) involved. Special issues must be 60 or more pages. Funding may be required to offset part of the production costs. Author payment for Open Access is strongly encouraged. Reprints can be ordered for the entire issue or for individual papers.

## Preparation of manuscripts

### General

Please read the guidelines below and additionally consult a recent article published in *Phytotaxa* and follow the style therein.

**Language.** The article has to be written in British or American English throughout the manuscript. Authors whose native language is not English are encouraged to ask colleagues familiar with the field of research and fluent in English (preferably a native speaker) to correct the language in the manuscript before submission. An article may be returned to the author without review if the language is not of an acceptable standard.

The author is also responsible for the correct usage of other languages, be it a Latin diagnosis or an abstract in a foreign language. The grammar of texts in foreign languages needs to be checked by the author before submission, and again after review if the English from which it is translated (e.g. an abstract) has changed. Latin scholars who are consulted for the correcting of diagnoses should be acknowledged.

Metric measures should be used. Please use the common font Times New Roman, 12 pt and as little formatting as possible (apply only **bold** and *italics* where necessary and indent paragraphs except the first). Special symbols can be used but need to be carefully checked by the author at proof stage, because they may be altered due to incompatibility of files.

**Hyphens** ‘-’ are used to link words such as personal names, topographical names, some prefixes and compound adjectives that could otherwise be confused (examples: well-established, 5-sided, Kingston-upon-Thames, Kingdon-Ward, co-operation, etc.).

**En-dash or en-rule** ‘–’ (a dash the length of the letter ‘n’) should be used for ranges or spans. In the context of *Phytotaxa* it is mainly used for ranges of numbers, most frequently size ranges, elevational ranges, dates and page numbers (e.g. 500–1000 m, 1–3 May, 1976–1977, figs 5–7). Remember also to apply them in the reference section for ranges of volumes, years and pages. The en-dash is also used in name associations (e.g. a Federal–State agreement) and in phenology (e.g. flowering May–September).

**Em-dash or em-rule** ‘—’ (the length of the letter ‘m’) is used infrequently; they are used for breaks in the text or subject. In contrast to parentheses an em-dash can be used alone; e.g. “What could these results mean—that John discovered the meaning of life?” Em-dashes are also used after a subheading, for instance:

“Type:—BRAZIL . Paraná: Ponta Grossa, Furnas Gêmeas, remnant *Araucaria* forest below large sandstone cliff, 25.145°S, 049.958°W, 950–1000 m, 16 February 2008, *Christenhusz et al.* 4790 (holotype SP!, isotypes K!, MBM, NY!, P!, TI, TUR!, UC!, UPCB).”

**Exclamation mark** ‘!’ is used to indicate after the herbarium acronym to indicate that this voucher specimen has been seen by the author (see above).

**Multiplication or times sign** ‘×’. The multiplication sign × is not to be confused with the letter x. It should always be used in hybrid taxa (e.g. *Equisetum* × *schaffneri*) and in measurements of length and width (of leaves or petals, for example), for example: “leaves 1.0–4.2 × 0.4–0.8 cm”.

Dashes and hyphens should not be spaced. Please feel free to copy these symbols from this author guide and paste them into your manuscript. Using the correct symbols will speed up the editing process. Editors may return the manuscript to the author if dashes, hyphens and multiplication signs are not correctly used.

**Italicisation.** Generic names and all ranks below are italicised. Book and journal titles are also in italics, as well as diagnoses in Latin and Latin abbreviations (such as *sp. nov.*, *comb. nov.*, *nom. illeg.*, *et al.*). “subsp.”, “ser.”, “var.”, “cv.” and “f.” (for forma or filius) are not italicised, nor are names above the rank of genus. The abbreviation “ssp.” should be avoided and replaced by “subsp.” (for subspecies) to prevent confusion with the abbreviation spp. (= species in plural). As a general rule abbreviations are discouraged.

**Abbreviations** of certain words are standardised: ca. = circa, m = meter, cm = centimeter, dbh = diameter at breast height, elev. = elevation (altitude is not used for heights of land surfaces above sea level; altitude is used for heights above the earth surface, e.g. of an airplane), *sp. nov.* = new species, *comb. nov.* = new combination, *gen. nov.* = new genus, subsp. = subspecies, sect. = section, pers. comm. = personal communication, etc. Herbarium acronyms follow *Index Herbariorum* <http://sweetgum.nybg.org/ih/>

### Citation of author names

Author abbreviations are seldom used (generally only for basionym authors and new taxa proposed in the manuscript); they are generally cited fully in the references. This means that the name is not abbreviated but the surname is written in full, followed in brackets by the year of publication, a colon, and the page number of the page where the name was published. This is treated as a normal citation, and thus the full article in which the species was published has to be cited in the references. (Include full title of the article, full journal title and full page range.) This is obligatory for all taxonomic articles and articles in which fewer than 30 taxa are mentioned. In articles that deal with a larger number of species (such as ecological or phylogenetic studies or checklists) this is not encouraged because it is impractical. If uncertain, please contact an editor about this matter.

Author abbreviations (strictly following IPNI) are only used in larger monographs and checklists, but even in these articles names in introductions and running text are properly cited in the references. Taxon author names should be cited only once, when the taxon/species first appears in the text. *Phytotaxa* aims to have all taxonomic sources cited included in the reference section. Citation of species authors is as follows:

- *Hymenophyllopsis asplenioides* A.C.Sm. in Gleason (1931: 302). Smith is abbreviated here because it is published in Gleason, which is the proper article to cite.
- *Cyathea asplenioides* (A.C.Sm.) Christenhusz (2009: 39). Smith is abbreviated here because the basionym is already given above.
- *Cyathea gibbosa* (Klotzsch 1844: 542) Domin (1929: 262). Both the basionym and new combination are cited because the basionym is not given above.

In the references:

Christenhusz, M.J.M. (2009) New combinations and an overview of *Cyathea* subg. *Hymenophyllopsis* (Cyatheaceae). *Phytotaxa* 1: 37–42.

Domin, C. (1929) *Pteridophyta*. České Akademie, Prague. 276 pp.

Gleason, H.A. (1931) Botanical results of the Tyler-Duida expedition. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 58: 227–344.

Klotzsch, J.F. (1844) Beiträge zu einer Flora der Äquinocial-Gegenden der neuen Welt, Filices. *Linnaea* 18: 525–556.

### Deposition of voucher specimens and GenBank numbers

Authors of new taxa are required to deposit type specimens in national or international public museums or collections, preferably ones listed in the *Index Herbariorum* that are provided with a corresponding acronym.

Authors are also advised to request registration numbers of deposited sequences in GenBank in advance of the submission of papers to avoid unnecessary delay of publication. Descriptions of species can also be linked to other sources such as the *Encyclopedia of Life*. For fungi MycoBank numbers need to be provided.

Some countries (e.g. Australia, Brazil, Peru) require that primary type specimens (holotypes) be deposited in collections in the country of origin; authors are advised to take this into consideration.

### Geography and elevation

Please apply the word ‘elevation’ when dealing with geological features. ‘Altitude’ is here defined as the distance above the surface of the Earth, whereas ‘elevation’ applies to the height of an earth surface above sea level.

For country names (always capitalised in specimen citations) and provinces (followed by a colon), the standard spellings in English followed by the UN apply (e.g. Kyrgyzstan not Kirghizia, Madagascar not Malagasy Republic etc.). For a standard list of countries and areas see: <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49alpha.htm>. Exceptions may be discussed with the editor.

### Title

The title should be concise and informative and should cover the content of the article. No author names of taxa are given in the title. Family names should always be included. The higher taxa containing the taxa dealt with in the paper (when appropriate) should be indicated in parentheses, example: **A taxonomic revision of the genus *Aa* (Cranichidae, Orchidoideae, Orchidaceae).**

### Names and affiliations of article author(s)

Names of all authors must be given below the title and should be typed in upper case (e.g. ADAM J. SMITH, BRIAN SMITH & CAROL SMITH). Inclusion of all major contributors to the work should be considered.

Below the names, the address(es) of professional affiliation for each author should be given in *italics* each starting on a separate line. E-mail address(es) should be provided if available. Affiliation addresses are linked to the author names by numbers in superscript and are provided in corresponding order.

### Abstract

The abstract should cover concisely contents of the paper and should be phrased such that additional key words are not necessary. Any new names or new nomenclatural acts proposed in the article should be mentioned. No taxon author names are to be included in the abstract. Introductory information should not be included in the abstract, neither should be the citation of references.

Abstracts in other languages using the Latin alphabet may also be included in addition to English and should be a direct translation of the English abstract. The spelling and grammar of these abstracts in other languages is the responsibility of the author. An abstract in another language should be corrected if there are any changes in the English abstract during the editorial process.

### Key words

Key words may be given when the abstract does not already cover these. The key words may not include words that are already in the title, and they should be given in alphabetical sequence.

Abstracts and key words are not included in short Communications.

### Introduction

The introduction should place the study in context, and it should provide recent or historical background relevant to the study. This information should not be included in the abstract. Author names of a taxon should be cited only once, when the taxon/species first appears in the text.

## Material & Methods

Materials and methodology used in empirical studies should be concisely provided. Herbaria consulted can be listed here, if not done so in the Acknowledgements. Field work should be highlighted. Floras and other taxonomic works consulted to identify the plant material involved in a study should be cited.

## Results

The results section should only present the results of the study. Do not mix results and discussion. Combined Results/Discussion sections are discouraged. Citations of other literature are not normally permitted in the Results section.

## Discussion

Discuss your results and place these in the context of the introduction.

## Conclusion

The conclusion should state what the scientific contribution of your study is (ask yourself the question: ‘What can we learn from this study and how do the results help us to understand the questions asked in the introduction and discussion?’). It is helpful for other researchers to point out further studies that may be needed in the future.

## Taxonomy

A taxonomy section should start with each taxon in bold italics. Abbreviations of authors of new species should be given (following IPNI, not bold), and these should be followed by the correct designation (in italics, not bold, e.g. *comb. nov.*, *nom. nov.*, *spec. nov.*, *stat. nov.*, etc.). When species are not newly described, the author names should be followed by the year and page of publication (and the full article should be included in the references).

All new taxa need to be accompanied by short diagnoses in English or Latin that describe the new taxa. If you prefer Latin, please make sure the language is used correctly. The editors will generally not correct your Latin diagnoses. A specimen needs to be designated as its type (following the ICBN), and the holotype must have been studied by the author of the species. It is encouraged that, when possible, the holotype is deposited in the country of origin, and that two or isotypes are deposited in major herbaria where the specimens will be available for public study.

Taxonomic descriptions should be organised describing the plants from below to above and from outside towards the inner parts. Of course, this is different for each taxon and can thus follow a variable. Subsections of descriptions can be highlighted using italics. Additional data (e.g. distribution, ecology, etymology, etc.) may follow. Often these are subheaded by ‘:—’ (m-dash).

Specimens are cited as follows:

COUNTRY. Province: Locality, elevation, coordinates, date (day month (in full) year), *Collector number* (herbarium acronym in upper case). All specimens studied should be cited. Lectotypes, neotypes and epitypes should always be followed by the reference where they are designated, for example:

Lectotype (designated by Smith 2000/designated here):—FINLAND .  
Uusimaa: Helsinki, Kaisaniemi Park, 27 April 1976, *Virtanen 22* (H!).

## Keys

Identification keys should be dichotomous, and the leads should (preferably) be opposite to each other in meaning so that the species can be easily distinguished. Please do not format the key; provide it in the following simple layout:

1. Bracts longer than pedicels; filaments with 1 acute lobe at apex on either side of anther  
... *Ornithogalum nutans*

- Bracts shorter than pedicels; filaments without apical lobes on anther ... 2.

2. Inflorescence corymbose; tepals longer than 14 mm ... *Ornithogalum angustifolium*

- Inflorescence racemose; tepals shorter than 14 mm ... *Ornithogalum pyrenaicum*

### Acknowledgements

The format for the Acknowledgements is variable, and anyone can be thanked for their contribution. Please consider co-authorship for people that contributed to the study in a major way, especially contributors of specimens or laboratory work.

### References

All literature cited in the text (including full articles of taxon authors) should be included. Please check this carefully before submission because errors are common. References should be cited in the text as Smith (1999), Smith & Jones (2000) or Smith *et al.* (2001), the latter when there are three or more authors, or alternatively in a parenthesis (Adams 2000, Smith & Jones 2000, Jones 2001, Smith *et al.* 2001). The citation of floras, revisions and monographs used to identify the collections on which the study is based is strongly encouraged.

Please include DOI for papers that have these. This facilitates linking to papers that have online versions.

**Journal article:** Author, A. & Author, B.C. (YEAR) Title of the paper. *Title of the journal in full in italics* volume: x–y. For example:

Christenhusz, M.J.M., Zhang, X.-C. & Schneider, H. (2011) Linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7–54.

**Book chapter:** Author, A. & Author, B.C. (YEAR) Title of the chapter. *In:* Author, A., Author, B.C. & Author, D. (Eds.) *Title of book in italics*. Publisher name, City, pp. x–y. For example:

Schneider, H., Kreier, H.-P., Janssen, T., Otto, E., Muth, H. & Heinrichs, J. (2010) Key innovations versus key opportunities: identifying causes of rapid radiations in derived ferns. *In:* Glaubrecht, M. (Ed.) *Evolution in action*. Springer, Berlin, pp. 61–76.

**Book:** Author, A. & Author, B.C. (YEAR) *Title of book in italics*. Publisher name, location, xyz pp. For example:

Copeland, E.B. (1947) *Genera filicum*. Chronica Botanica, Waltham, Massachusetts, 247 pp.

**Internet source:** Author, A. (YEAR) *Title of website, database or other resources*, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access). For example:

IUCN (2010) *The IUCN red list of threatened species*, version 2010.4. IUCN Red List Unit, Cambridge U.K. Available from: <http://www.iucnredlist.org/> (accessed: 19 May 2011).

Dissertations resulting from graduate studies and non-serial proceedings of conferences/symposia are to be treated as books and cited as such. Articles not cited in the manuscript should not be included in the References section.

### Figures and Tables

Legends of figures and tables should be listed after the list of references within the same file of the manuscript. Legends for tables and figures should start with **TABLE** or **FIGURE** followed by its number and a full stop. Illustrators and photographers should be mentioned in the figure legend, and if the illustrator is not one of the authors he/she should also be acknowledged. All figures and tables need to be referred to in the text.

Example:

**FIGURE 1.** Distribution map of *Psilotum nudum* in the Caribbean region.

When preparing illustrations, authors should bear in mind that the journal has a matter size of 25 cm by 17 cm and is printed on A4 paper. For species illustrations, line drawings are preferred, although good quality black and white or colour photographs are also acceptable. See a guide [here](#) for detailed information on preparing plates for publication; this guide was prepared by Dr Daniel Geiger for *Zootaxa*, but it applies equally to *Phytotaxa*.

Line drawings must be scanned at 600 to 1200 dpi as line art (bitmap, =1 bit); they must NOT be scanned as 8 bit or full colour images. Pictures and line drawings should be saved as TIFF files. In some cases PDF or DOC files are acceptable. JPG is not an accepted format. Do not scan line drawings as JPG files because this creates blurry or pixellated images. Sufficient resolution should be provided, but it is up to the author to do so. Low resolution figures can only be printed at a small size.

Tables, if any, should be provided at the end of the manuscript. Please use the table function in your word processor to build tables such that the cells, rows and columns remain aligned when font size and width of the table are changed. Please do not use the tab key or space bar to type tables.

#### Submission

**All manuscripts should be sent by [online submission facility](#)**

\* Older versions of IE (Internet Explorer 9.0 or earlier) may not be compatible with the new online submission system. A latest version of IE or similar browser (ie. Chrome, Mozilla Firefox and etc.) is more preferable.

**More author information for Biotaxa.org submission system, please click [here](#).**

**For tutorials please click [here](#).**

Please follow the above guidelines in detail and check if your manuscript has been prepared according to the style and format of the journal. When you submit your manuscript, it will be more expedient for the review process if you provide the names of three or more potential reviewers with their email addresses.

For legal purposes it should be noted that upon submitting an article the authors agree to the following:

- 1) All authors agree to its submission and the corresponding author has been authorised by co-authors
- 2) This article has not been published before and is not concurrently being considered for publication elsewhere (including another editor of *Phytotaxa*)
- 3) This article does not violate any copyright or other personal proprietary right of any person or entity, and it contains no abusive, defamatory, obscene or fraudulent or any other statements that are unlawful in any way.

If the manuscript submitted does not follow this guideline, it will not be processed.

For manuscripts with numerous illustrations, which might be saved as separate TIFF or JPG files, it will be easier and more efficient for the purpose of review and for the subject editors and reviewers to

have the figures converted into one larger PDF (Portable Document Format) file, instead of requiring the subject editor to save many files, cutting and copying these into a string of messages/files to the reviewers. You should retain the original figures in a higher resolution format for the final production of the accepted paper. For the text, PDF file along with original DOC files are preferred. The advantage of submitting an RTF file for the text part of the manuscript is that the reviewers can amend the manuscript electronically. If you cannot prepare PDF files, then submit text in RTF and the figures in TIF (line drawing scanned at 600 dpi and half tone at 300 dpi; please use LZW compression, if you can, to reduce the size of e-files for easy transmission); if halftone TIFF files are too big (exceeding 2 MB), then submit them in jpeg. See [here](#) for detailed information on preparing plates for publication.

Authors of accepted papers will be asked to submit an electronic version of the manuscript so that the publisher does not need to re-key or scan the manuscript. At this stage, the text part of the manuscript must be submitted as DOC (MS Word) files and figures as TIF files.

In submitting the final version of revised manuscript to editors, authors are asked to provide the following information to aid typesetting and indexing of the manuscript:

- 1) Corresponding author name and e-mail
- 2) Author last name and running title (<60 characters; to be used in footer)
- 3) Number of plates and cited references
- 4) Higher level taxon (i.e. taxon section in *Phytotaxa* website in which the article should be filed) and number of new taxa described in the paper

Authors need to complete and return an Assignment of Copyright form when a paper is accepted for publication. Authors from institutions that do not allow transfer of copyrights to publishers (e.g. government institutions such as USDA, CSIRO) should attach a copyright waiver or similar document.

### **Review process**

When a manuscript is received by the Editor, he/she will have it reviewed by at least two peers qualified to evaluate the manuscript. The editor normally asks the reviewers to complete the review within one month. However, the reviewing process may take longer, depending on the length of the manuscript and reviewers' responses.

### **Journal Production and Publication**

Once the manuscript is accepted by your subject editor, final files, produced according to the requirements above, will be forwarded by your subject editor to the managing editor, who will liaise with the copy editor, author and printer to ensure that the article is published without unnecessary delay. Normally the proof will be sent to the author for checking one to three weeks after the final files are accepted. The paper will usually be published within two weeks (for larger papers it may take longer) once the corrections to the proof are received.

**Page charge and colour plates.** There is no mandatory page charge for publishing in *Phytotaxa*. Publication of colour figures/photographs in online editions are also free of charge (print version in black and white). If colour plates in the print edition are desired, authors will be asked to contribute the full cost. Current rates: 300 USD for the first colour page and 200 USD for each additional colour page.

**Open access.** *Phytotaxa* endorses open access publication of taxonomic information. Authors who have funds to publish are strongly encouraged to pay a fee of 20 US\$ per printed page to give free online access of their papers to all readers at the *Phytotaxa* site or their own site. Open access papers are read by many more people and can be expected to have higher citation rates.

**Reprints.** Each author will be given a free e-reprint (PDF) for personal use (printing a copy for own use or exchange with other researchers, but not for deposition in a library or on a website/ftp-site for public access).

Printed copies of each paper/monograph in the form of the regular reprint can also be produced by the Publisher for purchase by authors, with a discount based on the number of copies ordered; quotes for price will be provided when proofs are returned.

## References

Angiosperm Phylogeny Group [APG III] (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105–121. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x (see also <http://mapress.com/phytotaxa/content/2011/f/pt00019p134.pdf>)

Christenhusz, M.J.M., Zhang, X.-C. & Schneider, H. (2011a) Linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. *Phytotaxa* 19: 7–54. <http://mapress.com/phytotaxa/content/2011/f/pt00019p054.pdf>

Christenhusz, M.J.M., Reveal, J.L., Farjon, A., Gardner, M.F., Mill, R.R. & Chase, M.W. (2011b) A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. *Phytotaxa* 19: 55–70. <http://mapress.com/phytotaxa/content/2011/f/pt00019p070.pdf>

## Important links

- Botanicus: <http://www.botanicus.org/>
- Gallica: <http://www.gallica.fr/>
- Biodiversity heritage library: <http://biodiversitylibrary.org>
- Genbank: [www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/)
- Index fungorum: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- MycoBank: <http://www.mycobank.org/>
- Index herbariorum: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- International code of botanical nomenclature (Vienna code): <http://www.ibot.sav.sk/karolx/kod/0000Viennatitle.htm>
- International plant name index: <http://www.ipni.org/>
- Tropicos: <http://www.tropicos.org/>
- World checklist of selected plant families: <http://apps.kew.org/wcsp>
- Jstor Plants science: <http://plants.jstor.org>
- The Plant List, <http://www.theplantlist.org>
- International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code): <http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>

## **Resultados**

### **Taxonomia morfológica de espécies cladoforoides do litoral do Brasil**

## Taxonomia morfológica de espécies cladoforoides do litoral do Brasil

AIGARA MIRANDA ALVES\*<sup>1</sup>, LÍSIA MÔNICA DE SOUZA GESTINARI<sup>2</sup>, CÁSSIO VAN DEN BERG<sup>1</sup> & CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Estadual de Feira de Santana, Depto. de Ciências Biológicas, Av. Transnordestina, S/N, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, Bahia, Brasil.

<sup>2</sup> Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus Macaé, 27965-045, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil.

\* Autor para correspondência: aigarama@yahoo.com.br

### Abstract

This work consists on the study of cladophoroids algae collected along Brazil's coast, with the northern boundary, the municipality of Salinópolis, Pará State, and as a southern boundary, the municipality of Torres, Rio Grande do Sul State, totaling 102 sampling points. The results presented here are based on morphological and molecular phylogenetic analysis developed previously. The present study were identified 18 species, 15 of which genus *Cladophora* and three *Willeella* genus. To *Cladophora* were registered *C. albida*, *C. aokii*, *C. catenata* of Brazil (nom. prov.), *C. coelothrix* of Brazil (nom. prov.) comprising to two groupings, *C. conferta*, *C. dalmatica*, *C. laetevirens* of Brazil (nom. prov.) corresponding to two groupings, *C. lehmanniana*, *C. prolifera* of Brazil (nom. prov.) and *C. rupestris* from Brazil (nom. prov.). To *Willeella* were recorded *W. brachyclados*, *W. crispula* e *W. oerdinata*. Many of these taxa had an enlarged its distribution to the coast of Brazil. Some had wide distribution while the others had a more restricted distribution.

**Keyword:** *Cladophora*, coast of Brazil, sea green macroalgae, morphology, siphonocladaceous, taxonomy, *Willeella*.

### Introdução

As algas verdes com organização sifonocladácea (talo composto de células multinucleadas) compreendem atualmente três linhagens, com base em estudos

filogenéticos moleculares: a primeira, Cladophorales, representada por muitas espécies de águas mornas a temperada frias pertencentes aos gêneros *Chaetomorpha* Kütz., *Cladophora* Kütz. e *Rhizoclonium* Kütz.; a segunda, Siphonocladales contendo espécies predominantemente tropicais, com taxa de *Anadyomene* J.V.Lamour., *Boodlea* Murray & De Toni, *Siphonocladus* Schmitz e *Valonia* C.Agardh e poucas espécies de *Cladophora* e, a terceira, Aegagropila, mais basal, com uma mistura de espécies marinhas e de águas doces dos gêneros *Cladophora* e dos gêneros *Aegagropila* Kütz., *Pithophora* Wittr. e *Wittrockiella* Wille (Bakker *et al.* 1994, Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, 2007, 2009a,b). Estes estudos demonstraram também que as classificações no nível de famílias e gêneros não refletem as relações filogenéticas, uma vez que revelaram o não monofiletismo em todas as famílias estudadas e em muitos gêneros como *Cladophora*, *Siphonocladus*, *Anadyomene*, *Microdictyon* Decne., *Valonia*, *Phyllocladon* J.E.Gray, *Boodlea*, *Struvea*, *Chamaedoris* Mont. e *Cladophoropsis* Børgesen, com notável exceção dos gêneros *Dictyosphaeria* Decne. e os monotípicos *Ernodesmis* Børgesen e *Valoniopsis* Børgesen. Segundo estes autores, o rearranjo na classificação ao nível de família e gêneros em Siphonocladales é inevitável, considerando o fato de que muitos dos caracteres morfológicos tradicionalmente empregados na circunscrição destes evoluíram independentemente várias vezes.

O gênero *Cladophora* tem sido estudado com base em trabalhos filogenéticos moleculares possibilitando o entendimento das relações taxonômicas intergenéricas e intraespecíficas e, conseqüentemente, a sistemática do grupo, como os trabalhos de proposição e identificação taxonômica de novas espécies (Leliaert *et al.* 2009a, Boedeker & Immers 2009, Boedeker & Hansen 2010, Bast *et al.* 2014, Pochon *et al.* 2015), de novos gêneros e família (Leliaert *et al.* 2009b), de relações filogenéticas intergenéricas (Hanyuda *et al.* 2002, Yoshii *et al.* 2004, Leliaert *et al.* 2007b, 2011, 2012, Proschold & Leliaert 2007, Ichihara *et al.* 2013) e intraespecíficas (Gestinari *et al.* 2009, Hayakawa *et al.* 2012, Thimdao *et al.* 2012).

No intuito de contribuir com a taxonomia das algas cladoforoides do litoral do Brasil este trabalho teve por objetivos identificar as espécies citadas para o litoral brasileiro através de estudo morfológico detalhado de amostras coletadas neste estudo, análise de material tipo e através de materiais de referência depositados em herbários nacionais.

## Material e Métodos

O Brasil está situado na porção centro-oriental da América do Sul entre as latitudes de 5°16'N e 33°45'S e as longitudes de 34°47'W e 73°59'W, com aproximadamente 7.408 km de litoral, ao longo de 4°25'N a 33°45'S (Maída & Ferreira 2004). Possui diversos ecossistemas, como ilhas, recifes de coral, bancos de arenito, costões rochosos, baías, estuários, lagunas e manguezais (Coutinho 2004).

Os espécimes examinados foram coletados ao longo do litoral do Brasil, principalmente entre os anos de 2011 e 2014, provenientes de pontos de coleta localizados nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, os quais tiveram como limite norte, o município de Salinópolis, Pará, e como limite sul, o município de Torres, Rio Grande do Sul, totalizando 102 pontos amostrados (Tab. 1). Exemplares coletados por outros ficólogos também foram examinados. As amostras foram fixadas e armazenadas em formalina a 4%, em sílica gel e em álcool a 70%, estas últimas mantidas sob refrigeração.

Com fins comparativos foram examinados materiais tipo de espécies previamente registradas para o litoral do Brasil procedentes de herbários internacionais: National Herbarium Nederland, Naturalis (L), Natural History Museum of Denmark (C) e The Natural History Museum (BM), bem como outros materiais de referência procedentes de herbários nacionais, tais como o da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS), do Instituto de Botânica de São Paulo (SP), da Universidade de São Paulo (SPF), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PEUFR), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RFA) e da Universidade Santa Úrsula (RUSU).

As características morfológicas dos espécimes foram examinadas usando microscópios estereoscópico e óptico equipados com ocular micrométrica e câmeras digitais. As mensurações do comprimento e diâmetro e a espessura da parede celular foram realizadas nas células da base do talo, do eixo principal, dos últimos ramos e nas células apicais. Para cada espécime estudado foi feito entre 10–20 medidas de cada caráter morfométrico, quando possível, para um mínimo de 10 talos escolhidos ao acaso, para cada espécie de cada estado brasileiro. As medidas foram fornecidas em comprimento x diâmetro (compr. x diâm.), com valores mínimos e máximos. A identificação das espécies foi baseada em características morfológicas, segundo os critérios estabelecidos e validados por van den Hoek (1963, 1982) e van den Hoek & Chihara (2000). Os materiais que tiveram a identificação confirmada através de dados de DNA (Alves *et al.*, dados não publicados) são citados em material examinado com o respectivo número do banco de

DNA do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL/UEFS) (FSA + número) e número de tombo do HUEFS, enquanto que as demais amostras do táxon, coletadas nesse estudo, cuja identificação foi baseada apenas no estudo morfológico são citadas em outros materiais examinados e os materiais procedentes de herbários, em material adicional examinado.

Os acrônimos dos herbários seguem Holmgren *et al.* (1990). Os espécimes foram depositados na coleção de algas do HUEFS e duplicatas serão doadas para os herbários RFA (UFRJ/NUPEM), SPF e ALCB.

## Resultados e Discussão

Os resultados apresentados neste estudo são baseados nesse estudo morfológico e na análise filogenética molecular previamente desenvolvida por Alves *et al.* (dados não publicados) com espécimes cladoforoides ocorrentes ao longo do litoral do Brasil. Foram identificadas 18 espécies, sendo 15 do gênero *Cladophora* e três do gênero *Willeella*. Para *Cladophora* foram registradas *C. albida* (Ness) Kütz., *C. aokii* Yamada, *C. brasiliana* G.Martens, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. codii* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura, *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.), *C. conferta* P.Crouan & H.Crouan *in* Schramm & Mazé, *C. corallicola* Børgesen, *C. dalmatica* Kütz., *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.), *C. lehmanniana* (Lindenb.) Kütz., *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.), *C. sericea* (Huds.) Kütz., *C. socialis* Kütz., *C. vagabunda* (L.) C.Hoek. Dentre as quatro espécies de *Cladophora* indeterminadas, *Cladophora* sp. 1, foi descrita como uma espécie nova *C. codii*, com base em dados morfológicos e moleculares e as demais, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4 foram separadas apenas na filogenia molecular, não sendo descritas morfológicamente neste estudo. O gênero *Willeella* foi considerado a partir do seu restabelecimento por Alves *et al.* (dados não publicados) devido à posição filogenética molecular de *Cladophora ordinata* em um clado separada das demais espécies de *Cladophora*, com espécimes de *C. crispula* e *C. montagneana*, os quais foram transferidos pelos autores para *Willeella*, como *W. crispula* e *W. brachyclados*, respectivamente. Para *Willeella* foram consideradas *W. brachyclados* (Mont.) A.M.Alves & C.W.N.Moura, *W. crispula* (Vickers) A.M.Alves & C.W.N.Moura e *W. ordinata* Børgesen. Vale ressaltar que os resultados apresentados neste capítulo não se configuram em novas proposições, os quais serão apresentados em publicações posteriores.

*Cladophora* Kütz., *nom. cons.*, Phycol. General. 262. 1843

Espécie tipo: *Cladophora oligoclona* (Kütz.) Kütz.

*Cladophora albida* (Ness) Kütz., Phycol. General. 267. 1843 (Fig. 1)

Basiônimo: *Annulina albida* Ness (1820: 4).

Localidade tipo: “Island of Selsey, England” (van den Hoek & Womersley 1984: 206)

**Descrição:**—Talo verde claro a escuro, delicado, com 1–5 cm de alt., fixo ao substrato por filamentos rizoidais originados da base da célula basal. Ramificação pseudodicotômica, alterna a unilateral, com ramos distais falcados; outros talos com ramificação densa na base com formação de ramos longos, pouco ramificados. Células apicais cilíndricas a achatadas, com ápice arredondado, medindo 37,5–170 µm de compr. x 12,5–47,5 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 47,5–110 µm de compr. x 17,5–50 µm de diâm.; células do eixo principal com 60–257,5 µm de compr. x 30–75 µm de diâm. Células dos últimos ramos, quando férteis, intumescidas e com papila apical.

**Habitat:**—crescendo sobre substrato rochoso, em poças de maré (ES, RS, AL), em locais protegidos e em locais batidos, sujeitos à arrebentação das ondas e como epífitas de outras algas. Espécimes de ambientes da região entremarés crescem formando densas agregações entrelaçadas de talos bastante ramificados com últimos ramos falcados, enquanto em locais protegidos os espécimes possuem talos menos ramificados, com últimos ramos formando filamentos longos.

**Tipos examinados:**—*Cladophora albida* (Ness) Kütz. (L 0054748!), (L0054749!).

**Material examinado:**—BRASIL, Santa Catarina, Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14714 (HUEFS 217726).

**Outros Materiais examinados:**—BRASIL, Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09 junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218956). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Ilha Grande, Praia Saco de Dois Rios, 29 abril 2014, A.G. Pedrini *et al.* (HUEFS 218957). São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 agosto 2012, A.M. Alves *et al.* (HUEFS 218958). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218959).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, São Paulo: Ilha Bela, Praia do Gato, 26 outubro 2000, *D.P. Santos* (SP 371826). Santa Catarina: Porto Belo, Bombinhas, 17 abril 1980, *S.M.P.M. Guimarães* (SP 176512).

**Distribuição:**—Espécie amplamente distribuída em zonas temperadas dos hemisférios norte e sul, em ambos os oceanos Atlântico e Pacífico, com registro no oceano Índico (van den Hoek & Chihara 2000, Guiry & Guiry 2015). No litoral do Brasil *C. albida* possui registros prévios nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Este é o primeiro registro de ocorrência da espécie para o estado do Rio Grande do Sul, ampliando o seu limite de distribuição para a região Sul do litoral do Brasil.

**Comentários:**—O material apresenta características morfológicas semelhantes aos materiais tipo examinados e às demais citações da espécie para o litoral do Brasil (Santos 1983, Yoneshigue 1985, Amado Filho 1991, Barata 2004, Coto 2007).

Segundo van den Hoek & Womersley (1984), *C. albida* é similar a *C. sericea* no hábito, padrão de ramificação e crescimento, porém difere por apresentar células apicais cilíndricas com ápices arredondados, dimensões das células apicais menores e pela frequência de últimos ramos falcados.

Bakker *et al.* (1995a), através de estudos moleculares baseados em sequências de ITS rDNA, demonstraram que *C. albida* não é um táxon monofilético, uma vez que espécimes do Oceano Atlântico Norte foram geneticamente mais divergentes que outros do Oceano Pacífico. No estudo de Breeman *et al.* (2002), três outras espécies fortemente relacionadas, *C. sericea*, *C. flexuosa* (O.F.Müll.) Kütz. e *C. capensis* (C.Agardh) De Toni, ocorreram em um clado com *C. albida*. Contudo, essa diferença genética foi interpretada como resultado da separação das partes oriental e ocidental do Oceano de Tethys.

Na filogenia apresentada por Alves *et al.* (dados não publicados) para as espécies de *Cladophora* do Brasil, através de sequências parciais de LSU rDNA, *C. albida* (SC) ocorreu no mesmo clado que *C. albida* do Japão proximalmente relacionadas às espécies *C. flexuosa*, *C. capensis*, *C. ruchingeri* (C.Agardh) Kütz., *C. laetevirens* (Dillwyn) Kütz., *C. sericea*, *C. lehmanniana* (Lindenb.) Kütz. e duas *Cladophora* sp., concordando com as filogenias acima e com as apresentadas por Leliert *et al.* (2003, 2007a) e Ichihara *et al.* (2013), através de sequências de SSU rDNA e parciais de LSU rDNA, e de sequências parciais de LSU rDNA e ITS rDNA por Pochon *et al.* (2015).

*Cladophora aokii* Yamada, Bot. Mag. (Tokyo) 39: 85. 1925. (Fig. 2)

Localidade Tipo: “Byobi-to [Mao-pi T’ou], Taiwan” (van den Hoek & Chihara 2000: 65).

**Descrição:**—Talo verde escuro a amarronzado, ereto, rígido, formando densos tufo, até 3 cm de alt., com rizoides intercalares, sem constrições, originados no polo proximal ao longo do talo, descendentes e paralelos ao eixo principal formando feixes que originarão um disco basal para fixação do talo ao substrato. Células clavadas com base estreita aumentando o diâmetro em direção ao ápice. Ramificação pseudotri- dicotômica no eixo principal e unilateral nos últimos ramos. Células apicais cilíndricas afilando em direção ao ápice com 175–398 µm de compr. x 35–97,5 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 195–287 µm de compr. x 42,5–83 µm de diâm.; células do eixo principal com 337–845 µm de compr. x 70–182 µm de diâm.. Células com parede celular com 2,5–15,7 µm de espessura.

**Habitat:**—Talos crescendo sobre substrato rochoso, soterrados por areia, isolados ou formando tufo, na região entremarés, geralmente em locais expostos, formando densas populações, como no costão rochoso entre as praias de Peracanga e Guaibura, Espírito Santo.

**Material examinado:**—BRASIL, Espírito Santo, Guarapari, costão rochoso entre as praias de Peracanga e Guaibura, 08 junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14347, (HUEFS 217727). **Outros Materiais Examinados:**—Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218960). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20 março 2011, C.W.N. Moura et al. (HUEFS 218961). Rio de Janeiro: Paraty, Praia de Cepilho, 07 julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS 218962); Armação de Búzios, Praia da Ferradura, 05 outubro 2013, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS 218963); Cabo Frio, Praia da Concha, 14 julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS 218964). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Praia Ponta da Nhá Pina, 17 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218965). Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218966).

**Material Adicional Examinado:**—BRASIL, Espírito Santo: Aracruz, Praia de Santa Cruz, 28 junho 2003, C.A.G. Nassar, como *C. corallicola* Børgesen (PEUFR 42583). Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Prainha, 13 junho 2003, L. Gustinari & J. Torres, como *C. corallicola* (PEUFR 42585), Ponto 4, Mediolitoral, 02 abril 2011, L.S. Dias, como *Cladophora* sp. (RUSU 07); Grumari, 06 novembro 2002, R.C. Couto e Silva, como *C. corallicola* (RFA 31420). São Paulo: Ubatuba, Praia da Fortaleza, 07 setembro 2006,

*A.C.S.P. Coto* (SP 371724), Praia do Lamberto, 08 setembro 2006, *A.C.S.P. Coto* (SP 371586), Ponta Aguda, 18 maio 2000, *M.T. Fujii* (SP 371832), Praia Brava da Almada, 06 novembro 1999, *D.P. Santos* (SP 371838); Guarujá, Praia do Tombo, 22 agosto 2002, *N.S. Yokoya* (SP 371810); Ilha Bela, Praia do Curral, 10 setembro 2006, *A.C.S.P. Coto* (SP 371896). Santa Catarina: Ilha de Santa Catarina, Praia de Ponta das Canas, 26 maio 2001, *L. Gestinari & L. Ouriques*, como *C. corallicola* (PEUFR 42588). EQUADOR, “Guayaquil, Ballenita (Prov. Guayas)”, 21 abril 1981, *M. Velasco* (SPF 25151).

**Distribuição:**—Espécie essencialmente tropical, registrada nos oceanos Atlântico (Alves *et al.* 2012) e Pacífico (Guiry & Guiry 2015), tendo como limite norte o sul do Japão (van den Hoek & Chihara 2000). No litoral do Brasil foi registrada previamente para Bahia, Pernambuco e Rio de Janeiro (Alves *et al.* 2012). Este é o primeiro registro de ocorrência da espécie para os estados do Ceará, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ampliando o seu limite de distribuição para as regiões Nordeste e Sul do litoral do Brasil.

**Comentários:**—Todos os registros prévios atribuídos a *C. corallicola* exceto o de Alves *et al.* (2012), e a *C. echinus* (Biassol.) Kütz. para o litoral do Brasil devem ser considerados como *C. aokii*, em particular, os espécimes citados como *C. corallicola* por Barata (2004) para o Espírito Santo, por Yoneshigue (1985), Mitchell *et al.* (1990), Falcão *et al.* (1992), Gestinari *et al.* (1998), Oliveira *et al.* (1999), Brito *et al.* (2002), Gestinari (2004), Yoneshigue-Valentin *et al.* (2008) e Brasileiro *et al.* (2009) para o do Rio de Janeiro, por Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Machado *et al.* (2011) e Pupo & Coto (2011) para São Paulo e como *C. echinus* por Santos (1983) para Santa Catarina.

Para fins comparativos material tipo de *C. corallicola* foi analisado e este está de acordo com os espécimes descritos por Alves *et al.* (2012), para o litoral da Bahia, e com os demais espécimes descritos no presente estudo, registrados para outros estados do Brasil. Além deste, materiais tipo de *C. echinus* [(L 0054772!), (L 0054773!), (L 0054771!)] foram igualmente examinados. Verificou-se que esta espécie difere de *C. aokii* por apresentar diâmetros celulares superiores, com células apicais alongadas, cilíndricas, 610–1000 µm de compr. x 110–200 µm de diâm., células do últimos ramos 300–1600 µm de compr. x 90–185 µm de diâm. e células do eixo principal com 350–1755 µm de compr. x 210–320 µm de diâm.

O aspecto geral dos tufo de *C. aokii* e as características gerais dos talos encontrados em todos os materiais ao longo do litoral do Brasil estão de acordo com os

demais registros da espécie feitos por Nizamuddin & Begum (1973), para o Paquistão, van den Hoek & Chihara (2000), para o Japão e leste da Rússia.

O aspecto geral do talo de *C. aokii* é morfologicamente similar a talos jovens de *C. prolifera* e ambas apresentam rizoides descendentes na base do talo com disco lobada na base formando feixes constituindo um estipe basal por onde se fixam ao substrato, no entanto *C. aokii* difere de *C. prolifera* por apresentar células clavadas, rizoides sem constrições originados do polo proximal das células ao longo do talo. Essa similaridade morfológica foi demonstrada também nas filogenias moleculares de Leliaert *et al.* (2003, 2007a) a partir de análises de sequências de LSU rDNA e SSU/LSU rDNA, respectivamente, onde *C. aokii* e *C. prolifera* ocorreram em um mesmo clado.

O material de *C. aokii* do Brasil, na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados) ocorreu em um clado com *C. aokii* do Japão, com suporte moderado, mais proximamente relacionado aos espécimes de *C. prolifera* da África do Sul, Austrália e das Ilhas Madeira, Canárias e Córsega que dos espécimes de *C. prolifera* do Brasil.

O presente estudo ratifica a ocorrência de *C. aokii* no litoral do Brasil nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina e estende a sua distribuição aos estados do Ceará, Paraná e Rio Grande do Sul.

***Cladophora brasiliiana*** G.Martens, Tange Ost-Asien. 16. 1866 (Fig. 3)

Localidade tipo: “Lagoa Rodriguez bei Rio de Janeiro” (Martens 1870: 299-300).

**Descrição:**—Talo verde claro, ereto, delicado, 0,3–5 cm de alt., fixo ao substrato por rizoides originados da célula basal, ramificados formando um disco de fixação lobado. Células da região basal fusionados com células adjacentes do eixo principal. Ramificação pseudodicotômica a unilateral, esparsa na região distal do talo. Células apicais retas, alongadas, com ápice arredondado a afilado, 130–398 µm de compr. x 12,5–47,5 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 175–383 µm de compr. x 20–37,5 µm de diâm.; células do eixo principal com 210–800 µm de compr. x 47–92 µm de diâm.; células basais medindo 190–410 µm de compr. x 37,5–(69)–100 µm de diâm. Células férteis com papilas laterais, comumente sem conteúdo protoplasmático.

**Habitat:**—crescendo sobre substrato rochoso na região entremarés, em locais protegidos, e na condição de epífita de outras *Cladophora* e outros gêneros de algas. Na Lagoa Rodrigo de Freitas (RJ), ocorreu como epífita da macrófita *Ruppia maritima* L.

**Tipo examinado:**— *Cladophora brasiliiana* G.Martens (C 2386!).

**Outros materiais examinados:**—BRASIL, Maranhão: São Luís, Ponta de Areia, 20 julho 2013, *A.M. Alves & E. Rodrigues* (HUEFS 218967). Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS218968). Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema 26 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218969); Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218970). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 25 abril 2013 *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas material amplificado para ITS rDNA, FSA 14334* (HUEFS 218971). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 218972). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 218973); Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 fevereiro 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 218974); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 23 julho 2009, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 218975); Ilhéus, 14 novembro 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 218976); Praia do Aeroporto, 14 novembro 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 218977); Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16 setembro 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 218978); Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12 dezembro 2012, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 218979). Espírito Santo: Guarapari, costão rochoso entre as praias de Peracanga e Guaibura, 08 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218980); Praia de Guaibura, poça de maré, 08 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218981). Rio de Janeiro, Estação 6, 28 janeiro 1988, *L.M.S. Gestinari* (HUEFS 218982); Lagoa Rodrigo de Freitas, 10 julho 2013, *A.M. Alves & A.G. Pedrini* (HUEFS 218983); Araruama, Lagoa de Araruama, 13 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 218984), Armação dos Búzios, Praia João Fernandes, A3, 11 março 2010, *L.M.S. Gestinari* (HUEFS 218985). Paraná, Paranaguá, Ilha do Mel, Praia do Miguel, 16 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218986), Ponta da Nhá Piña, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218987), Morro do Meio, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 21898). Santa Catarina, Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15 fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218989), Praia da Lagoinha, 13 fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218990), Praia de Armação, 15 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218991). Rio Grande do Sul, Torres, Praia da Guarita, 12 dezembro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218992), Prainha, pedra do Meio, 12 dezembro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 218993).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Lagoa Rodrigo de Freitas, 26 agosto 2002, *C.A.G. Nassar* (PEUFR 42631).

**Distribuição:**—Espécie com distribuição restrita a áreas tropicais e subtropicais do Atlântico americano (van den Hoek 1982, Wynne 2011, Guiry & Guiry 2015). No litoral do Brasil, a espécie foi referida para o Rio Grande do Norte, Bahia, Rio de Janeiro e Santa Catarina (Alves & Moura 2015). Este estudo amplia a ocorrência de *C. brasiliiana* no litoral do Brasil para os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

**Comentários:**—Os espécimes estudados concordam com o material tipo analisado, com as descrições apresentadas para o litoral brasileiro por van den Hoek (1982) do material tipo, por Coto & Pupo (2009) para São Paulo, encontrada a profundidade de até 22 m, por Gestinari *et al.* (2010) para o Rio de Janeiro, Lagoa Rodrigo de Freitas e Lagoa do Açu, por Santos (2010), Almeida *et al.* (2012) e Alves *et al.* (2012) para a Bahia, Ilha de Itaparica, Ilha de Bimarras e litoral baiano, respectivamente.

*Cladophora brasiliiana* se distingue das demais espécies de *Cladophora* ocorrentes no litoral do Brasil por possuir células apicais cilíndricas, alongadas, afinando em direção ao ápice, por apresentar região distal do talo com ramificação esparsa unilateral, com sequência acrópeta indistinta e frequentemente com soldadura na base de ramificações secundárias.

Apesar de a localidade tipo ser a Lagoa Rodrigo de Freitas, um ambiente salobro, *C. brasiliiana* tem sido cada vez mais descrita para ambiente tipicamente marinho. Porém, ainda apresenta um baixo registro no mundo, referida para a Jamaica, dragada a 18 m de profundidade por W.R. Taylor, Martinica e Curaçao (van den Hoek 1982), México (Pedroche *et al.* 2005), Cuba (Suárez 2005), Pequenas Antilhas (Taylor 1960) e para a Venezuela (Ganesan 1990).

Embora, *C. brasiliiana* apresente morfologia distinta são necessários estudos moleculares para entender as relações filogenéticas dessa espécie com as demais descritas para o gênero *Cladophora*.

#### ***Cladophora catenata* do Brasil (nome provisório) (Fig. 4)**

**Descrição:**—Talo verde escuro, amarronzado a enegrecido, até 5,5 cm de alt., formando aglomerações densas, rígidas e curvadas; fixo ao substrato por rizoides ramificados originados no polo proximal de células basais formando disco lobado e por rizoides hapteroidais, formados no ápice das células apicais causando inversão de polaridade do talo. Ramificação unilateral. Células apicais alongadas, com ápice arredondado, medindo

0,6–10 mm de compr. x 110–346 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 295–1588 µm de compr. x 137–298 µm de diâm.; eixo principal curvo a prostrado, com células medindo 700–1590 µm de compr. x 110–328 µm de diâm.. Parede celular fina a espessa, com 10–38 µm de espessura, presença do fungo *Blodgettomyces borneti* (E.P.Wright) Feldmann nas paredes celulares. Cristais tetraédricos proteicos visíveis no protoplasto. Células férteis com papilas laterais.

**Habitat:**—Espécie rara ao longo do litoral do Brasil, crescendo sobre substrato rochoso, formando densas populações. No litoral da Bahia, na Praia de Itapuã, os tapetes formados por *C. catenata* são bastante densos e rígidos, podendo ser confundidos com talos de *Valonia aegagropila* C.Agardh, os quais ocorreram juntos nessa praia.

**Material examinado:**—BRASIL, Bahia: Salvador, Praia de Itapuã, 05 maio 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14320 (HUEFS 217728). **Outro Material examinado:**—BRASIL, Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 218994).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 08 outubro 1998, D.R. Cavalcanti (PEUFR 42577), Praia de Itapuama, 20 julho 2001, L. Gestinari (PEUFR 42573). Espírito Santo: Vitória, Ilha do Frade, 17-VII-2003, D. Barata (SP 365127). São Paulo: Ubatuba, Foz do Rio Lagoinha, 6 maio 2000, M.T. Fujii (SP 371840). CUBA, Pinar del Rio: Bahia Mariel, quiet water of bay just inside point, 8 maio 1949, E.Y. Dawson, como *C. fuliginosa* Kütz., (SPF 302), 4 milles of Siboney, Oriente Prov., coral limestone shore, 17 May 1949, E.Y. Dawson, como *C. fuliginosa* (SPF 300). BERMUDA, Hamilton Island, Harrington Sound, scarce, about tide level on rocks near Abbot's Cliff, 29 agosto 1949, A.B. Joly, como *C. fulliginosa* (SPF 301). EUA, Florida: Washed ashore. Key West, s.d., Miss Messina, como *C. fuliginosa* (SPF 006430), Lorrer Mathecumbe Key, South Florida Keys, 06 novembro 1965, M. Dáz-Piferrer, como *C. fuliginosa* (SPF 8194).

**Distribuição:**—A ocorrência do táxon no Brasil é confirmada neste estudo para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia.

**Comentários:**—O hábito e a aspecto geral do talo em *C. catenata* são únicos entre as espécies de *Cladophora* ocorrentes no litoral do Brasil. O material é facilmente reconhecível, por formar talos agregados e densos, com inversão de polaridade devido à formação de rizoides na extremidade distal das células apicais e pela presença do fungo *B. borneti* nas paredes celulares.

Os espécimes de *C. catenata* do Brasil (nom. prov.) concordam com o material tipo de *Cladophora catenata* (L 0054755!), com os demais analisados provenientes de Cuba, Bermuda e EUA (material adicional examinado) e com a descrição e ilustrações dos materiais de Havana, Cuba e de Curaçao por van den Hoek (1982).

van den Hoek (1982) considerou a estreita associação entre *C. catenata* e o fungo *B. borneti* como um líquen tendo a morfologia do ficobionte e a distinguiu de *C. corallicola* por esta não apresentar o fungo em suas paredes celulares, não formar rizoides a partir da célula apical, com consequente inversão de polaridade e apresentar menor espessura celular.

Leliaert & Coppejans (2003) estudaram espécimes de *C. catenata* da África do Sul e não fizeram referência à presença do fungo nas paredes celulares do táxon. No entanto, estes apresentam morfologia próxima a dos materiais do Brasil.

Dentre os materiais descritos para o Brasil, os únicos que fazem referência e ilustram à ocorrência do fungo *B. borneti* nas paredes celulares de *C. catenata* são os de Kanagawa (1984), Gustinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012), característica importante na identificação da espécie.

Em diversas filogenias moleculares, a posição *Cladophora catenata* tem sido frequentemente em um clado com espécies do gênero *Anadyomene*, *Microdictyon* e *Cladophora liebetruthii* (Bakker *et al.* 1994, Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2007a,b, Collado-Vides *et al.* 2013). Essas duas espécies de *Cladophora* são até agora posicionadas em seções morfológicas diferentes; *C. catenata*, na seção *Aegagropila*, é caracterizada por apresentar rizoides ao longo do talo, originados principalmente no ápice de células apicais, ocasionando inversão de polaridade e *C. liebetruthii*, na seção *Boodleoides*, caracteriza-se por apresentar ramos rizoidais e não rizoidais indistintos, rizoides formados da base ao ápice do talo.

Leliaert *et al.* (2007b), com base em sequências parciais de LSU rDNA, verificaram que *Boodlea vanbosseae* Reinbold posicionava-se em um clado correspondente com *Anadyomene*, *Microdictyon*, *C. catenata* e *C. liebetruthii*, porém mais fortemente relacionada ao gênero *Anadyomene*, dentro do clado com *C. catenata* em um clado irmão de isolados do Pacífico (Hawái e Japão) e do Índico (África do Sul), e distantemente relacionada às outras espécies de *Boodlea*. Morfologicamente, *C. catenata* e *B. vanbosseae* apresentam hábito em forma de almofadas rígidas, células rizoidais com hápteros terminais e células infectadas por fungo Ascomycota marinho. Contudo, *B. vanbosseae* difere de *C. catenata* por apresentar células menores, ausência de cristais protéicos, em forma de

tetraedros e apresentar fungo com hifas crescendo internamente nas paredes transversais das células.

Na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados) esse padrão se manteve e os autores sugeriram que *C. catenata* fosse estabelecida como um novo gênero, o qual a princípio teria três espécies: o material de *C. catenata* do Brasil (nom. prov.) que posicionou-se em um ramo em uma posição mais derivada que outros dois clados: um formado por isolados do Japão e do Havaí e o outro por espécimes da África do Sul. Além disso, os autores propuseram a transferência de *C. liebethuthii* para o gênero *Microdictyon*.

No litoral do Brasil, *Cladophora catenata* foi registrada para o Ceará (Pinheiro-Joventino *et al.* 1998), Paraíba (Kanagawa 1984), Pernambuco (Pereira *et al.* 2002, Gestinari *et al.* 2010), Bahia (Gestinari *et al.* 2010, Alves *et al.* 2012), Espírito Santo (Barata 2004), Rio de Janeiro (Gestinari *et al.* 1998), São Paulo (Coto 2007, Coto & Pupo 2009) e Santa Catarina (Santos 1983) e como *C. fuliginosa* Kütz. para o Rio Grande do Norte (Pereira *et al.* 1980).

Segundo Santos (1983) o material descrito pela mesma como *C. catenata* era semelhante a *C. lehmanniana*. No entanto, a autora o considerou como *C. catenata*, por esta já ter sido citada anteriormente para o Brasil, porém as ilustrações fornecidas não auxiliam na identificação do táxon.

Análises de material de herbário demonstraram que os exemplares descritos por Coto (2007) e Coto & Pupo (2009) são de uma espécie de *Cladophoropsis*, possivelmente *C. membranacea* (H.Bang ex C.Agardh) Børgesen, e o material descrito por Barata (2004) trata-se de uma espécie de *Boodlea*, próxima de *B. composita* (Harv.) F.Brand. O material referido por Gestinari *et al.* (1998), para Rio de Janeiro, foi revisado por Gestinari *et al.* (2010) e reidentificado como *C. corallicola* (= *C. aokii*).

*Cladophora coelothrix* **do Brasil** (nome provisório) (Fig. 5)

**Descrição:**—Talo verde musgo, oliváceo a amarronzado, com altura variando entre 0,5–15 cm; células da base do talo curvadas formando uma estrutura semelhante a um estolão com devido ao rizoides uni- ou multicelulares originados no polo distal das células com hápteros na extremidade originando sistema de ramos eretos; células intercalares com rizoides originados na extremidade proximal não paralelos ao eixo principal. Ramificação irregular, pseudodicotômica a unilateral, às vezes politômica. Células do talo cilíndricas.

Células apicais com ápices arredondados, 110–2000 µm de compr. x 47,5–172 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 220–1060 µm de compr. x 57,5–180 µm de diâm.; células do eixo principal medindo 480–2000 µm de compr. x 90–225 µm de diâm.; parede celular com 2,5–22,5 µm de espessura. Células apicais férteis com papilas laterais e apicais, para liberar estruturas reprodutivas.

**Habitat:**—Espécie muito comum na área de estudo, coletada em ambiente marinho, na região entremarés, sob substrato rochoso, e em manguezal. Talos menores formando populações densas, ocorrendo em locais batidos, enquanto que os talos maiores ocorreram geralmente em locais protegidos, soterrados por areia, em poças de marés.

**Material examinado:**—BRASIL, **Linhagem 1 – Agrupamento *C. coelothrix/C. coelothrix*:** Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14310 (HUEFS 217732). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20 março 2011, C.W.N. Moura et al., FSA 14337 (HUEFS 217733). **Linhagem 2 – Agrupamento *C. coelothrix/socialis*:** Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14517 (HUEFS 217729). Rio Grande do Norte: Natal, Praia do Meio, 11 janeiro 2013 C.W.N. Moura, FSA 14520 (HUEFS 217730). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 25 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14695 (HUEFS 217731). **Outros materiais examinados:**—BRASIL,. Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28 fevereiro 2014, C.W.N. Moura (HUEFS 218995); Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218996), Águas Belas, 03 março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS 218997). Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Tabatinga, 23 agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218998), Praia de Búzios, 23 agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 218999). Paraíba: João Pessoa, Cabo Branco, 20 agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219202). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219000); Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219001), Praia da Enseada dos Corais, 25 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219002); Ipojuca, Porto de Galinhas, 26 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219003); Tamandaré, Praia dos Carneiros, 28 maio 2013, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS 219004). Alagoas: Marechal Deodoro, Praia do Francês, 28 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219005). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219006); Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 fevereiro 2013, A.M. Alves et al.

(HUEFS 219007); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 09 março 2013 C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219008), *idem*, 04 julho 2013 C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219009). Sergipe: Praia da Coroa do Meio, 11 outubro 2014, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219010). Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13 novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS 219011); Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14 novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS 219012). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS 219013). Angra dos Reis, Ilha Grande, Enseada do Abraão, 08 maio 2014, Ponto 3, A.G. Pedrini (HUEFS 219014). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, A.M. Alves et al. (HUEFS 219015); São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 agosto 2012, A.M. Alves et al. (HUEFS 219016). Santa Catarina: Florianópolis, Praia Brava, 13 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219017).

**Material adicional examinado:**—Brasil, Pernambuco: Ipojuca, Praia de Serrambi, 04 junho 2001, L. Gustinari & J. Torres (PEUFR 42562). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Coroa, 28 novembro 1981, Y. Ugadim, como *Cladophora* sp. (SPF 29392), Praia da Barra do Gil, 28 novembro 1981, Y. Ugadim, como *Cladophora* sp. (SPF 29737); Ilhéus, 27 novembro 1981, Y. Ugadim, *pro parte*, como *Cladophora* sp. (SP29998).

**Distribuição:**—Na costa brasileira é uma espécie muito comum, com distribuição do Piauí, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo e Santa Catarina. Este é o primeiro registro de ocorrência para o litoral de Sergipe e do Ceará.

**Comentários:**—Em estudos filogenéticos moleculares *C. coelothrix* posicionou-se em um clado com as espécies *C. prolifera* (Roth) Kütz. e *C. socialis* Kütz., proximamente relacionado a outro com *C. catenata* e espécies de outros gêneros (Bakker et al. 1994). Leliaert et al. (2003, 2007a) demonstraram que *C. coelothrix* não é um táxon monofilético, uma vez que espécimes da Europa ocorreram em um clado junto com *C. prolifera* e *C. aokii*, enquanto que representantes tropicais ocorreram formando clados exclusivos ou com *C. socialis*, como observado na filogenia molecular de Alves et al. (dados não publicados). Esta relação entre estas espécies é esperada do ponto de vista morfológico, uma vez que todas podem formar rizoides nas células da parte distal do talo.

Uma característica importante para a identificação de *C. coelothrix* é a formação de rizoides nas células basais do talo, formando uma estrutura semelhante a um estolão, do qual origina-se um sistema de ramos eretos. A ocorrência destes rizoides em células intercalares a aproxima de *C. socialis* Kütz., porém esta última ocorre formando tufos

flutuantes e como epífitas de outras algas, com células com diâmetros menores que as de *C. coelothrix* e não apresenta ramos eretos evidentes, com ramos prostrados.

Dentre os materiais examinados, os talos dos espécimes ocorrentes no litoral da Bahia e de Alagoas foram os maiores registrados, com filamentos enrolados, formando touceiras e ramos eretos vistosos. Enquanto outros talos, registrados para os estados de Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte eram menores e formados principalmente pela parte basal, com os rizoides intercalares formando estolão e ramos eretos curtos. Essas diferenças morfológicas foram confirmadas na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados) uma vez que os espécimes identificados como *C. coelothrix* (neste estudo) do litoral da Bahia e Alagoas ocorreram em um clado com outras amostras de *C. coelothrix* do Panamá, Quênia e uma outra do Brasil (Morro de São Paulo, Garapuá) e os espécimes com talos menores e com ramificação mais esparsa ocorreram em um clado com espécimes de *C. socialis* e outros de *C. coelothrix* da Austrália e da África do Sul. Além disso, apesar de morfológicamente semelhantes ao material tipo examinado (*C. coelothrix* L 00788898!), estes não ocorreram no mesmo clado.

Dessa forma, os espécimes de *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) correspondem a pelo menos duas linhagens, os quais serão reanalisados visando buscar caracteres morfológicos distintivos para uma caracterização mais completa dos mesmos, e, posteriormente propostas como novas espécies.

***Cladophora conferta*** P.Crouan & H.Crouan, *in* Schramm & Mazé *in* Essai Class. des algues Guadel. 37. 1865 (Fig. 6)

Localidade tipo: “Guadeloupe. Moule, Plage de la Baie” (van den Hoek 1982: 177).

**Descrição:**—Talo verde escuro a amarronzado, ereto, formando tufos densos, até 3,5 cm de alt.; fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados e septados, formando disco basal. Células suprabasais com rizoides intercalares sem constrições anelares, originados na região proximal. Constrições anelares presentes nas células ao longo do talo. Talo com organização acrópeta com ramificação tricotômica regular no eixo principal, unilateral a alterna nos últimos ramos, os quais se enrolam formando ganchos característicos. Células apicais com ápice arredondado, com 60–270 µm de compr. x 22,5–60 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 110–290 µm de compr. x 17,5–50 µm de diâm.; células do eixo principal longas com 200–840 µm de compr. x 40–92,5 µm de diâm.; células basais alongadas, 310–640 µm de compr. x 50–83 µm de diâm. Parede

celular espessa e lamelada, até 10 µm de espessura. Células férteis com papilas subterminais, para liberação das estruturas reprodutivas.

**Habitat:**—Espécie pouco comum na área estudada, apesar de ocorrer formando densas populações, registrada pontualmente para o litoral das regiões Norte e Nordeste do Brasil, crescendo sobre substrato rochoso, nas bordas do recife, e em poças de marés cobertas por areia.

**Tipos examinados:**—*Cladophora conferta* P.Crouan & H.Crouan, in Schramm & Mazé (BM 000937284!), (BM 000515795!), (BM 000515795!). Como *Cladophora uncinata* Børgesen (C 1377!).

**Material examinado:**—BRASIL, Maranhão: São José do Ribamar, Praia de Araçagi, 21 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14345, (HUEFS 217735), *idem*, FSA 14851, (HUEFS 217737); Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14855 (HUEFS 217736); Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013 A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14518 (HUEFS 217734). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Pará: Salinópolis, Praia de Atalaia, 14 dezembro 2014, A.G. Pedrini (HUEFS 219018). Rio Grande do Norte: Natal, Praia do Forte, 11 janeiro 2013, C.W.N. Moura (HUEFS 219019), Praia do Meio, 11 janeiro 2013, C.W.N. Moura (HUEFS 219020). Paraíba: Carapibus, 7°18'27"S 34°48'16"W, 21 julho 2013, C.W.N. Moura, FSA 14340 (HUEFS 219203). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição, 04 julho 2012, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS 219021), Praia da Enseada do Pedrão, 02 agosto 2012, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS 219022).

**Distribuição:**—Espécie pouco comum, com distribuição tropical registrada nos oceanos Atlântico e Pacífico (van den Hoek 1982, Alves *et al.* 2012, Guiry & Guiry 2015). A espécie só havia sido registrada para o litoral da Bahia (Alves *et al.* 2012). Este trabalho amplia o registro de *C. conferta* para o litoral dos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte.

**Comentários:**—Os espécimes do litoral do Brasil concordam com os materiais tipo analisados, com a descrição e ilustrações de Børgesen (1913, como *C. uncinata*) e com os descritos e ilustrados por Taylor (1960) e van den Hoek (1982). *Cladophora conferta* apresenta morfologia distintiva dentre as espécies ocorrentes no Brasil, com um padrão de ramificação pseudotricotômica regular, além de ser a única a apresentar constrições anelares nas células ao longo do talo e sistema de últimos ramos enrolados.

Na filogenia molecular de Alves *et al.* (dados não publicados) foram geradas as primeiras sequências de DNA para *C. conferta*, as quais ocorreram formando um único

clado moderadamente sustentado proximamente relacionadas com *C. coelothrix* e *C. socialis*, o qual apresentou como grupo irmão um clado com espécimes de *C. sibogae* Reinbold da Tanzânia. Essa posição é esperada do ponto de vista morfológico, uma vez que estas apresentam rizoides sem constrições formados em células intercalares, porém *C. conferta* se mantém distinta por apresentar organização acrópeta, ramificação regular pseudo-tricotômica a unilateral nos últimos ramos, os quais se enrolam formando ganchos nos ápices, além de apresentar constrições anelares nas células.

***Cladophora corallicola*** Børgesen, Dansk Bot. Ark. 21. 1913 (Fig. 7)

Localidade tipo: “open sea at a 30 m off America Hill, St. Jan.” (Børgesen 1913: 22).

**Descrição:**—Talo verde escuro, formando tufos com até 3,5 cm de alt., rígido, com filamentos entrelaçados e curvados, irregularmente organizados; fixo ao substrato por rizoides intercalares decumbentes, septados, originados na base das células ao longo do talo. Células claviformes, alongadas e curvadas na região apical. Ramificação dicotômica a unilateral, às vezes, tricotômica. Células apicais com ápices arredondados, medindo 200–810 µm de compr. x 50–120 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 188–550 µm de compr. x 55–220 µm de diâm.; células do eixo principal 300–750 µm de compr. x 75–130 µm de diâm.; parede celular fina a espessa e lamelada, com 2,5–30 µm de espessura l. Células férteis com papilas apicais para liberação de estruturas reprodutivas.

**Habitat:**—Espécie pouco comum ao longo do litoral do Brasil, com distribuição disjunta, no entanto bastante comum no litoral da Bahia, crescendo sobre substrato rochoso na região entremarés formando emaranhados densos.

**Tipo examinado:**—*Cladophora corallicola* Børgesen (C 2059!).

**Material examinado:**—BRASIL, Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219023). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219024); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 02 agosto 2012, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS 219025), Praia da Conceição, 04 julho 2012, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS 219026). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña, 17 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219027).

**Distribuição:**—Espécie com distribuição registrada apenas para Ilhas Virgens, Bermuda e Brasil, litoral do estado da Bahia (Taylor, 1960, Alves *et al.* 2012). No presente estudo a distribuição da espécie para ampliada para os estados de Alagoas e Paraná.

**Comentários:**—Todos os registros prévios atribuídos a *C. corallicola* Børgesen, exceto os de Santos (2010) e Alves *et al.* (2012), e a *C. echinus* para o litoral do Brasil tratam-se de *C. aokii*.

O material identificado como *C. corallicola* no litoral do Brasil é morfológicamente similar ao material tipo analisado com talo esparsamente ramificado formado por células claviformes alongadas e rizoides intercalares

*Cladophora corallicola* apresenta hábito semelhante ao de *C. catenata* devido à presença de rizoides intercalares ao longo do talo, contudo a densidade e robustez dos talos em *C. catenata* são muito evidentes e *C. corallicola* possui células claviformes regulares, apresentam dimensões consideravelmente menores e, ainda, pela ausência de rizoides no ápice das células e do fungo *B. borneti* nas paredes celulares. Apresenta semelhanças ainda com o hábito de *C. echinus*, da qual difere por possuir células com diâmetro quase duas vezes menor.

Apesar de *C. corallicola* apresentar morfologia distinta são necessários estudos moleculares para entender as relações filogenéticas dessa espécie com as demais descritas para o gênero *Cladophora*.

Este é o primeiro registro da espécie para o litoral dos estados de Alagoas e do Paraná.

*Cladophora dalmatica* Kütz., Phycol. General. 268. 1843 (Fig. 8)

Localidades Tipo: “Split (Spalato), Croatia” (van den Hoek 1963: 186).

**Descrição:**—Talo verde claro, ereto, até 10 cm de alt., fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados, não septados na base. Organização acrópeta do talo com ramos fortemente falcados com ramificação densa, pseudodicotômica a unilateral, nos últimos ramos. Células apicais cilíndricas a levemente afiladas, 90–260 µm de compr. x 12,5–47,5 µm de diâm.; células do eixo principal medindo 480–1318 µm de compr. x 70–132,5 µm de diâm.; células dos últimos ramos com 110–496 µm de compr. x 22,5–76 µm de diâm.; células basais e suprabasais 100–1398 µm de compr. x 80–115 µm de diâm. Parede celular 2,5–30 µm diminuindo a espessura em direção ao ápice.

**Habitat:**—Espécie comum ao longo do litoral do Brasil. Crescendo isolada ou formando populações de poucos espécimes, sobre substrato rochoso (recife de coral, costão rochoso e bancos de arenito) na região entremarés, em poças de maré, onde os talos são mais laxos e com células com dimensões menores, principalmente nas apicais, como

epífita e hospedeira de outras algas e ainda encontrada crescendo em cordas de nylon de ancoragem de barcos.

**Tipos examinados:**—*Cladophora dalmatica* Kütz. (L 0054761!), (L 0054766!).

**Material examinado:**—BRASIL, Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013 *Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14710 (HUEFS 217740); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04 julho 2012, *C.W.N. Moura et al.* FSA 14480 (HUEFS 217739), 20 março 2013, *C.W.N. Moura et al.*, FSA 14315 (HUEFS 217741). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219028); Cajueiro da Praia, 23 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219029). Praia de Jacumã, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219204). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219030). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219031), *idem*, 16 outubro 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219032). Praia da Barra Grande, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219033), 09 março 2013, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219034), Praia da Conceição, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219035), Praia da Enseada do Pedrão, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219036); Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16 setembro 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219037), Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12 dezembro 2012, *M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219038), Praia da Ponta dos Castelhanos, 22 março 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219039). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Praia do Miguel, 16 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219040). Santa Catarina: Florianópolis, Praia da Lagoinha, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219041).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 28 outubro 2000, *L. Gestinari & J. Torres* (PEUFR 42640); Ipojuca, Praia de Serrambi, 26 abril 2001, *L. Gestinari & J. Torres* (PEUFR 43647). Rio de Janeiro, Cabo Frio, Praia das Conchas, 10 janeiro 2001, *L. Gestinari & J. Torres* (PEUFR 42651). AUSTRALIA: “South, narker rocks, Yorke Peninsula, 34°40’S 37°31’W mid eulittoral depressions”, 20 September 1981, *C. van den Hoek* (SPF 25238).

**Distribuição:**—Espécie provavelmente cosmopolita, amplamente distribuída nos trópicos e zonas temperadas quentes de ambos os hemisférios, nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (*van den Hoek & Chihara 2000*). No litoral brasileiro, *C. dalmatica* apresenta registro nos estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba, Pernambuco,

Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. Este estudo amplia a sua distribuição para os estados do Paraná e Santa Catarina.

**Comentários:**—Os espécimes de *C. dalmatica* do Brasil concordam, de modo geral, com os materiais tipo analisados. A espécie mantém-se distinta das demais espécies registradas no Brasil, principalmente de *C. vagabunda* (L.) C.Hoek e *C. laetevirens*, espécies morfológicamente próximas, por apresentar ramificação densa, pseudodicotômica a unilateral; últimos ramos falcados a refrato-falcados, formando “pompons” característicos, células apicais cilíndricas a levemente afiladas com dimensões celulares menores.

Devido à grande plasticidade morfológica e à falta de caracteres estáveis as espécies do complexo *C. vagabunda* podem ser facilmente confundidas.

Em estudos filogenéticos moleculares, espécimes de *C. dalmatica* do Egito ocorreram com *C. vagabunda* das Filipinas (Hayakawa *et al.* 2012) e espécimes de *C. dalmatica* do Brasil se agruparam com *C. vagabunda* da Tanzânia (Alves *et al.*, dados não publicados) o que evidencia a confusão na identificação destas espécies. No entanto, neste último estudo, *C. vagabunda* da localidade tipo ocorreu em um outro clado, mostrando que *C. vagabunda* Tanzânia pode ser um nome mal aplicado a *C. dalmatica*.

#### ***Cladophora laetevirens* do Brasil (nome provisório) (Fig. 9)**

**Descrição:**—Talo verde escuro, até 17 cm de alt., formando tufo densos, com aspecto esponjoso, fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados, muitas vezes formando feixes emaranhados. Organização acrópeta com divisões intercalares, resultando em ramos irregularmente organizados, com ramificação densa na parte basal do talo, pseudodicotômica a unilateral, últimos ramos falcados a refrato-falcados; ramos unicelulares curtos desde a parte mediana à apical do talo. Células apicais cilíndricas, curvadas, com ápice arredondado, 190–680 µm compr. x 55–120 µm diâm.; células dos últimos ramos medindo 280–789 µm compr. x 75–120 µm diâm.; células do eixo principal 585–1254 µm compr. x 90–160 µm diâm. Parede celular lamelada com 7–25 µm de espessura.

**Habitat:**—Espécie comum, porém com registros disjuntos ao longo do litoral do Brasil, encontrada crescendo sobre substrato rochoso, em áreas batidas, sujeitas à arrebentação das ondas e em poças de maré com *C. dalmatica*, *C. vagabunda* e *C. brasiliiana*.

**Material examinado:**—BRASIL, como *C. laetevirens* 1. Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14890 (HUEFS 217742). Bahia: Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 fevereiro 2013, *A.M. Alves et al.* FSA 14343 (HUEFS 217743). Como *C. laetevirens* 2. Piauí: Cajueiro da Praia, 23 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14861 (HUEFS 217744); Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013 *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14845 (HUEFS 217748), *idem*, FSA 14717 (HUEFS 217749). Bahia: Salvador, Praia da Barra, 10 fevereiro 2012, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14324 (HUEFS 217745). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 julho 2013, *A.M. Alves et al.*, FSA 14715, (HUEFS 217750); Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717', LMSG 444, 16 novembro 2012, *L.M.S. Gestinari*, FSA 14824 (HUEFS 217747). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, *A.M. Alves et al.*, FSA 14848 (HUEFS 217751), *idem*, FSA 14719 (HUEFS 217753); São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 agosto 2012, *A.M. Alves et al.*, FSA 14718 (HUEFS 217752). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14722 (HUEFS 217754), *idem*, FSA 14499 (HUEFS 217755). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Ceará: Cascavel, Águas Belas, 03 março 2014, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219042). Praia de Jacumã, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219205). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219043); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, *idem*, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219044), *idem*, 09 março 2013, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219045), *idem*, 04 julho 2013, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219046); Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14 novembro 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219047); Cairu, Ilha de Boipeba, Praia da Ponta dos Castelhanos, 22 março 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219048). Rio de Janeiro: Armação dos Búzios, Praia Brava, 14 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219049). Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219050), Praia Brava, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219051). Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219052).

**Material adicional examinado:**—USA, California: Pacific Grove, Monterey, on overhanging rocks and in shaded pools, 26 dezembro 1909, *N.L. Garden* 2124 (SPF 006131). ITÁLIA, “Lido di Venezia”, 27 julho 1965, *S. Pignatti* (SPF 006168).

**Distribuição:**—No litoral do Brasil foi registrada previamente para o litoral de Pernambuco (Soares & Fujii 2012), Bahia (Santos 2010, Almeida *et al.* 2012, Alves *et al.*

2012) e Rio de Janeiro (Yoneshigue-Valentin *et al.* 2008). Este estudo amplia a ocorrência da espécie para os estados do Piauí, Ceará, Alagoas, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

**Comentários:**—Estudos filogenéticos, baseados em sequências de LSU rDNA, SSU rDNA e ITS rDNA têm demonstrado que *C. laetevirens* faz parte do complexo de espécies *C. vagabunda*, que incluiu ainda a espécie *C. dalmatica* (Bakker *et al.* 1995a, Breeman *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, 2007a, Ichihara *et al.* 2013, Bast *et al.* 2014, Pochon *et al.* 2015). Tradicionalmente, *C. laetevirens* é separada morfológicamente das demais por ser a única, entre as três espécies, que possui ramos laterais curtos e unicelulares ao longo do talo, principalmente nos últimos ramos.

Segundo van den Hoek & Chihara (2000) *C. laetevirens* é próxima ainda à *C. lehmanniana* quanto ao hábito e por formar ramos curtos, contudo difere por apresentar células com menor diâmetro. Além disso, os ramos curtos em *C. lehmanniana* estão restritos aos últimos ramos, que são retos e com ramificações regulares.

Bot *et al.* (1990) estudaram as relações genotípicas entre isolados de *C. laetevirens* e de *C. vagabunda* e demonstraram que populações de *C. laetevirens* do Atlântico NE e Sudeste da Austrália são geneticamente divergentes.

Apesar de os espécimes do Brasil apresentarem características morfológicas semelhantes às descritas para *C. laetevirens* (incluindo o material tipo analisado (L 0054833!, L 0054834!), no estudo filogenético molecular de Alves *et al.* (dados não publicados), e ocorrerem no clado principal com todas as espécies tradicionalmente incluídas na seção *Glomeratae s.l.*, estes formaram dois agrupamentos, o primeiro com espécimes identificados como *C. laetevirens* 1 que ficaram no mesmo clado de *C. laetevirens* da localidade tipo, porém em um subclado separado e com alto suporte e o segundo separado deste último, constituindo uma politomia de 12 amostras identificadas como *C. laetevirens* 2 também fortemente sustentado. Além disso, ainda teve uma amostra de *Cladophora* sp. (2) do Brasil que se agrupou com um material da Tanzânia descrito como *C. laetevirens*, ambas mais próximas ao clado de *C. laetevirens* 2 que do clado composto por *C. laetevirens* 1 e *C. laetevirens* da localidade tipo. Tal fato demonstra a grande plasticidade morfológica dentro dos taxa incluídos na seção *Glomeratae s.l.* o que dificulta a identificação taxonômica, como observado por diversos autores do Brasil (Ugadam 1973, Oliveira Filho 1977, Santos 1983, Kanagawa 1984, Yoneshigue 1985, Gustinari *et al.* 2010, Alves *et al.* 2012).

Diante destes resultados, os materiais identificados como *C. laetevirens* para o litoral do Brasil para esses três agrupamentos deverão ser reanalisados na tentativa de buscar uma congruência entre os dados morfológicos e moleculares, uma vez que se referem a pelo menos três linhagens que devem ser propostas posteriormente como novas espécies.

***Cladophora lehmanniana*** (Lindenb.) Kütz., Phycol. General. 268. 1843 (Fig. 10)

Basiônimo: *Conferva lehmanniana* Lindenb., Linnaea 1840: 179-180, pl. II.

Localidade tipo: “Helgoland, Germany” (van den Hoek 1963: 122).

**Descrição:**—Talo verde claro, rígido, com até 5 cm alt., fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados. Talo com organização acrópeta, com ramificação pseudodicotômica a unilateral, com últimos ramos retos a refrato-falcados, dispostos unilateralmente, formando ramos curtos no ápice. Células apicais cilíndricas a levemente clavadas, com ápice arredondado, 180–715 µm compr. x 110–180 µm diâm.; células dos últimos ramos medindo 300–(472)–810 µm compr. x 160–(190)–210 µm diâm.; células do eixo principal 280–1480 µm compr. x 163–330 µm diâm. Parede celular lamelada 10–37 µm de espessura.

**Habitat:**—Espécie pouco comum, formando tufos rígidos, crescendo em costão rochoso em áreas sujeitas à arrebentação das ondas.

**Tipos examinados:**—*Cladophora lehmanniana* (Lindenb.) Kütz. (L 0054844!), (L 0054845!).

**Material examinado:**—BRASIL, São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 agosto 2012, A.M. Alves et al. FSA 14723 (HUEFS 217756), *idem*, FSA 14724 (HUEFS 217757). **Outros materiais examinados:**—Alagoas, Maceió, Praia da Sereia 24 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219053). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04 julho 2012 C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219054). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, A.M. Alves et al. (HUEFS 219055).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, São Paulo: São Vicente, Praia de Paranapoan, 09 março 1977, E.C. Oliveira, como *C. utriculosa* Kütz. (SPF 50992), *idem*, 01 dezembro 1955, E.C. Oliveira, como *C. utriculosa* (SPF 271). URUGUAI, “Balneario La Paloma”, 22 março 1970, Pujals, como *C. utriculosa* (SPF 6800); “Cabo Polonio: del faro”, 04 abril 1970, J. Coll, como *C. utriculosa* (SPF 6801). AUSTRÁLIA, Sul, “Victor

Harbor”, 10 outubro 1982, *H.B.S. Womersley* (SPF 25229). ITÁLIA, “Trieste, Grignano”, 24 setembro 1965, *S. Pignatti* (SPF 006169).

**Distribuição:**— Espécie com distribuição nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, muito comum no Mar Mediterrâneo (van den Hoek 1963, Guiry & Guiry 2015). Para o litoral do Brasil, o material foi citado previamente apenas para o litoral de São Paulo (Coto & Pupo 2009). Este estudo confirma a ocorrência da espécie em São Paulo e faz o registro da ocorrência de materiais com morfologias muito semelhantes no litoral de Alagoas e Bahia.

**Comentários:**—O material identificado neste estudo apresenta talos mais ramificados que os descritos e ilustrados por Coto & Pupo (2009), com a morfologia mais próxima ao material tipo analisado e das descrições e ilustrações de van den Hoek (1963) e Leliaert & Boedeker (2007) com últimos ramos falcados e retos.

*Cladophora lehmanniana* apresenta morfologia muito próxima à *C. hutchinsiae* descrita por Leliaert & Boedeker (2007), porém a parte apical do talo nesta não forma ramos unicelulares curtos e a ramificação não é tão regular quanto à de *C. lehmanniana*.

van den Hoek (1963) sinonimizou os espécimes referidos como *Cladophora utriculosa* a *C. lehmanniana*; no entanto, alguns autores como Silva *et al.* (1996) não consideraram esta proposição, uma vez que se mantêm incertos com a distinção entre *C. lehmanniana* e *C. hutchinsiae* (Dillwyn) Kütz.

Análises filogenéticas moleculares com base em sequências parciais LSU rDNA indicaram uma relação muito estreita entre *C. lehmanniana* e *C. hutchinsiae* e sugeriram coespecificidade entre os dois taxa (Boedeker, dados não publicados, Leliaert & Boedeker 2007). No entanto, essa relação não foi observada na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados), onde *C. hutchinsiae* foi o grupo irmão do clado de espécies consideradas como fazendo parte do complexo morfológico de espécies *C. albida/sericea*, no qual *C. lehmanniana* formou um subclado proximamente relacionado à *C. laetevirens* 1 e à *C. laetevirens* da localidade tipo, com alto suporte (BI 1.00).

As sequências geradas para *C. lehmanniana* no estudo de Alves *et al.* (dados não publicados) são as únicas conhecidas para a espécie, o que inviabilizou a comparação destas com outras amostras de *C. lehmanniana*. Sendo assim, é necessária a ampliação da amostragem, principalmente do material da localidade tipo para confirmação das relações filogenéticas intraespecíficas e com as demais descritas para o gênero *Cladophora*.

***Cladophora prolifera* do Brasil (nome provisório) (Fig. 11)**

**Descrição:**— Talo verde escuro a enegrecido, ereto, rígido, formando tufos densos, até 25 cm alt.; fixo ao substrato por um estipe formado por feixes de rizoides não unicelulares com constrições anelares e extremidades lobadas. Organização acrópeta com ramificação tricotômica a politômica no eixo principal a unilateral nos últimos ramos. Células do eixo principal com processos rizoidais curtos na base unindo-as à célula parental abaixo. Talo com células alongadas e cilíndricas. Células apicais com ápice arredondado, medindo 1100–3210  $\mu\text{m}$  de compr. x 210–441  $\mu\text{m}$  de diâm.; células dos últimos ramos 346–1089  $\mu\text{m}$  de compr. x 110–220  $\mu\text{m}$  de diâm.; células do eixo principal clavadas, com 1010–5089  $\mu\text{m}$  de compr. x 240–315  $\mu\text{m}$  de diâm.; células basais 398–1200  $\mu\text{m}$  de compr. x 90–215  $\mu\text{m}$  de diâm.. Paredes celulares finas na parte apical do talo com até 15  $\mu\text{m}$  de espessura e espessas e lameladas com até 42  $\mu\text{m}$  de espessura.

**Habitat:**—Espécie ocorre em substrato rochoso, em poças de marés soterrada por areia, formando talos maiores que os que crescem em frestas das rochas em áreas sujeitas à arrebentação das ondas, crescendo sob conchas de moluscos, cordas de ancoragem de barcos e como epífita de outras algas.

**Material examinado**—BRASIL, Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28 fevereiro 2014, *C.W.N. Moura*, FSA 14762 (HUEFS 217764). Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios, 23 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14351 (HUEFS 217762). Paraíba: Carapibus, 7°18'27"S 34°48'16"W, 21 julho 2013, *C.W.N. Moura*, FSA 14340 (HUEFS 217765). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14309 (HUEFS 217763). Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 fevereiro 2013, *A.M. Alves et al.*, FSA 14338 (HUEFS 217766). Espírito Santo: Piúma, Ilha do Gambá, 09 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14349 (HUEFS 217767). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14781 (HUEFS 217768). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14786 (HUEFS 217769). **Outros materiais examinados**—BRASIL, Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219121). Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219197), Águas Belas, 03 março 2014, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219056); Caucaia, Praia do Pacheco 24 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219057). Rio Grande do Norte: Natal, Praia do Forte 11 janeiro 2013, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219058), Prainha, 19 junho 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219059), Areia Preta, 21 junho 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219060);

Genipabu, 30 dezembro 2012, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219061); Nísia Floresta, Praia de Pirangi, 01 janeiro 2013, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219062), Praia da Barreta, 21 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219063), Praia de Búzios, 23 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219064), Praia de Pirambúzios, 18 maio 2011, *M.F. Oliveira-Carvalho* (HUEFS 219065). Paraíba: Praia de Coqueirinho, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219066), Praia de Jacumã, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219067). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219068). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219069). Bahia: Salvador, Praia da do Farol da Barra, 10 fevereiro 2012, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219070), Praia de Stella Maris, 10 fevereiro 2012, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219071); Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219072); Lauro de Freitas, Praia de Vilas do Atlântico, 15 outubro 2012, *P.B. Jesus*, (HUEFS 219073); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219074), Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14.xi.2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219075), Praia de Back Door, 15 novembro 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219076), Praia do Resende, 13 novembro 2012, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219077). Espírito Santo: Serra, Jacaréipe, Curva da Baleia, 10 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219078). Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto 1, 16 setembro 2012, *L.M.S. Gustinari* (HUEFS 219079); Ilha do Francês, Ponto 6, 21 janeiro 2012, *L.M.S. Gustinari* 371 (HUEFS 219080); Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219081); Mangaratiba, Ilha de Itacuruçá, 04 outubro 2013, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219082). São Paulo. Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219083). Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Pina, Morro do Meio, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219084). Santa Catarina: Florianópolis, Ponta das Canas, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219085), Praia da Lagoinha, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219086), Praia de Armação, 15 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219087). Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219088).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Aratuba, 15 abril 1988, *Oliveira Filho*, como *Cladophora* sp. (SPF 53194); Santa Cruz de Cabralia, 26 novembro 1981, *Y. Ugadim*, como *Cladophora* sp. (SPF 28367), *idem* (SPF

29999). Espírito Santo: Portocel, Barra do Riacho, casa de hóspedes, 16 fevereiro 1984, E.C. Oliveira, como *Cladophora* sp. (SPF 29077). Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Prainha, Ponto 4, Mediolitoral, 02 abril 2011, L.S. Dias (RUSU 07); Macaé, Praia dos Cavaleiros, 19 novembro 2002, s. col. (RFA 31634). São Paulo: Itanhaém, Foz do Rio Branco, 02 janeiro 1951, A.B. Joly (SPF 298), Praia de Peruíbe, 10 novembro 1966, Y. Ugamim, como *Cladophora* sp. (SPF 025606); São Vicente, Praia de Parnapoan, 07 outubro 1953, A.B. Joly (SPF 005388), *idem*, (SPF 9950); Ubatuba Praia Brava do Sul, 17 maio 2000, M.T. Fujii, como *C. corallicola* (SP 371644). AUSTRÁLIA, Koonya Bay, Mornington Peninsula, Victoria, 38°30'S 44°44'W, rear reef pool, shaded, 15 January 1974, H.B.S. Womersley (SPF 25241). PORTO RICO, Guayanés, Yabucoa Bay, South East coast, 25 agosto 1965, M. Díaz-Piferrer (SPF 8196).

**Distribuição:**—Espécie com distribuição no litoral do Brasil, desde o estado do Piauí ao Rio Grande do Sul e recentemente registrada para Sergipe, crescendo em profundidades de até 30 m (Pereira *et al.* 2014).

**Comentários:**—Os espécimes do litoral do Brasil analisados apresentam características morfológicas semelhantes às dos materiais tipo analisados de *Cladophora prolifera* (L 054854!, L 0054856!), tais como: organização do talo acrópeta, estipe basal formado por feixes de rizoides com constrições anelares e além disso, apresentam processos semelhantes a rizoides curtos no polo proximal de células fixando-as às células parentais abaixo. Entretanto, na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados) estes espécimes formaram uma politomia exclusiva e distantemente relacionada do clado de *C. prolifera*.

Nos estudos filogenéticos moleculares de Bakker *et al.* (1994), Hanyuda *et al.* (2002) Yoshii *et al.* (2004) e Leliaert *et al.* (2003, 2007a,b), baseados em ITS rDNA, SSU rDNA e LSU/SSU rDNA, respectivamente, *C. prolifera* ocorreu em clados com gêneros tradicionalmente posicionados na ordem Siphonocladales e com outras espécies de *Cladophora*, tais como *C. aokii*, *C. coelothrix*, *C. liebetruthii*, *C. catenata*, *C. socialis* e *C. sibogae*.

Segundo van den Hoek (1963, 1982) e van den Hoek & Chihara (2000), a morfologia de *C. prolifera* é muito constante e não sofre alterações com as mudanças ambientais e, conseqüentemente, a espécie não apresenta muitos problemas taxonômicos, o que a coloca como uma das espécies de *Cladophora* mais facilmente distinguível, muito embora van den Hoek (1982) tenha demonstrado que os diâmetros das células da parte distal

do talo, variavam, principalmente, com relação à idade, diminuindo gradualmente com o contínuo crescimento da planta.

van den Hoek (1982) e van den Hoek & Chihara (2000) baseados nas descrições e ilustrações de Papenfuss (1943), Taylor (1945), Egerod (1975), Papenfuss & Chihara (1975) e Jaasund (1976) enquadraram *C. rugulosa* G.Martens como sinônimo de *C. prolifera*. No entanto, Leliaert & Coppejans (2003) consideraram ambas como distintas. Segundo estes últimos autores, *C. rugulosa* difere por apresentar talo fixado por um estipe composto por uma única célula clavada conspícua com constrictões anelares, rizoides basais ramificados, sem constrictões anelares e polos proximais de células velhas com protuberâncias distintas (processos semelhantes a rizoides curtos) para se fixar na célula parental abaixo. Ainda segundo estes autores, *C. rugulosa* é provavelmente endêmica da África do Sul.

Os espécimes identificados como *C. prolifera* do Brasil compartilham caracteres morfológicos descritos tanto para *C. prolifera* quanto para *C. rugulosa*, tais como talo com estipe formado por feixes de rizoides com constrictões anelares e processos rizoidais curtos nos polos proximais das células, respectivamente, porém na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados) ocorreram em um clado separado destas. Dessa forma, *C. prolifera* pode ser enquadrada como uma espécie críptica, sendo necessários estudos detalhados, abrangendo outras áreas geográficas para verificar as relações filogenéticas destas. É provável que os espécimes identificados como *C. prolifera* do Brasil correspondam a uma espécie nova.

***Cladophora rupestris* do Brasil (nome provisório) (Fig. 12)**

**Descrição:**—Talo verde escuro, ereto, até 7,5 cm de alt., fixo ao substrato por rizoides ramificados, originados da célula basal. Ramificação dicotômica, esparsa, com formação de filamentos longos não ramificados característicos. Células apicais com ápice arredondado, 67–165 µm de compr. x 57,5–(85)–105 µm de diâm.; células dos últimos ramos 126,5–(232)–578,5 µm de compr. x 96,7–(115)–170 µm de diâm.; células do eixo principal medindo 485–(673)–1100 µm de compr. x 98–(188)–237,5 µm de diâm.; parede celular nitidamente lamelada, delimitando toda a célula, com 5–12,5 µm de espessura.

**Habitat:**—Crescendo sobre costões rochosos, recife de coral e banco de arenito, na região entremarés, principalmente em locais batidos, sujeitos à arrebentação das ondas.

**Material examinado:**—BRASIL, Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14794 (HUEFS 217770). Bahia: Salvador, Praia da Barra, entre o Cristo e o Farol, 10 fevereiro 2012, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14341 (HUEFS 217771). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, *A.M. Alves et al.*, FSA 14792 (HUEFS 217772). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Paraíba: Conde, Praia de Coqueirinho, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219089). Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, recife entre o Cristo e o Farol, fundo do Restaurante Barra Vento, 10 fevereiro 2012, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219090). Espírito Santo: Serra, Jacareípe, Curva da Baleia, 10 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219091); Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219092). Rio de Janeiro: Armação dos Búzios, Praia do Forno, 14 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219093). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219094). Santa Catarina: Florianópolis, Praia Brava, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219095). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219096), Prainha, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219097), pedra do Meio, 12 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219098), Praia da Cal, 12 fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219099).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 23 junho 2001, *L. Gustinari & J. Torres* (PEUFR 42753). Bahia: Salvador, Praia da Barra, 10 agosto 2006, *A.M. Alves s.n.* (HUEFS136587, como *Cladophora* sp. 2). Espírito Santo: Aracruz, Coqueiral de Aracruz, 14 outubro 1985, *M.P.B. Guimarães et al.* (SP 364960); Ilha Branca, Marataízes, 18 março 1983, *E.C. Oliveira*, como *Cladophora* sp. (SPF 29397). Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: Praia de Copacabana, 02 maio 2010, *P. Ilich et al.* (HUEFS); Niterói, Ilha de Boa Viagem, 16 junho 2003, *L. Gustinari & J. Torres* (PEUFR 42758). São Paulo: São Vicente, Praia de Parnapoan, 21 novembro 1953, *A.B. Joly*, como *Cladophora* sp. (SPF 005386); Itanhaém, Praia de Peruíbe, 19 maio 1966, *Y. Ugadim* (SPF 740); Juréia, Ponta do Grajaúna, 20 setembro 2002, *D.P. Santos* (SP 371491). CANADÁ, Digby: Sandy Cove, 11 junho 1979, *Y. Ugadim* (SPF 50340). FRANÇA, “Roscoff”: 06 outubro 1981, *R.P.F. Schenkman & F. Magne* (SPF 025363).

**Distribuição:**—O táxon apresenta registros prévios no Brasil para o Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. O presente estudo amplia o registro de ocorrência da espécie no litoral do Brasil para os estados da Bahia e Rio Grande do Sul.

**Comentários:**—Apesar dos espécimes do litoral do Brasil identificados no presente estudo apresentarem morfologia semelhante à descrita para *C. rupestris* (L.) Kütz. na filogenia de Alves *et al.* (dados não publicados) estes se posicionaram com espécies tradicionalmente incluídas na seção *Glomeratae s.l.* e não com a amostra de *C. rupestris* da França.

Segundo van den Hoek & Chihara (2000) do ponto de vista morfológico *C. rupestris* poderia se posicionar perfeitamente na seção *Glomeratae s.l.* No entanto, foi mantida na seção *Rupestres* por estes devido à sua posição na árvore filogenética de Bakker *et al.* (1994), com base em 18S rRNA, o que foi corroborado nas filogenias moleculares de Bakker *et al.* (1994), Hanyuda *et al.* (2002), Leliaert *et al.* (2003, 2007a) e de Gustinari *et al.* (2009) inferida a partir de sequências de SSU rDNA, onde uma amostra de *C. rupestris* do Brasil ocorreu em uma politomia com espécies de *Chaetomorpha* e com *C. rupestris* da França. Essa estreita relação entre *C. rupestris* e espécies de *Chaetomorpha* corrobora a ideia de van den Hoek (1982) e van den Hoek & Chihara (2000) de que *Chaetomorpha* pode ser considerado como uma forma reduzida de *Cladophora* com intenso crescimento intercalar e redução extrema da ramificação e não um gênero irmão primitivo de *Cladophora*.

Horta (2000) fez referência a *C. rupestris* no Brasil como *C. capensis*. No entanto, o material não foi descrito e ilustrado e a citação não foi aceita por vários autores (Barata 2004, Wynne 2011, Gustinari *et al.* 2010), exceção à Széchy *et al.* (2005) e Reis (2009). Coto & Pupo (2009) chamaram a atenção para a necessidade de revisão do material com base em dados de DNA. Segundo as autoras, a frequência com que esta espécie é encontrada não deixa dúvidas sobre sua ocorrência, seja como *C. rupestris* ou *C. capensis*. Elas optaram por manter como *C. rupestris* até que novos estudos fossem realizados. Segundo Bakker *et al.* (1995a), *C. capensis* é uma espécie endêmica da África e tem sido registrada apenas para a Namíbia e África do Sul (Guiry & Guiry 2015).

Na filogenia molecular realizada por Gustinari *et al.* (2009), com base em SSU rDNA, as sequências de *C. rupestris* da Paraíba (Brasil) e da França ocorreram formaram uma politomia basal ao Grupo II, o qual foi constituído de espécies incluídas na seção *Glomeratae s.l.* e de espécies dos gêneros *Chaetomorpha* e *Rhizoclonium*.

De acordo com os trabalhos de Bakker *et al.* (1994), Leliaert *et al.* (2003, 2007a), Gustinari *et al.* (2009) e Alves *et al.* (dados não publicados), os materiais de *C. rupestris* da França e do Brasil e *C. capensis* se mostraram distintos, sendo muito provável que os

espécimes de *C. rupestris* do Brasil identificados neste estudo correspondam a uma espécie nova.

*Cladophora sericea* (Huds.) Kütz., Phycol. General. 264. 1843 (Fig. 13)

Basiônimo: *Conferva sericea* Huds., Fl. Angl. (1762: 485)

Localidade tipo: “Isle of Sheppey, Kent, England” (Silva *et al.* 1996: 280)

**Descrição:**—Talo de cor verde claro, ereto, até 5,5 cm alt., fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados. Crescimento do talo principalmente por divisão de células intercalares. Ramificação irregular a unilateral, com formação de ramos longos pouco ramificados. Células apicais com ápice arredondado a acuminado, 72–180 µm de compr. x 20–68 µm de diâm.; células dos últimos ramos 120–242 µm compr. x 35,7–85,5 µm de diâm.; células do eixo principal medindo 200–676 µm de compr. x 89–110 µm de diâm.

**Habitat:**—Espécie pouco comum no litoral do Brasil, coletada sobre substrato rochoso, formando tufos de poucos espécimes.

**Material examinado:**—BRASIL, Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Ilha Grande, Praia Saco de Dois Rios, 29 abril 2014, A.G. Pedrini *et al.* (HUEFS 219100). Santa Catarina: Florianópolis, Praia do Matadeiro, 15 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219101).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, São Paulo: Ilha Bela, Praia do Gato, 26 outubro 2000, D.P. Santos (SP 371851). AUSTRÁLIA, Tasmânia: “Stewarts Bay, Port Arthur”, 43°10’S 147°52’W, 30 outubro 1982, H.B.S. Womersley (SPF 25236).

**Distribuição:**—Espécie com distribuição anfiatlântica, em ambas as regiões, temperadas quentes e frias, estendendo-se aos oceanos Índico e Pacífico. Lee (1980) fez referência para o Ártico Canadense, porém segundo van den Hoek (1982), trata-se de espécimes de *Acrosiphonia* J.Agardh. No litoral do Brasil foi referida anteriormente para o Arquipélago de Fernando de Noronha (Williams & Blomquist 1947, como *Cladophora gracilis* f. *subflexuosa* Collins), São Paulo (Coto & Pupo 2009, Pupo & Coto 2011) e para o Rio de Janeiro (Dickie 1875, como *Cladophora nitida* Kütz.). Este estudo amplia a ocorrência de *C. sericea* para os estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina.

**Comentários:**—Santos (1983) fez referência a *C. flexuosa* para Santa Catarina e sugeriu que fossem realizadas comparações com *C. sericea* e *C. albida*, uma vez que muitos registros de *C. flexuosa* para a Europa foram considerados por van den Hoek (1963) como formas delicadas de *C. sericea*, as quais também se assemelham a *C. albida*. As

dimensões das células apicais deste material são próximas das observadas nos espécimes do presente estudo, contudo as células do eixo principal do material identificado por Santos (1983) são até 10 vezes mais longas que o material ora identificado.

O aspecto geral do talo e o formato das células são similares aos descritos por Coto & Pupo (2009), no entanto estes últimos apresentam dimensões celulares maiores. Os materiais do Brasil se assemelham ainda com algumas formas descritas por van den Hoek (1963) e Leliaert & Boedeker (2007) principalmente com a formação dos ramos longos pouco ramificados, formando células mais infladas.

Segundo os estudos de Bakker *et al.* (1995a) e Breeman *et al.* (2002), *C. sericea* faz parte de um complexo de espécies proximamente relacionadas, constituído por *C. albida*, *C. capensis*, *C. flexuosa* e *C. opaca* Sakai.

Devido ao escasso registro de espécimes ao longo do litoral do Brasil, os quais foram descritos apenas por Santos (1983, como *C. flexuosa*), por Coto (2007) e Coto & Pupo (2009), recomenda-se que mais estudos sejam realizados incluindo dados de DNA para o entendimento das relações filogenéticas dessa espécie com as demais do gênero *Cladophora*.

***Cladophora socialis*** Kütz. Spec. Alg., 416. 1849 (Fig. 14)

Localidade tipo: Tahiti (Silva *et al.* 1996: 781).

**Descrição:**—Talo de cor verde claro, pálido, delicado, crescendo formando tufo emaranhados junto com outras algas, fortemente entrelaçados devido à presença de rizoides originados nos polos proximais de células da poção mais basal do talo ou como massas flutuantes. Ramificação irregular, alterna a unilateral; Células apicais com ápice arredondado a quadrático 55–110 µm de compr. x 12,5–32,5 µm de diâm.; células dos últimos ramos medindo 67,5–267,5 µm de compr. x 15,5–47,5 µm de diâm.; Células do eixo principal com 138–957 µm de compr. x 37,5–135 µm de diâm.; parede celular com 2,5–17,5 µm de espessura. Estruturas reprodutivas não observadas.

**Habitat:**—Os espécimes foram encontrados em áreas expostas na maré baixa de sizígia crescendo sob talos de *Digenea simplex* (Wulfen) C.Agardh e em poças de marés, emaranhadas e fortemente entrelaçadas em talos *Hypnea* J.V.Lamour., *Palisada perforata* (Bory) K.W.Nam, *Dictyota* J.V.Lamour., *Dictyopteris* J.V.Lamour., entre outras.

**Tipo examinado:**— *Cladophora socialis* Kütz. (L 0054902!).

**Material examinado:**—BRASIL, Ceará: Cascavel, Caponga, 25 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219102). Alagoas: Maceió, Ponta Verde, 27 abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219103). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, arrasto, 17 março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS 219104), Praia da Barra Grande, 09 março 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219105), Jeribatuba, isótopos, campanha 13, *idem*, 18 março 2014, C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219106), *idem*, 09 abril 2013, C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219107); Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12 dezembro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219108), Praia da Ponta dos Castelhanos, 22 março 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS 219109).

**Distribuição:**—Espécie com distribuição anfiatlântica tropical a temperada quente, em áreas tropicais do Atlântico e Índico e subtropical do Pacífico (van den Hoek 1982). No litoral do Brasil, é uma espécie pouco comum, registrada previamente apenas para o litoral do Bahia, Ilha de Bimarras e Itaparica por Almeida et al. (2012). Este estudo amplia a sua distribuição com o registro para o litoral dos estados de Ceará e Alagoas.

**Comentários:**—O hábito de *C. socialis* é próximo ao de *C. coelothrix* devido à presença de rizoides ao longo do talo. Contudo, *C. socialis* apresenta talo basicamente prostrado com ramos eretos indistintos, com ramificações esparsas, células com diâmetros consideravelmente menores que os de *C. coelothrix* do Brasil, os quais diferem, em sua maioria, por formar na base do talo uma estrutura semelhante a um estolão devido aos rizoides hapteroidais intercalares e por possuir ramos eretos evidentes e frondosos com ramificação relativamente mais densa que os de *C. socialis*, além dos diâmetros serem até 10 vezes maiores.

Tanto *C. socialis* quanto *C. coelothrix* foram incluídas na seção *Repentes* por van den Hoek (1963, 1982) e van den Hoek & Chihara (2000) baseados na presença de rizoides intercalares ao longo do talo.

Nos estudos filogenéticos moleculares de Bakker et al. (1994) e Leliaert et al. (2003, 2007a), *C. socialis* formou um clado com espécimes de *C. coelothrix*, sendo este proximamente relacionado ao de *C. sibogae*. Essa estreita relação também foi observada na filogenia de Alves et al. (dados não publicados), onde os espécimes de *C. coelothrix* com talos formados principalmente por ramos basais e com ramos eretos curtos e esparsamente ramificados ocorreram com amostras de *C. socialis* da Austrália, Jamaica e África do Sul e de *C. coelothrix* da Austrália, África do Sul e Indonésia.

Estes resultados demonstram a fragilidade dos caracteres morfológicos empregados na identificação das espécies de *Cladophora*, os quais são muito plásticos e sofrem

alterações devido à idade da planta, condições ambientais, além da diversidade críptica observado por diversos autores (van den Hoek 1963, Parodi & Cáceres 1991, Gustinari *et al.* 2005, Alves *et al.* 2012) e a necessidade de mais estudos moleculares para entender as relações filogenéticas dessa espécie com as demais espécies de *Cladophora*.

***Cladophora vagabunda*** (L.) C.Hoek, Rev. Eur. Sp. *Cladophora* 144. 1963 (Fig. 15)

Basiônimo: *Conferva vagabunda* L. Sp. Pl. (1753: 1167).

Localidades lectótipo: Selsey, Sussex, England (van den Hoek, 1963: 144).

**Descrição:**—Talo verde claro a escuro, ereto, delicado a robusto, com até 30 cm de alt., fixo ao substrato célula basal alongada, clavada com rizoides multicelulares, ramificados formando disco lobado. Base do talo com ramificação pseudodicotômica a politômica com até 5 ramos por nó. Organização acrópeta com últimos ramos fasciculados retos, falcados a refrato-falcados com ramificação pseudodicotômica a unilateral. Células apicais cilíndricas encurvadas com ápices afilados, cônicos a arredondados com 90–555 µm de compr. x 50–110 µm de diâm. Células dos últimos ramos 110–805 µm µm de compr. x 60–145,2 µm de diâm.; células do eixo principal com 590–3100 µm de compr. x 190–298 µm de diâm.; células basais com 1–5 mm de compr. x 67,5–310 µm de diâm. Parede celular com espessura variando de 2,5 a 42,5, lamelada. Células apicais férteis com papilas laterais (1–2).

**Habitat:**—Espécie muito comum no litoral do Brasil encontrada crescendo em diversos substratos, desde costão rochoso, recife de coral, bancos de arenito, cascos de barco e nas cordas de nylon de ancoragem destes, como epífitas de outras algas, muito comum sob *D. simplex*, em áreas protegidas, como poças de marés formando talos delicados e em zonas batidas e sob à arrebentação das ondas, onde os talos são robustos e densamente ramificados.

**Tipos examinados:**—*Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek. (L 0054921!), (L 0054916!), (L 0054915!).

**Material examinado:**—BRASIL, Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS219110), Cajueiro da Praia, 23 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219111). Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219112), Águas Belas, 03 março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS 219113); Caucaia, Praia do Pacheco, 24 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219114). Rio Grande do Norte: Natal, Areia Preta, 21 junho 2012, A.A.

*Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219115), Praia do Forte, 11 janeiro 2013, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219116). Paraíba: Praia de Coqueirinho, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219206). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219117); Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219118), Praia da Enseada dos Corais, 25 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219119). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219120). Bahia: Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 fevereiro 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219122); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219123), Praia da Conceição, 20 maio 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219124), *idem*, 04 julho 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219125), *idem*, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219126), Praia da Enseada do Pedrão, 04 julho 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219127), *idem*, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219128), *idem*, 09 março 2013, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219129), *idem*, 20 março 2013 *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219130), Praia da Barra Grande, 04 julho 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219131). Espírito Santo: Serra, Jacareípe, 10 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219132); Piúma, Ilha do Gambá, 09 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219133). Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavaleiros, 16 setembro 2012, *L.M.S. Gestinari* (HUEFS 219134); Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219135); Paraty, Praia de Cepilho, 07 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219136); Araruama, Lagoa de Araruama, 13 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219137); Cabo Frio, Praia da Concha, 13 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219138), Praia do Forte 01 março 2013, 22°53.111'S, 42°00.461'W, *L.M.S. Gestinari* 438 (HUEFS 219139); Armação dos Búzios, Praia Brava, 14 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219140), Praia da Rasa, 06 outubro 2013, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219141). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 agosto 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219142); São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 agosto 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 210143). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña, 16 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219144), Morro do Meio, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219145). Santa Catarina: Florianópolis, Praia da Lagoinha, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219146), Ponta das Canas, 13 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219147), Praia de Joaquina, 14 fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219148), Praia de Galhetas, 14 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219149), Praia de

Armação, 15 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219150), Praia de Matadeiro, 15 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219151). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219152), Prainha, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219153), pedra do Meio, 12 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219154), Praia da Cal, 12 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219155), Praia da Guarita, 12 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219156).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Akaroa 172, 10°35'42''S 36°20'40''W, prof. 33 m, *M. Scheider*, como *Cladophora* sp. (SPF 026031); Pernambuco, Fernando de Noronha, Praia de Atalaia, 08 agosto 1968, *S.M.P.B. Pereira*, como *Cladophora crucigera* Grunow (SPF 7608), Praia da Conceição, 10 agosto 1968, *S.M.B. Pereira et al.*, como *C. crucigera* (SPF 7609); Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 22 junho 2001, *L. Gestinari & J. Torres* (PEUFR 42701). Alagoas: Paripueira, Praia do Sonho Verde, 05 outubro 2002, *L. Gestinari & E.A.C. Guedes* (PEUFR 42713). Bahia: Ilhéus, 27 novembro 1981, *Y. Ugadim*, pro parte, como *Cladophora* sp. (SP29998). Espírito Santo: Aracruz, Praia de Portocel, 29 junho 2003 (PEUFR 42727); Marataízes, 28 março 1983, *E.C. Oliveira*, como *Cladophora* sp. (SPF 29399); Itapemirim, costão entre Itaoca e Itaipava, 02 julho 1992, *S.M.P.B. Guimarães et al.* (PEUFR 42721). Rio de Janeiro: Niterói, Ilha de Boa Viagem, 24 janeiro 2001, *L. Gestinari & J. Torres* (PEUFR 43430); Manguinhos, próximo a Gargaú, 21 agosto 1978, *E.C. Oliveira et al.*, como *Cladophora* sp. (SPF 027270); Armação dos Búzios, Praia da Foca, 05 outubro 1996, *A.G. Pedrini & L.G. Almeida* (RUSU 002). São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 27 maio 2002, *M.T. Fujii* (SP 371360). Paraná, Matinhos, Ilha do Farol, 06 junho 2001, *L. Gestinari & M.T. Shirata* (PEUFR 43432). Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Ponta das Canas, 24 maio 2001, *L. Gestinari & L. Ouriques* (PEUFR 42744). EUA, Texas: Nueces, Port Aransas jetty, Mustang Island, 01 maio 1976, *M.J. Wynne* 4481 (SPF 25198). MÉXICO: Vera Cruz, Barra de Tuxpan, sobre las rocas em la rompiente, s.d., *F. Medellín*, como *C. fascicularis* (Mert. ex C.Agardh) Kütz. (SPF 4353). PORTO RICO, región de Guánica, costa sul, Praia Tamarindo, 14 Julio 1996, *M. Díaz-Piferrer*, como *C. fascicularis* (SPF 292); Guanajibo, Maragüez, west coast, 23 January 1965, *M. Díaz-Piferrer*, como *C. fascicularis* (SPF 8172). CUBA, “Tarifa, near Nuevitas, Camaguay Prov., rocky shore”, 19 May 1949, *E.Y. Dawson*, como *C. fascicularis* (SPF 282).

**Distribuição:**—*Cladophora vagabunda* é uma espécie cosmopolita comum amplamente distribuída em zonas tropicais e temperadas de ambos os hemisférios no

Atlântico, Índico e Pacífico (van den Hoek & Chihara 2000). No litoral do Brasil *C. vagabunda* é uma espécie muito comum, ocorre desde o litoral do Maranhão ao Rio Grande do Sul (Horta 2000, Gestinari *et al.* 2010).

**Comentários:**—Os espécimes de *C. vagabunda* estudados concordam com as descrições e ilustrações apresentadas nos trabalhos de van den Hoek (1963, 1982), van den Hoek & Chihara (2000), Leliaert & Coppejans (2003), Leliaert & Boedeker (2007), Coto & Pupo (2009), Gestinari *et al.* (2010), Alves *et al.* (2012) entre outros. E corroborando com esses estudos, no material analisado, também foi observada uma grande plasticidade morfológica, registrando desde talos delicados, densamente ramificados, com ramos fasciculados, falcados a talos robustos irregularmente ramificados.

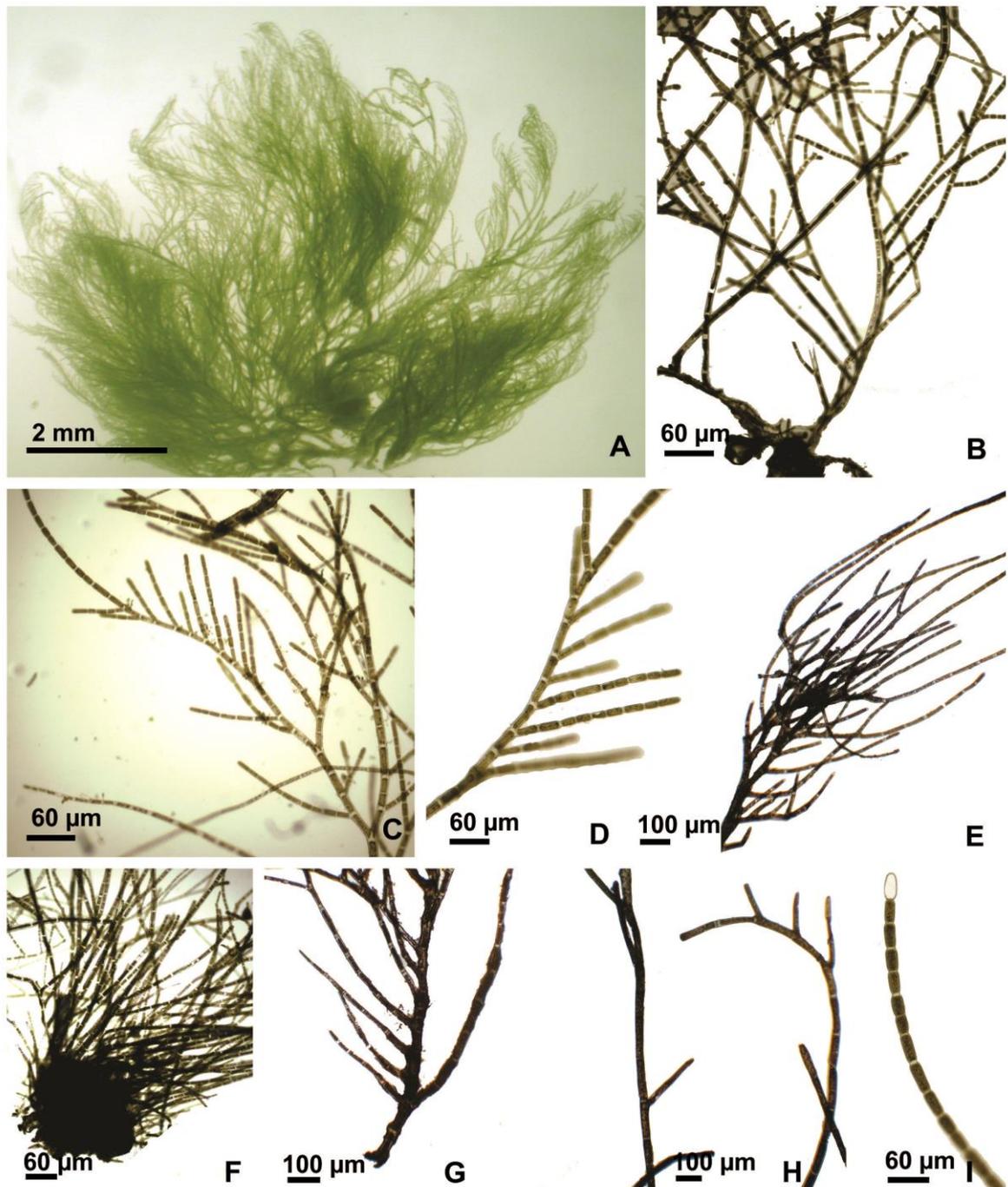
Os materiais identificados neste estudo corroboram em parte com alguns dos materiais tipo estudados, uma vez que até nestes a plasticidade morfológica foi demonstrada, com alguns espécimes formando talos densamente ramificados, fasciculados e mais robustos que aqueles esparsamente ramificados e com os últimos ramos não fasciculados.

Nos estudos desenvolvidos por Bakker *et al.* (1995b) e Breeman *et al.* (2002), *C. vagabunda* correspondeu a quatro linhagens divergentes, podendo ser considerada como duas ou mais espécies.

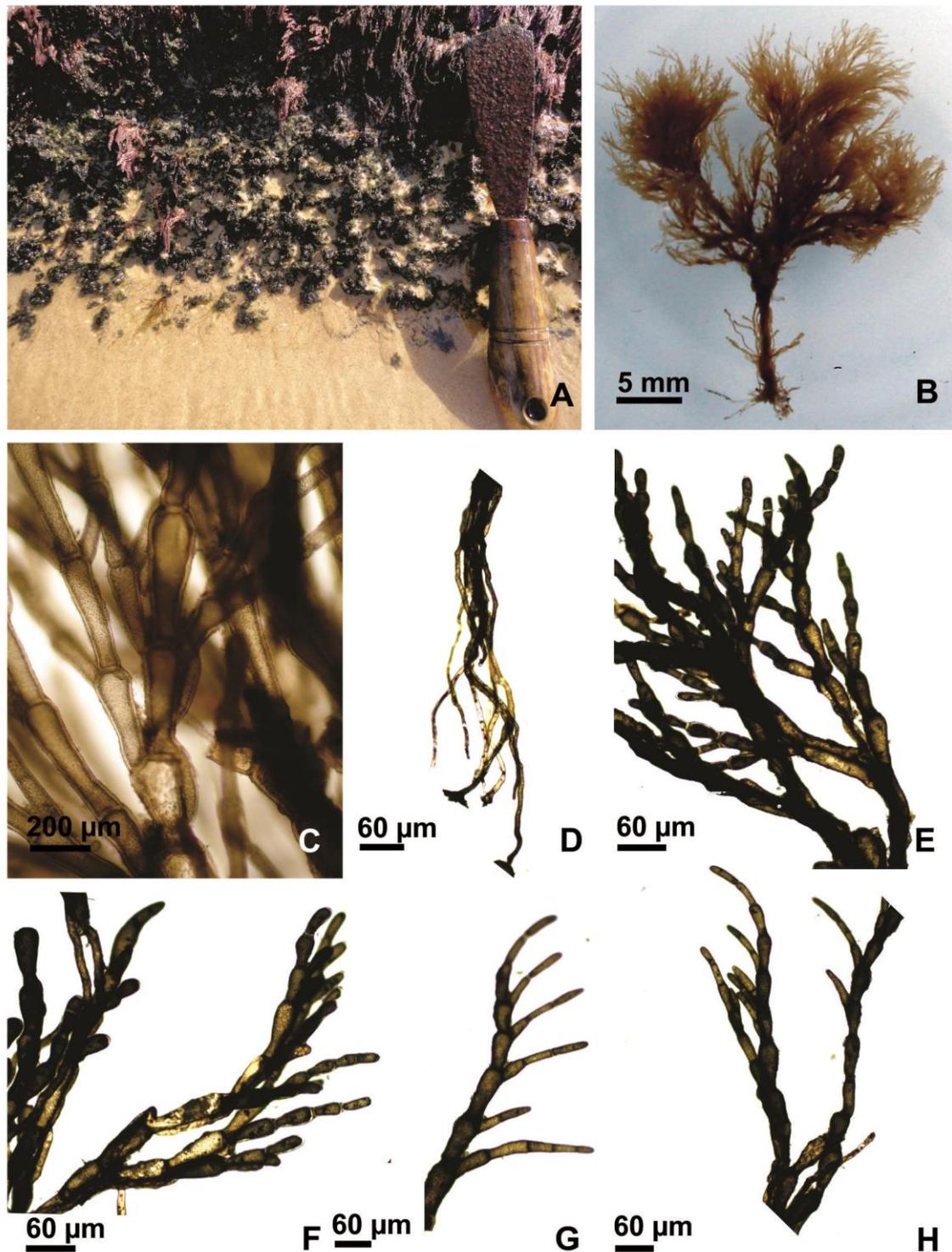
Na análise das relações filogenéticas moleculares de *C. vagabunda*, realizada por Gestinari *et al.* (2009) a partir de sequências de SSU rDNA, entre espécimes de *C. vagabunda* da costa do Brasil e outras espécies de *Cladophora* e dos gêneros *Rhizoclonium*, de *Chaetomorpha* e de *Cladophoropsis* extraídas do GenBank, as amostras de *C. vagabunda* ocorreram em um dos dois grupos formados, em dois subclados, um composto por *C. vagabunda* do Brasil, *C. albida* e *C. sericea* da França e o outro com os demais espécimes de *C. vagabunda* do Brasil e *C. vagabunda* do Japão e da França.

Coto & Pupo (2009) consideraram *C. vagabunda* uma espécie de fácil identificação pelo seu aspecto geral formando fascículos nas partes terminais. Devido à grande plasticidade morfológica e à falta de caracteres estáveis as espécies do complexo *C. vagabunda* são facilmente confundidas, como foi demonstrado em diversos estudos filogenéticos moleculares, onde espécimes de *C. vagabunda* ocorreram em vários clados com *C. dalmatica*, *C. laetevirens* e *C. glomerata* (L.) Kütz. (Leliaert *et al.* 2003, Gestinari *et al.* 2009, Hayakawa *et al.* 2012, Ichihara *et al.* 2013, Bast *et al.* 2014).

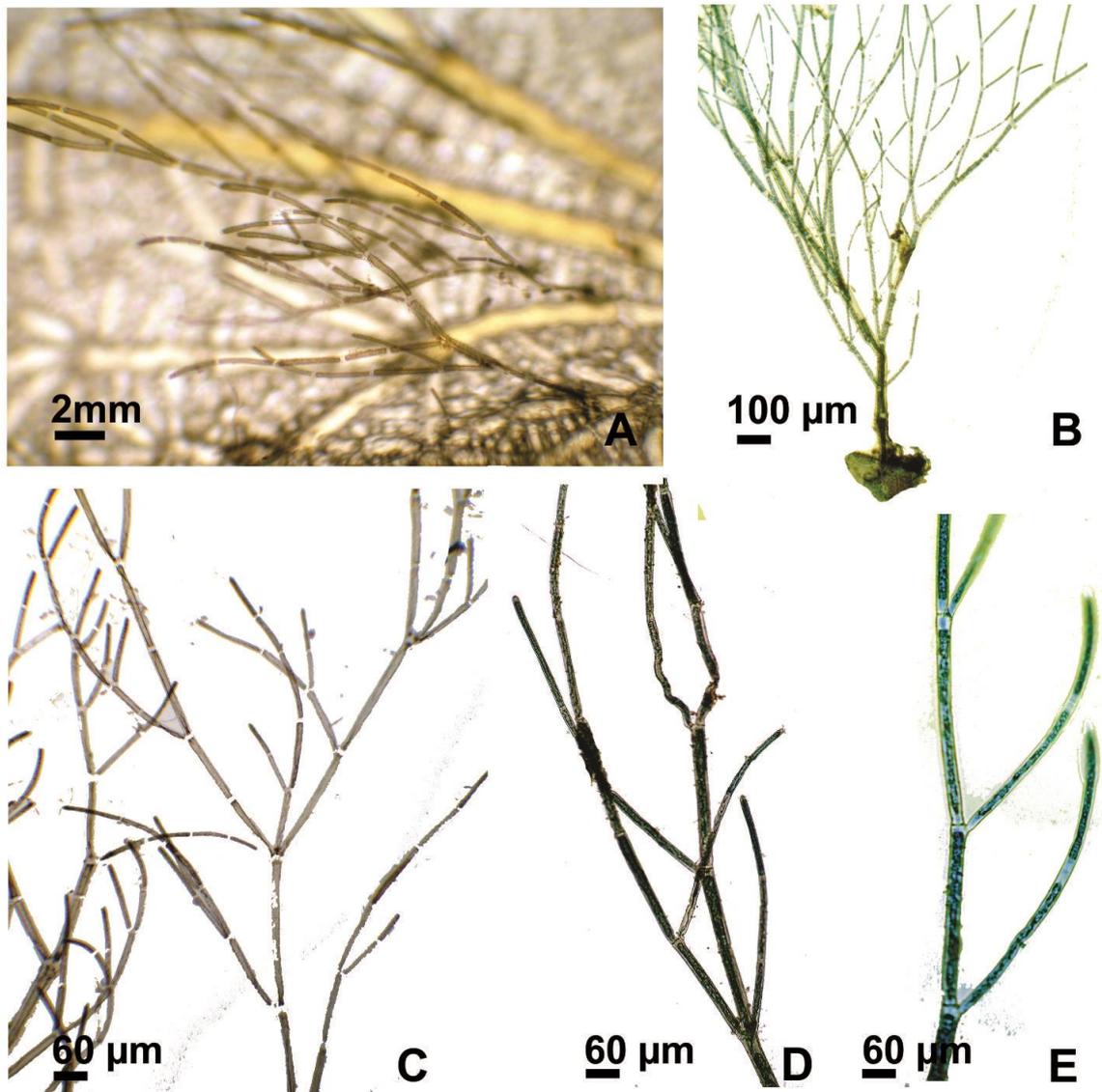
Esses resultados demonstram a necessidade de que mais estudos filogenéticos moleculares sejam realizados para as diferentes populações de *C. vagabunda* de áreas geográficas e climáticas distintas na tentativa de elucidar as relações filogenéticas destas.



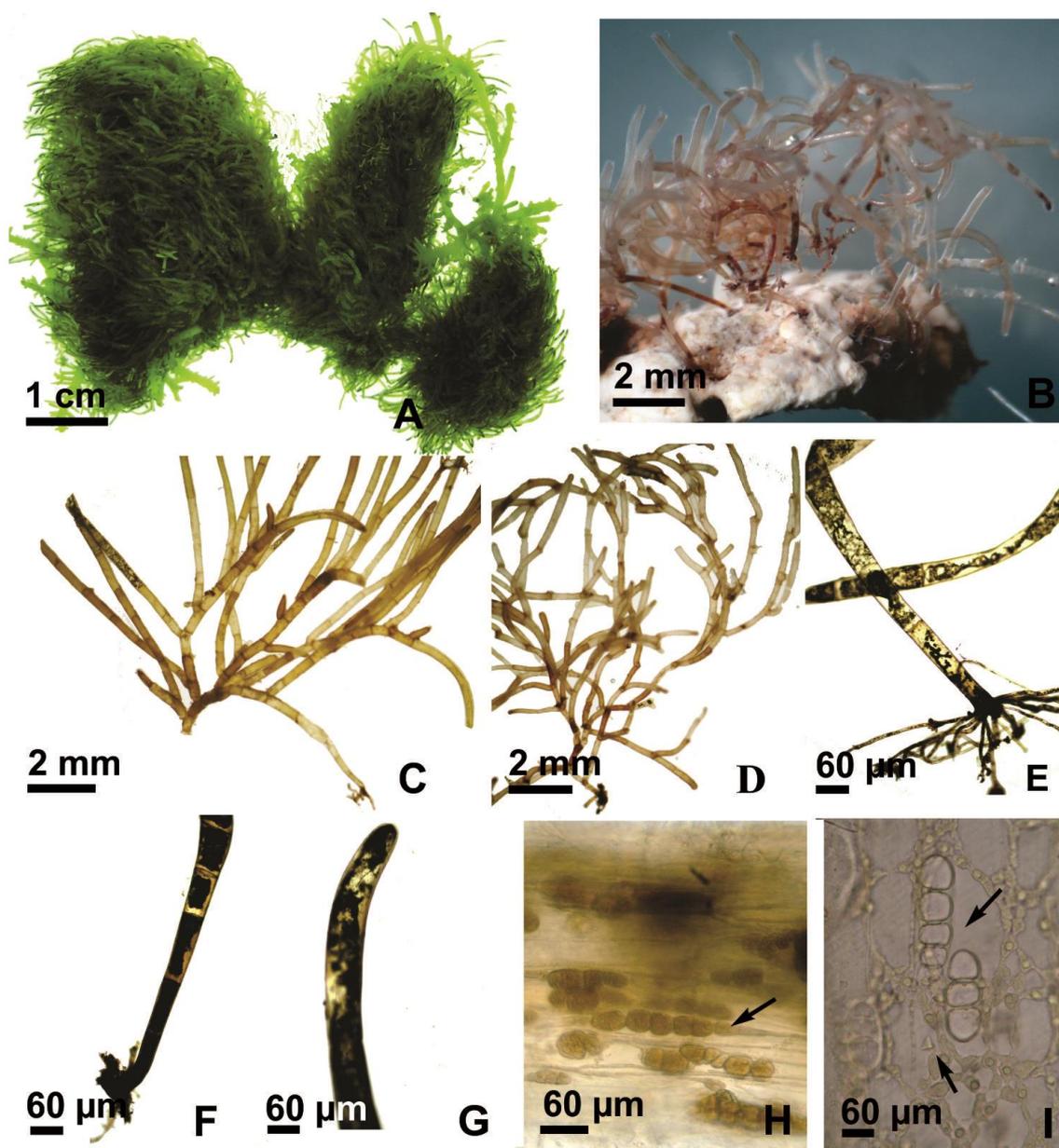
**Figura 1.** A–H. *Cladophora albida* (Ness) Kütz. A. aspecto geral do talo. B. detalhe da parte basal do lado com ramificação densa. C–D. detalhe da ramificação falcada unilateral. E–F. formação de filamentos longos pouco ramificados. G. célula basal com ramo suprabasal com ramificação alterna a unilateral. H–I. parte apical do talo com célula apical obtusa.



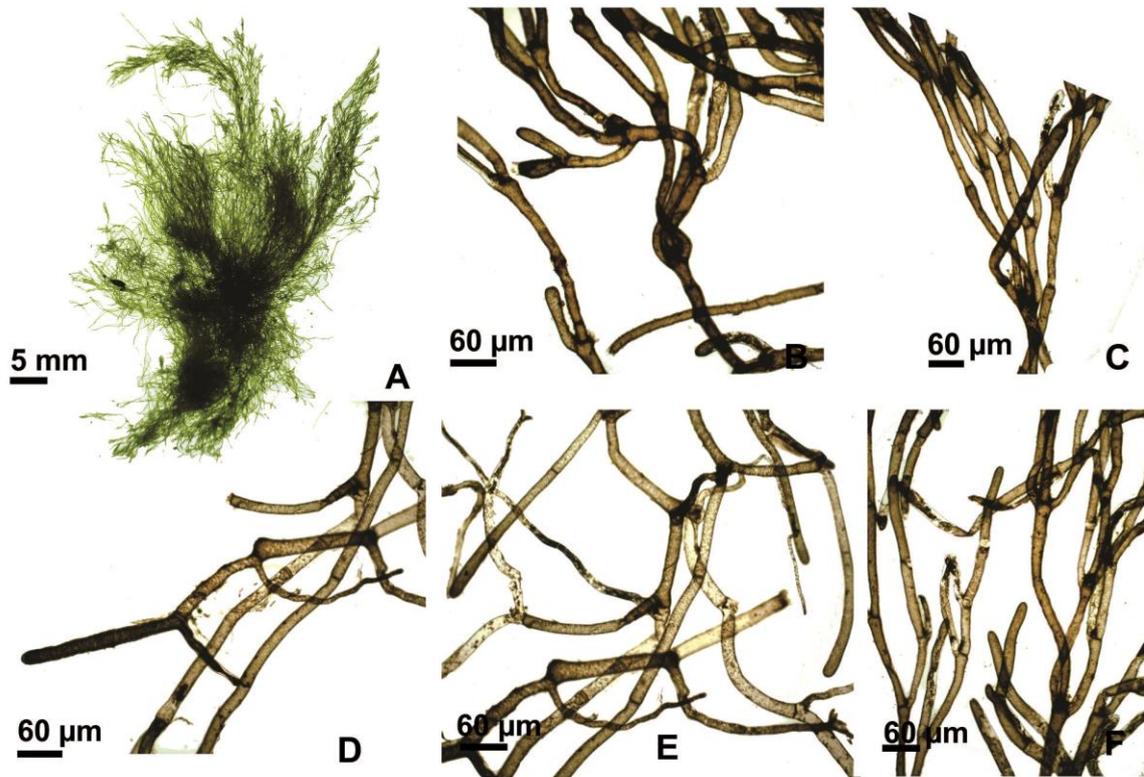
**Figura 2.** A–H. *Cladophora aokii* Yamada. **A.** hábito, ocorrendo formando densas populações na área de arrebentação sob substrato rochoso. **B.** aspecto geral do talo. **C.** detalhe das células clavadas com formação de rizoides intercalares no polo proximal das células. **D.** rizoides basais com extremidades lobadas a hapteroidais. **F.** células da região mediana do talo. **G–H.** detalhe do ápice do talo com ramificação unilateral.



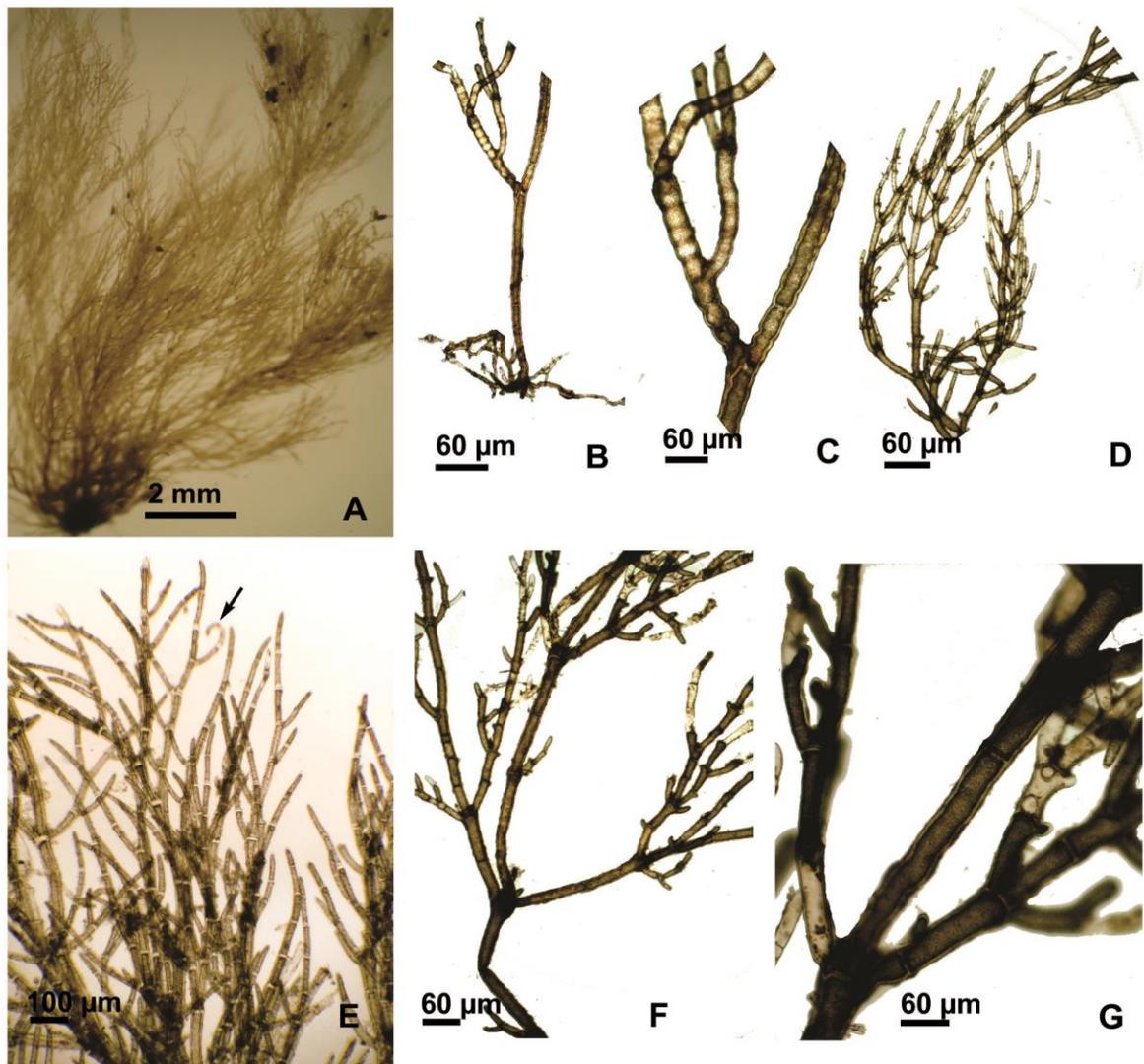
**Figura 3. A–E. *Cladophora brasiliana* G.Martens. A.** hábito, crescendo como epífita de *Anadyomene stellata* (Wulfen) C.Agardh. **B.** aspecto geral do talo. **C.** detalhe da ramificação pseudotricotômica a unilateral nos últimos ramos. **D–E.** detalhe da ramificação unilateral e das células alongadas dos últimos ramos.



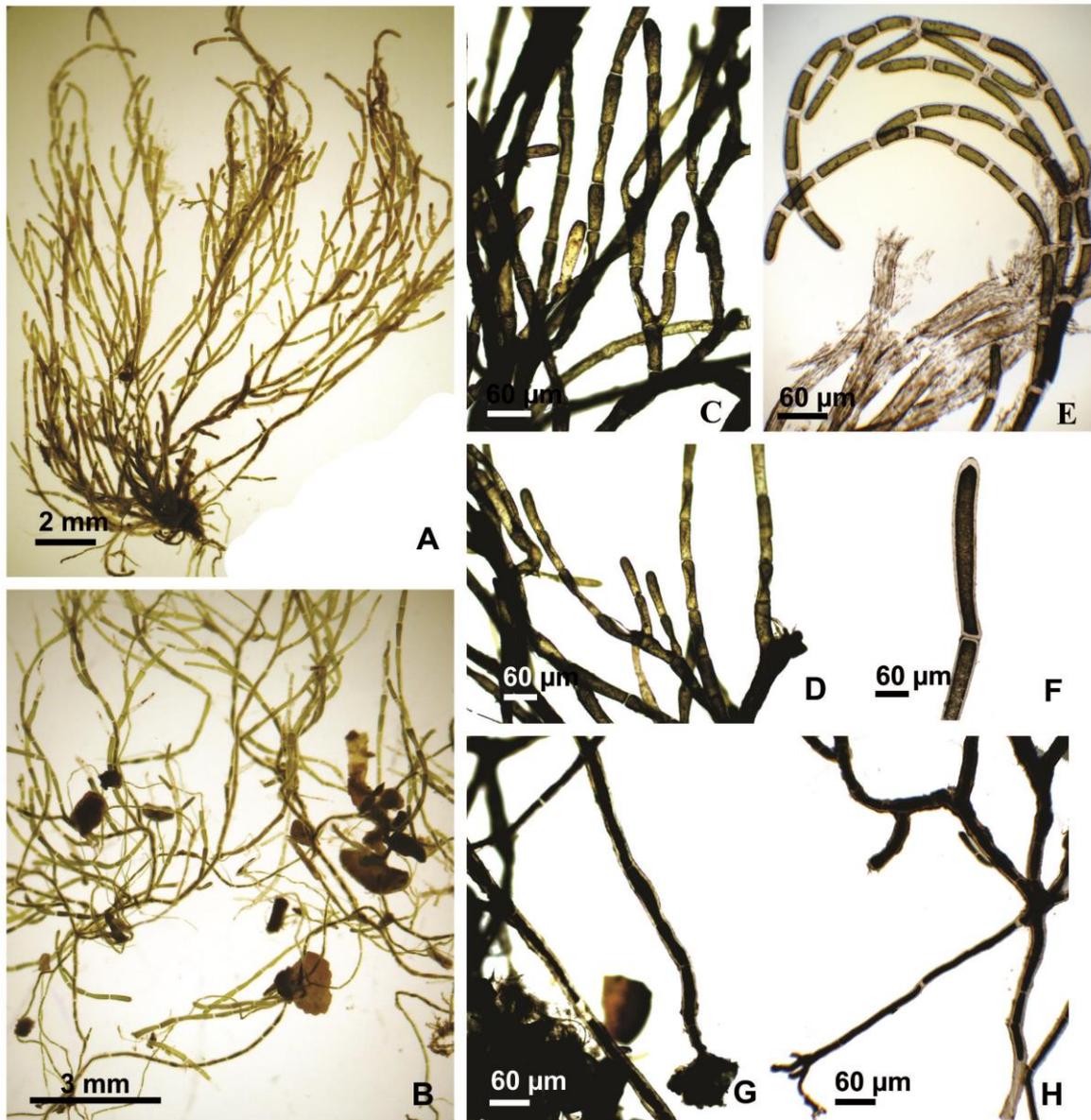
**Figura 4.** A–I. *Cladophora catenata* do Brasil (nom. prov.). **A.** aspecto geral do talo, formando tufos densos. **B.** detalhe de um talo fixo no substrato por rizoides hapteloidais. **C.** talo com inversão de polaridade. **D.** parte basal do talo. **E–F.** ramos com extremidades rizoidais **G.** células apical cilíndrica e alongada. **H.** detalhe do fungo *Blodgettomyces borneti* (E. P. Wright) Feldmann nas paredes celulares (seta). **I.** *Blodgettomyces borneti* e cristais tetraédricos visível no protoplasto da célula (setas).



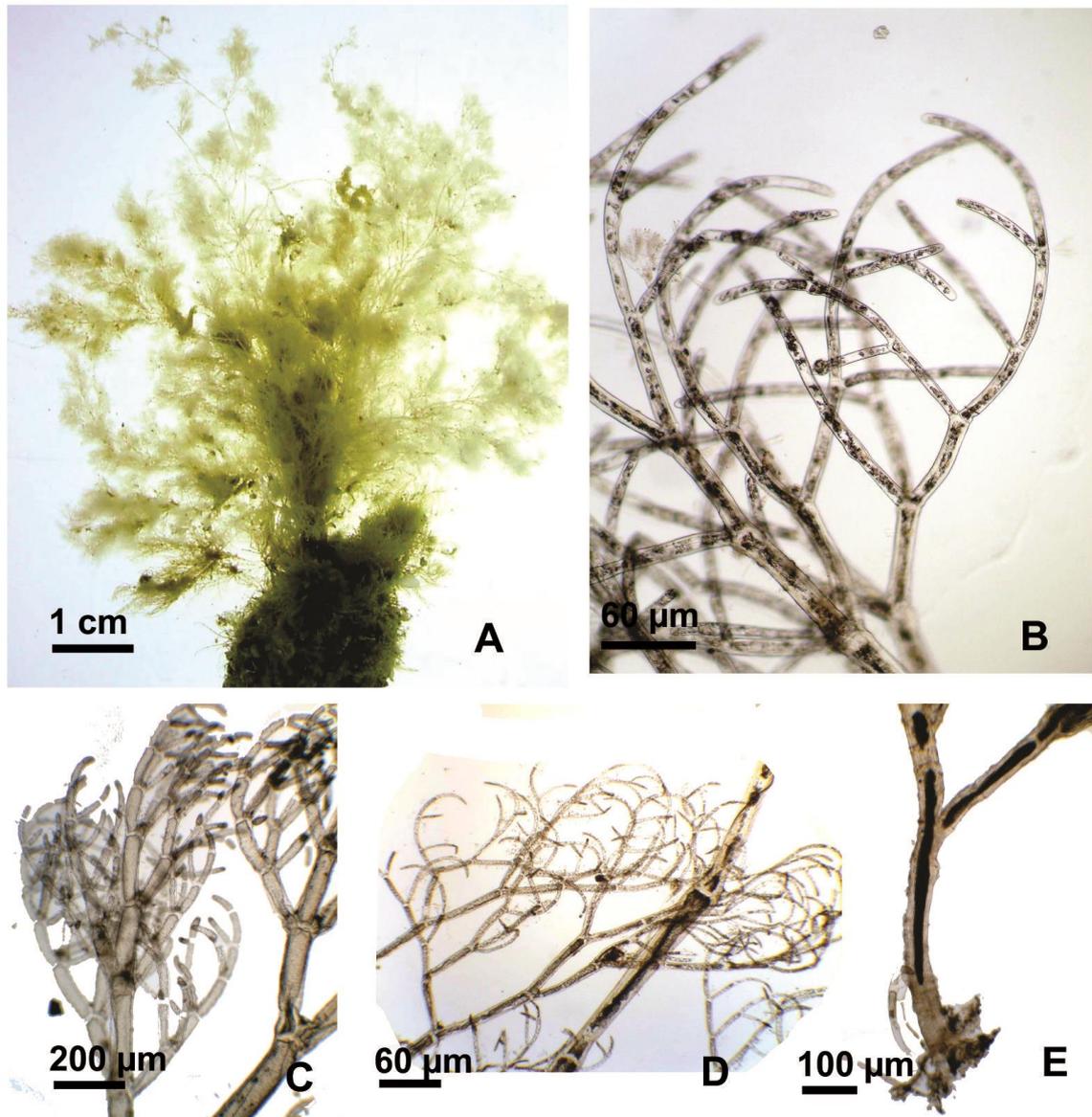
**Figura 5.** A–F. *Cladophora coelothrix* do Brasil (nom. prov.). A. aspecto geral do talo. B–C, F. filamentos entrelaçados com ramificação pseudodi–tricotômica. D–E. Ramos basais com rizoides intercalares formando estrutura semelhante a estolão.



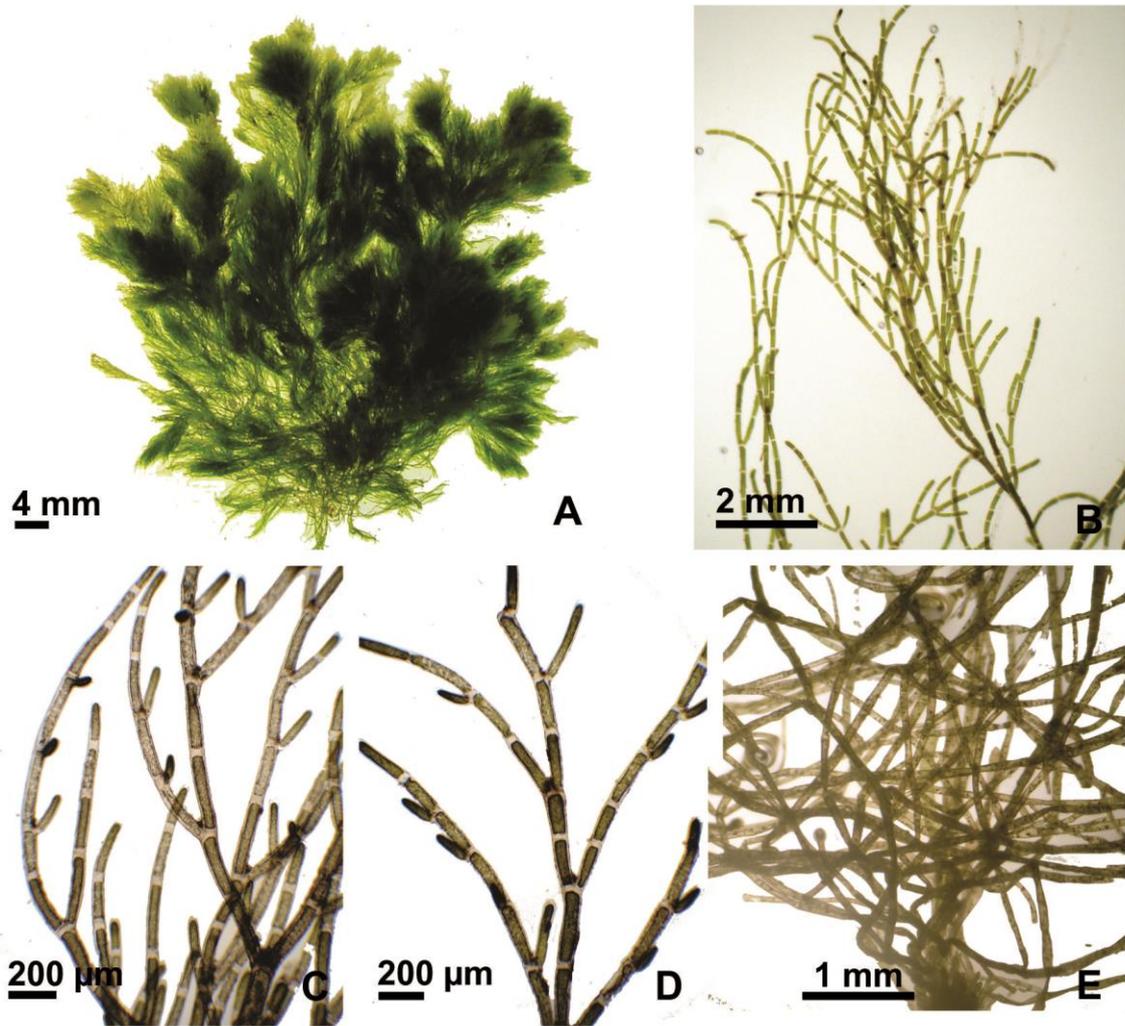
**Figura 6.** A–G. *Cladophora conferta* P.Crouan & H.Crouan, in Schramm & Mazé. **A.** aspecto geral do talo. **B.** célula basal. **C.** parede basal do talo com células apresentando contrações anelares. **D.** detalhe da ramificação pseudotricotômica. **E.** ápice do talo com filamentos apical formando gancho (seta). **F–G.** eixo principal com ramificação pseudotricotômica.



**Figura 7.** A–H. *Cladophora corallicola* Børgesen. A. aspecto geral do talo. B. talo crescendo sobre substrato arenoso com as extremidades rizoidais aderindo ao mesmo. C–D. região basal mediana do talo. E. parte apical com ápice encurvado. F. célula apical reta a levemente curvada. G–I. rizoides intercalares com extremidade hapteroidal.



**Figura 8.** A–E. *Cladophora dalmatica* Kütz. A. Aspecto geral do talo. B–D. Últimos ramos com ramificação falcada. E. Célula basal com base lobada.



**Figura 9. A–E. *Cladphora laetevirens* do Brasil (nom. prov.).** A. aspecto geral do talo. B. detalhe da ramificação unilateral. C–D. ramos curtos unicelulares ao longo do talo. E. detalhe da parte basal do talo densamente ramificada.

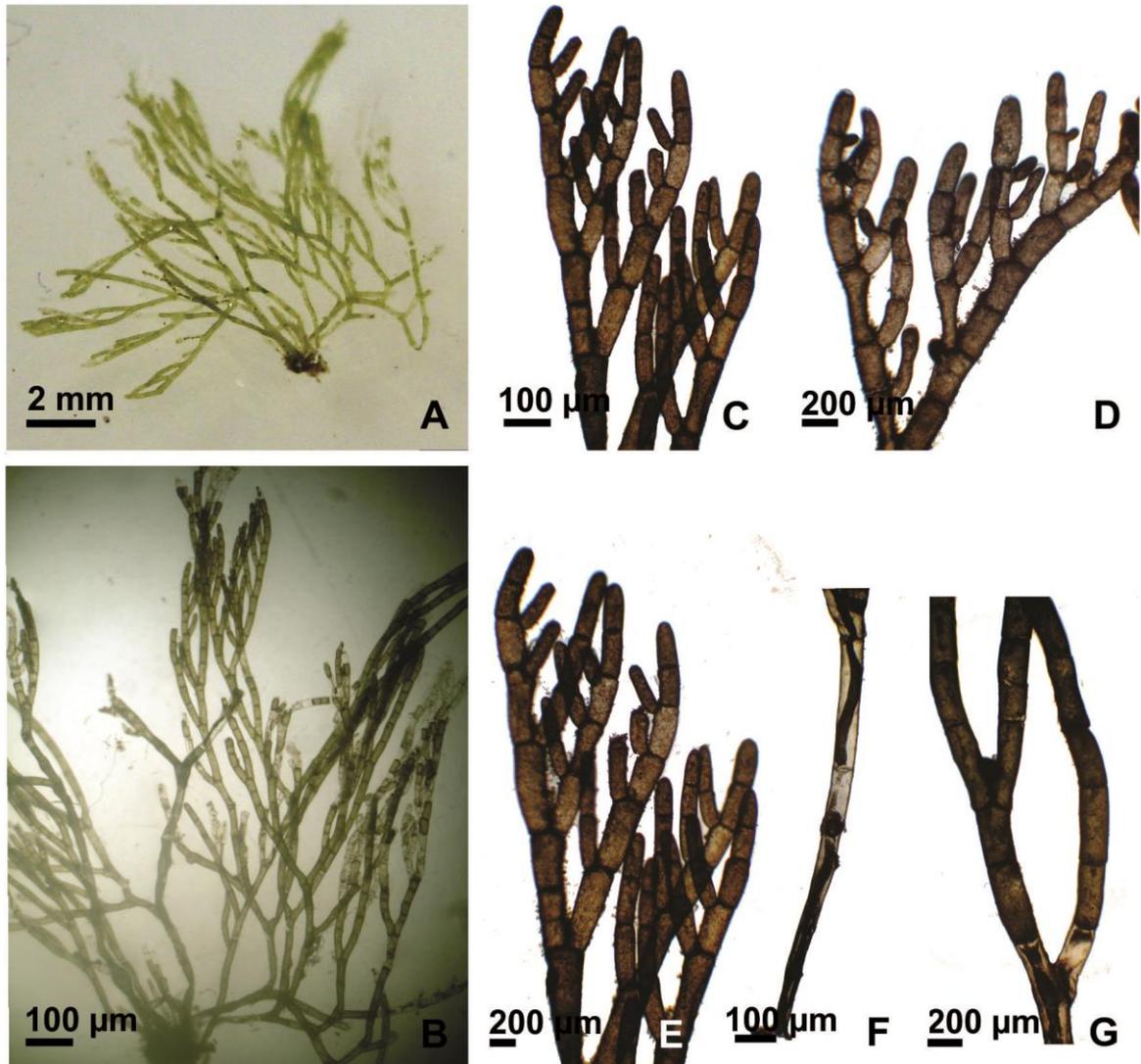
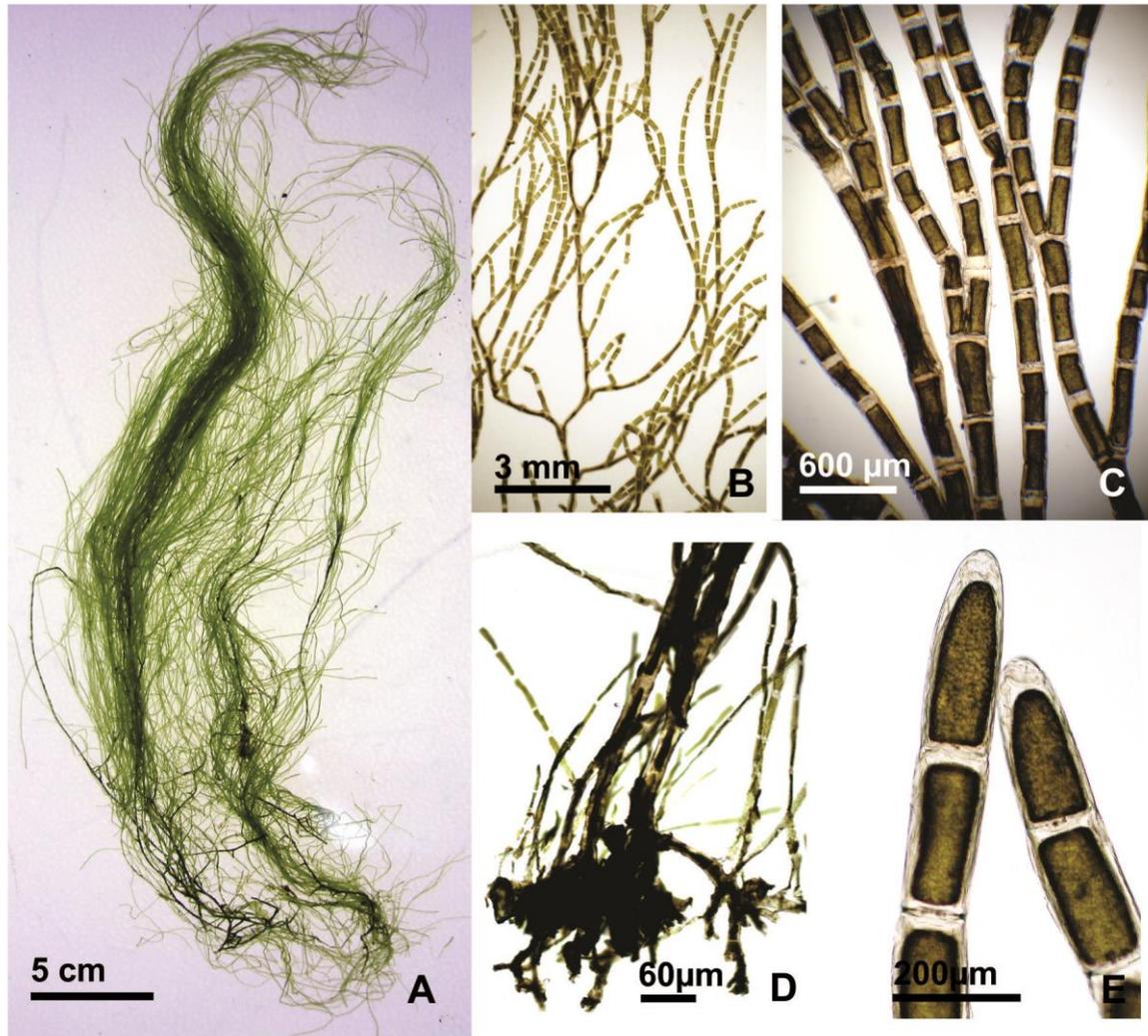


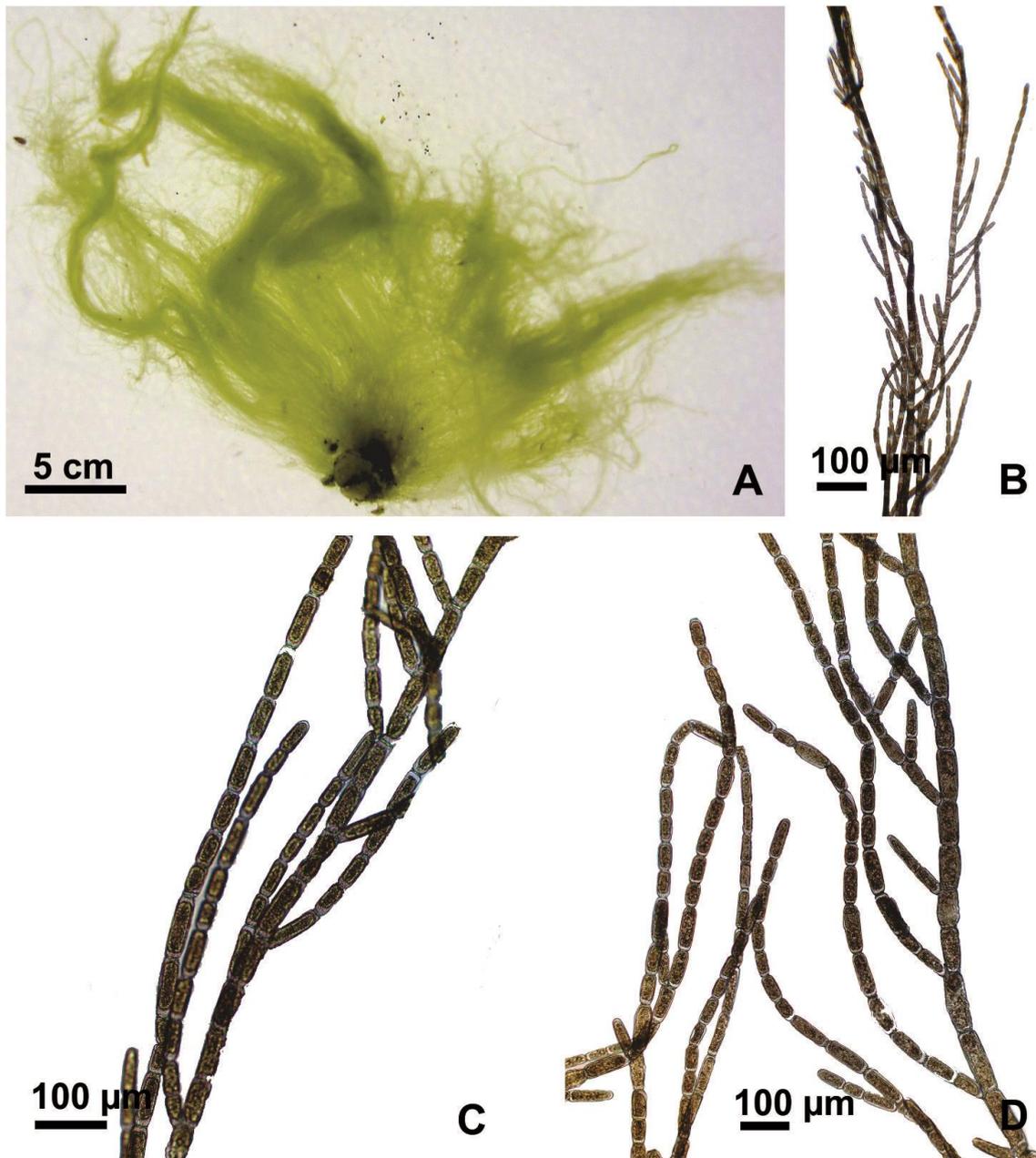
Figura 10. A–G. *Cladophora lehmanniana* (Lindenb.) Kütz. A–B. aspecto geral o talo. C–E. detalhe da ramificação falcada a reta. F. célula basal. G. ramificação dicotômica.



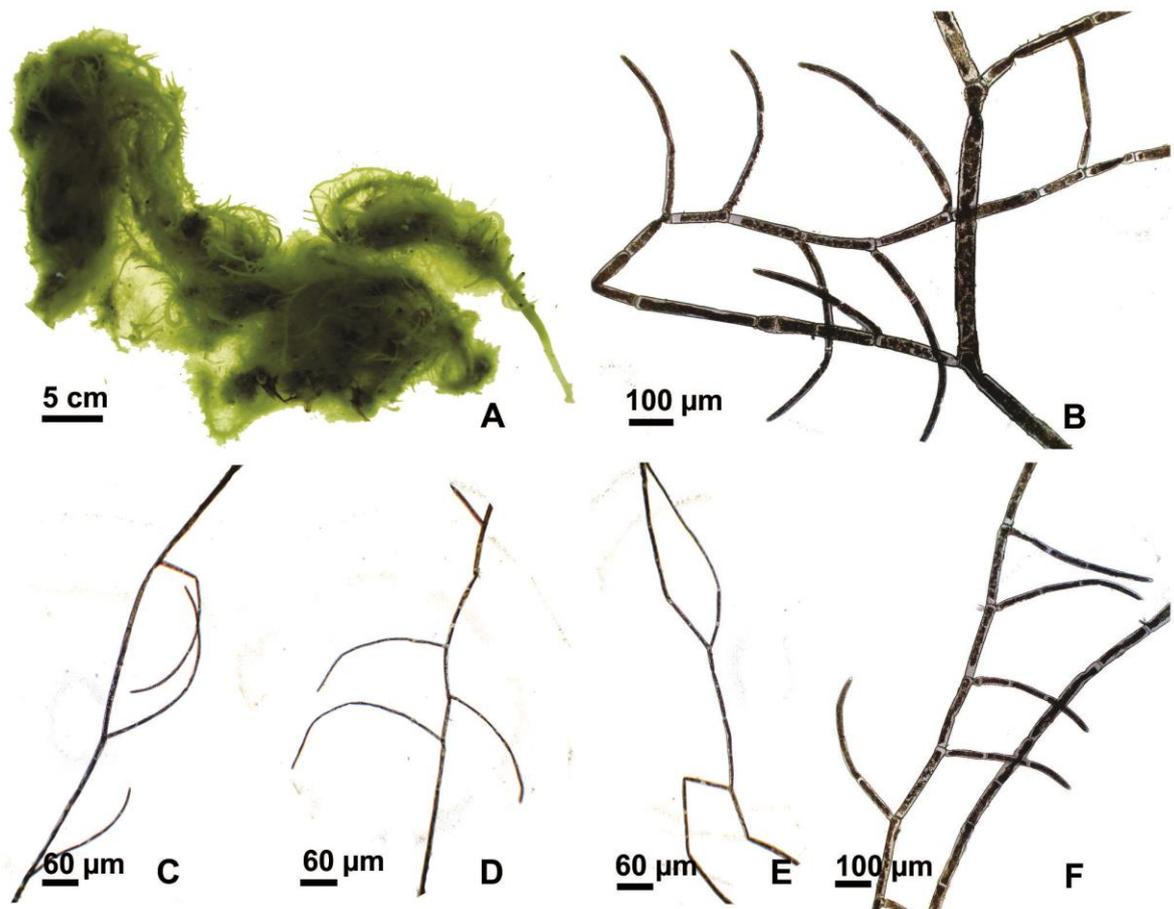
**Figura 11. A–H. *Cladophora prolifera* do Brasil (nom. prov.).** A. hábito, crescendo na poça de maré sob substrato rochoso e geralmente soterrados em areia. B–C. variação do tamanho e densidade dos talos coletados. B. talos em diferentes tamanhos e densos. C. talo laxo. D–E. detalhe da ramificação. F. politomias. G. processos rizoidais curtos fixando a célula à parental abaixo H. rizoide com constrictões anelares.



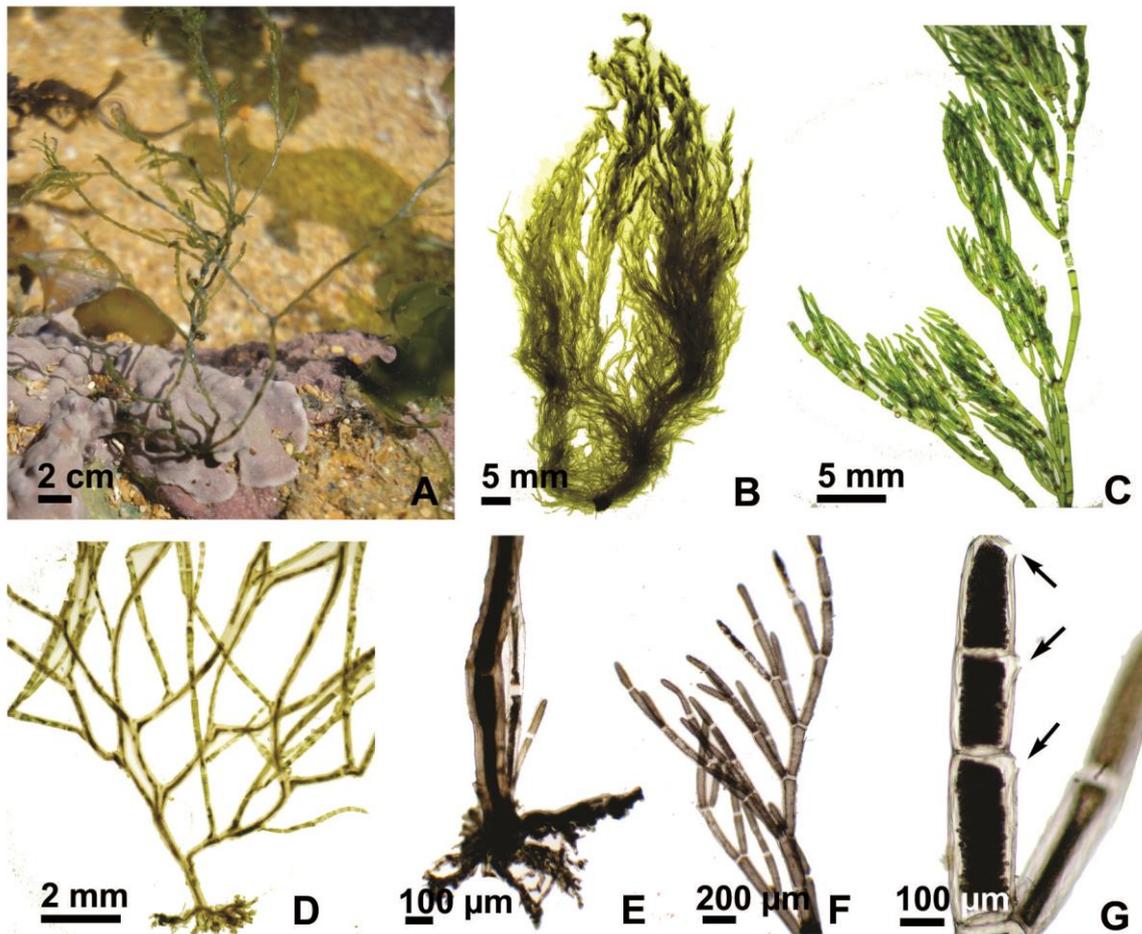
**Figura 12.** A–E. *Cladophora rupestris* do Brasil (nom. prov.). **A.** aspecto geral do talo. **B.** talo com ramificação esparsa a pseudodicotômica. **C.** ramificação pseudodicotômica. **D.** célula basal. **E.** célula apical com ápice levemente afilado e com parede celular lamelada.



**Figura 13.** A–D. *Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. A. aspecto geral do talo. B. detalhe do talo com ramificação unilateral a alternas. C–D. talo com formação de ramos longos.



**Figura 14.** A–F. *Cladophora socialis* Kütz. **A.** aspecto geral do talo emaranhado. **B.** eixo principal com os últimos ramos apresentando ramificação alterna. **C.** ramificação unilateral. **D.** Ramificação alterna **E.** ramificação pseudodicotômica **F.** ramificação alterna a unilateral.



**Figura 15 A–G.** *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek. **A.** hábito, crescendo sob alga calcária coralinácea. **B.** aspecto geral do talo. **C.** ramificação fasciculada a unilateral. **D.** parte basal do talo com célula basal apresentando rizoides lobado. **E.** Detalhe da célula basal com rizoide lobado. **F.** detalhe dos últimos ramos com ramificação falcada. **G.** Células dos últimos ramos férteis com papilas laterais (setas).

*Willeella* Børgesen J. Indian Bot. Soc. 151–174. 1930

Espécie Tipo: *Willeella ordinata* Børgesen

*Willeella ordinata* Børgesen, J. Indian Bot. Soc. 155. 1930 (Fig. 16)

Localidade tipo: “Dwarka, Okha Port, N.W. India” (van den Hoek 1982: 123).

**Descrição:**—Talo filamentosos, verde claro a escuro, ereto, rígido, até 18 cm de alt., fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados. Parte basal do talo com ramificação esparsa a densa. Filamentos com ramificação, em um só plano, pseudotricotômica à politômica com até 4-7 ramos por nó. Células apicais cônicas com ápices afilados, 85–235µm de compr. x 20–83 µm de diâm.; células dos ramos secundários com 132–590 µm de compr. x 60–150 µm de diâm.; células do eixo principal 518–3410 µm de compr. x 97–(147)–190 µm de diâm.; célula basal geralmente não septada com 1350–1827 µm de compr. x 115–(145)–160 µm de diâm. Células com paredes finas a lameladas com 5–57 µm de espessura. Células férteis com uma papila em cada lado para liberação das estruturas reprodutivas.

**Habitat:**—Espécie de ambientes profundos, pouco comum na região entremarés, encontrada formando tufos com poucos espécimes, em locais protegidos, em poças de maré localizadas próximas à arrebentação ou na borda dos recifes, em marés baixas de sizígia; frequentemente encontrada em arribadas. Registrada recentemente por Pereira *et al.* (2014) para a Plataforma Continental do estado de Sergipe, dragada entre isóbatas de 10 e 30 m.

**Tipos examinados:**—*Willeella ordinata* Børgesen. (C 5563!), (C 5571!), (C 5572!).

**Material examinado:**—BRASIL, Espírito Santo: Serra, Jacareípe, Curva da Baleia 10 junho 2013 A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14321 (HUEFS 217761). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219193). Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS219194). Rio Grande do Norte: Touros, Maracajá, 22 agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219195). Bahia: Itaparica, Vera Cruz, Ponta da Ilha, 17 março 2014, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS 219196). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Saco de Dois Rios, 26 julho 2014, A.G. Pedrini *et al.* (HUEFS 219198).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Espírito Santo: Praia Padres, 14 outubro 1985, S.M.P.B. Guimarães *et al.* (RFA 31165); Barra do Saí, 20 agosto 1978, A.I. Kanagawa, como *Cladophora* sp. (SPF 027269).

**Distribuição:**—*Willeella ordinata* tem sido registrada apenas nos trópicos, sendo mais comum no Atlântico, com poucos registros nos oceanos Índico e Pacífico, com limite norte de distribuição no Japão (van den Hoek & Chihara 2000, Guiry & Guiry 2015). No litoral do Brasil a espécie apresenta registro nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Bahia e Espírito Santo (Pereira *et al.* 2014, Alves & Moura 2015). Este estudo faz a primeira referência de ocorrência no litoral do Brasil para os estados do Piauí e Rio de Janeiro.

**Comentários:**—Apesar de *W. ordinata* apresentar morfologia distinta, van den Hoek (1982) não considerou esta como suficiente para reconhecer o gênero como distinto, o que o levou a reduzir *Willeella* a uma seção de *Cladophora*. Segundo esse autor, ramos opostos e subiguais poderiam ocorrer em várias espécies, tais como *C. jongiorum* C. Hoek, *C. sericea* e *C. albida*. Entretanto, autores como Silva *et al.* (1996) preferiram manter o gênero *Willeella* até que uma nova classificação baseada em dados de DNA fosse proposta.

Algumas filogenias têm demonstrado o posicionamento filogenético molecular de *C. ordinata* (= *W. ordinata*) com *C. montagneana* (= *W. brachyclados*) (Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2003, Ichihara *et al.* 2013, Pochon *et al.* 2015). Leliaert *et al.* (2003) sugeriram que o gênero *Willeella* continuasse como uma seção de *Cladophora* constituída por *C. ordinata* e que *C. montagneana* fosse ali incluída ou o gênero *Willeella* fosse restabelecido e *C. montagneana* fosse transferida para este.

Na filogenia molecular de Alves *et al.* (dados não publicados), *C. ordinata* (= *W. ordinata*) ocorreu em um clado com *C. crispula* (= *W. crispula*) e *C. montagneana* (= *W. brachyclados*). Porém estas espécies são tradicionalmente inseridas em diferentes seções morfológicas de *Cladophora*: *W. crispula* (como *C. crispula*) e *W. brachyclados* (como *C. montagneana*) na seção *Glomeratae s.l.*, e *W. ordinata* (como *C. ordinata*) na antiga seção *Willella*. No clado *Willeella* espécimes de *C. ordinata* (= *W. ordinata*) do Brasil e da África do Sul divergiram primeiro em um subclado, fortemente sustentado, seguido de uma amostra de *C. montagneana* (= *W. brachyclados*) da Tanzânia, e em outro ramo uma amostra de *C. crispula* do Brasil (= *W. crispula*) como irmã do clado formado por três espécimes de *C. montagneana* do Brasil (= *W. Brachyclados* - PI, CE, PE). Esses dados corroboram as filogenias moleculares prévias, onde essas relações também foram observadas.

*Willeella ordinata* caracteriza-se por apresentar ramificação oposta com ramos iguais, em um único plano, podendo ocorrer politomias com até sete ramos, talo reto, não falcado e concorda com a morfologia dos materiais tipo analisados. Já *W. crispula* e *W. brachyclados* apresentam ramificação irregular, unilateral, alterna, di-tricotômica a politômica, esta última menos comum em *W. crispula*. As três apresentam células apicais com parede espessada e ápice obtuso, menos evidente em *W. crispula*.

Com base nessas relações filogenéticas moleculares, Alves *et al.* (dados não publicados) propuseram o restabelecimento do gênero *Willeella*, tendo como espécie tipo *W. ordinata* e a transferência de *C. crispula* (= *W. crispula*) e *C. montagneana* (= *W. brachyclados*) para este.

Os materiais estudados estão de acordo com os previamente descritos para o litoral do Brasil como *C. ordinata* por Araújo (1983), Kanagawa (1984), Barata (2004), Gestinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012).

***Willeella brachyclados*** (Mont.) A.M.Alves & C.W.N.Moura (Fig. 17)

Basiônimo: *Conferva brachyclados* Mont. (1837: 349).

Localidade Tipo: Cuba. (van den Hoek 1982: 105)

**Descrição:**—Talo filamentosos, verde claro a escuro-amarronzado, delicado a rígido, ereto, formando tufos densos, lanuginosos a ásperos, até 12 cm de alt., fixo ao substrato por célula basal com rizoides ramificados. Filamentos com ramificação irregular, pseudodicotômica, unilateral a politômica, últimos ramos retos, não falcados. Células apicais com ápices afilados ou cilíndricas, 47,5–155 µm de compr. x 17,5–45,7 µm de diâm.; células dos últimos ramos medindo 65–210 µm de compr. x 20–58 µm de diâm.; células do eixo principal com 62,5–280 µm de compr. x 35–90 µm de diâm.; células basais com 180–680 µm de compr. x 37,5–182 µm de diâm. Parede celular espessa, lamelada, medindo 2,5–15,5 µm de espessura.

**Habitat:**—Espécie muito comum ao longo do litoral do Brasil. Encontrada crescendo em áreas protegidas, em poças de maré, em frestas de rochas, sombreadas e/ou expostas à arrebentação das ondas, neste último ambiente, os tufos são mais densos e menores, muitas vezes soterrados em areia.

**Tipo examinado:**—*Cladophora montagneana* Kütz. (L 0054757!).

**Material examinado:**—BRASIL, Piauí: Luís Correia, Praia dos Coqueiros, 22 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14482 (HUEFS 217758) Ceará: Fortaleza,

Praia de Iracema, 26 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14364 (HUEFS 217759)  
Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 julho 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14329 (HUEFS 217760). **Outros materiais examinados:**—BRASIL,  
Maranhão: São José de Ribamar, 21 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219157). Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219158); Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219159). Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Barreta, 21 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219160), Praia de Búzios, 23 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219161); Touros, Maracajaú, 22 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219162). Paraíba: João Pessoa, Cabo Branco, 19 julho 2012, *C.W.N. Moura* (HUEFS 219163), 20 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219200), Ponta do Seixas 19 julho 2012 *C.W.N. Moura* (HUEFS 219164), Praia do Bessa, 20 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219165), Praia de Jacumã, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219166); Conde, Praia de Coqueirinho, 19 agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219167), Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219168). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219201). Bahia: Salvador, Stella Maris, 10 agosto 2014, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219169); Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS 219170); Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 fevereiro 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219171); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 02 agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219172), Praia da Conceição, *idem*, 04 julho 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219173), 09 março 2013 *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219174), Praia da Enseada do Pedrão, 20 março 2013, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS 219175); Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16 setembro 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219176). Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09 junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219177). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Égua, 03 outubro 2013, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS 219178); Paraty, Praia de Cepilho, 07 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219179), Praia dos Ranchos, 07 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219180); Armação dos Búzios, Praia do Forno, 14 julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS 219181). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Praia do Miguel, 16 fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219182), Ponta da Nhá Piña, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS 219183), Morro do Meio, 17 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS

219184). Santa Catarina: Florianópolis, Ponta das Canas, 13 fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219185), Praia de Matadeiro, 15 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219186), Praia de Armação, 15 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219187). Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12 fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219188), Prainha, pedra do Meio, 12 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219189), Prainha, 11 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219190).

**Material adicional examinado:**—como *C. montagneana*: BRASIL Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 17 outubro 2001, A.C.F. Xavier *et al.* (PEUFR 42656). Paraíba: João Pessoa, Ponta do Cabo Branco, 07 outubro 2002, L. Gustinari & A.I Kanagawa (PEUFR 42657). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 23 junho 2001, L. Gustinari & J. Torres (PEUFR 42663), Ipojuca, Praia de Serrambi, 26 abril 2001, L. Gustinari & J. Torres (PEUFR 42670). Espírito Santo: Vitória, Praia Mole, 28 junho 2003, C.A.G. Nassar (PEUFR 42675); Serra, Nova Almeida, Praia de Capuba, 30 junho 1992, S.M.P.B. Guimarães *et al.* (PEUFR 42672). Rio de Janeiro, Cabo Frio, Praia das Conchas, 10 janeiro 2001, L. Gustinari & J. Torres (PEUFR 42676); Búzios, Praia da Foca, 05 outubro 1996, A.G. Pedrini L.G. Almeida (RUSU 002); Grumari, 10 novembro 2003, R.C. Couto e Silva (RFA 31388). Rio Grande do Sul: Torres, Torre Sul, 28 maio 2001, L. Gustinari & L.R. Baptista (PEUFR 42681).

**Distribuição:**—Espécie com distribuição tropical anfiatlântica, estendendo-se à região temperada quente ao longo da costa Americana (van den Hoek 1982, Guiry & Guiry 2015). *Willeella brachyclados* apresenta registros prévios, como *C. montagneana*, para o litoral do Brasil nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul. Este estudo faz o primeiro registro para o litoral dos estados do Rio Grande do Norte e Alagoas.

**Comentários:**—Os materiais de *W. brachyclados* do litoral do Brasil concordam com o material tipo analisado e com as descrições de van den Hoek (1982), van den Hoek & Womersley (1984), Leliaert & Boedeker (2007), como *C. montagneana*. Correspondem, também, às demais descrições de material coletado no Brasil, também como *C. montagneana*, dos trabalhos de Kanagawa (1984), Yoneshigue (1985), Barata (2004), Gustinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012).

O material descrito e ilustrado por Santos (1983), para Santa Catarina, como *Cladophora* sp., possivelmente trata-se de *W. brachyclados*.

Espécimes de *W. brachyclados* podem ser confundidos os de *Cladophora albida*, uma vez que esta última também apresenta talos com ramificação irregular. Entretanto, os de *W. brachyclados* não apresentam uma organização acrópeta evidente e os últimos ramos refrato a refrato-falcados, como em *C. albida*. Sendo assim, a ramificação irregular de *W. brachyclados* com últimos ramos retos, torna-se uma característica importante na distinção desta no litoral do Brasil.

***Willeella crispula*** (Vickers) A.M.Alves & C.W.N.Moura (Fig. 18)

Basiônimo: *Cladophora crispula* Vickers 1905, *Ann. Sc. Nat. Bot., sér. 9*, t.1, p.56.

Localidade Tipo: “Kendal Point, Barbados” (van den Hoek 1982: 123).

**Descrição:**—Talo filamentososo verde claro, delicado, formando tufo emaranhados, lanuginosos, às vezes espiralados, até 2 cm de alt.; fixo ao substrato por célula basal com disco lobado formado por rizoides ramificados. Filamentos com ramificação irregular, pseudodicotômica unilateral a alterna, raramente pseudotricotômica; ramos laterais curvados, escorpioides. Células apicais com ápice arredondado a levemente afiladas em direção ao ápice, com 68–220 µm de compr. x 37–63 µm de diâm.; células dos últimos ramos medindo 190–424 µm de compr. x 39–68 µm de diâm.; células do eixo principal com 220–569 µm de compr. x 42–84 µm de diâm. Parede celular fina, menor que 2,5 µm de espessura. Talos férteis não observados.

**Habitat:**—Espécie rara no litoral do Brasil, encontrada crescendo formando tapetes densos sobre substrato rochoso, na região entremarés, em áreas protegidas.

**Material examinado:**—BRASIL, Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24 julho 2013 A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14707 (HUEFS 217738). **Outros materiais**

**examinados:**—BRASIL, Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS 219191). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS 219192).

**Material adicional examinado:**—BRASIL, Paraíba: Estação 46-D 7°04'S 34°36'W, Projeto Algas, prof. 34 m, 17 fevereiro 1981, A.I. Kanagawa (SPF 25043).

**Distribuição:**—Espécie pouco conhecida no mundo, referida originalmente como *C. crispula* para o Oceano Atlântico (Barbados), com registros posteriores para outras ilhas do Caribe, Bermuda, para o Brasil e, recentes, para o Oceano Pacífico (van den Hoek 1982, Alves & Moura 2015, Guiry & Guiry 2015). No litoral do Brasil tem registros prévios para o estado da Paraíba (Kanagawa 1984) e Bahia (Alves *et al.* 2012, ambos como *C. crispula*

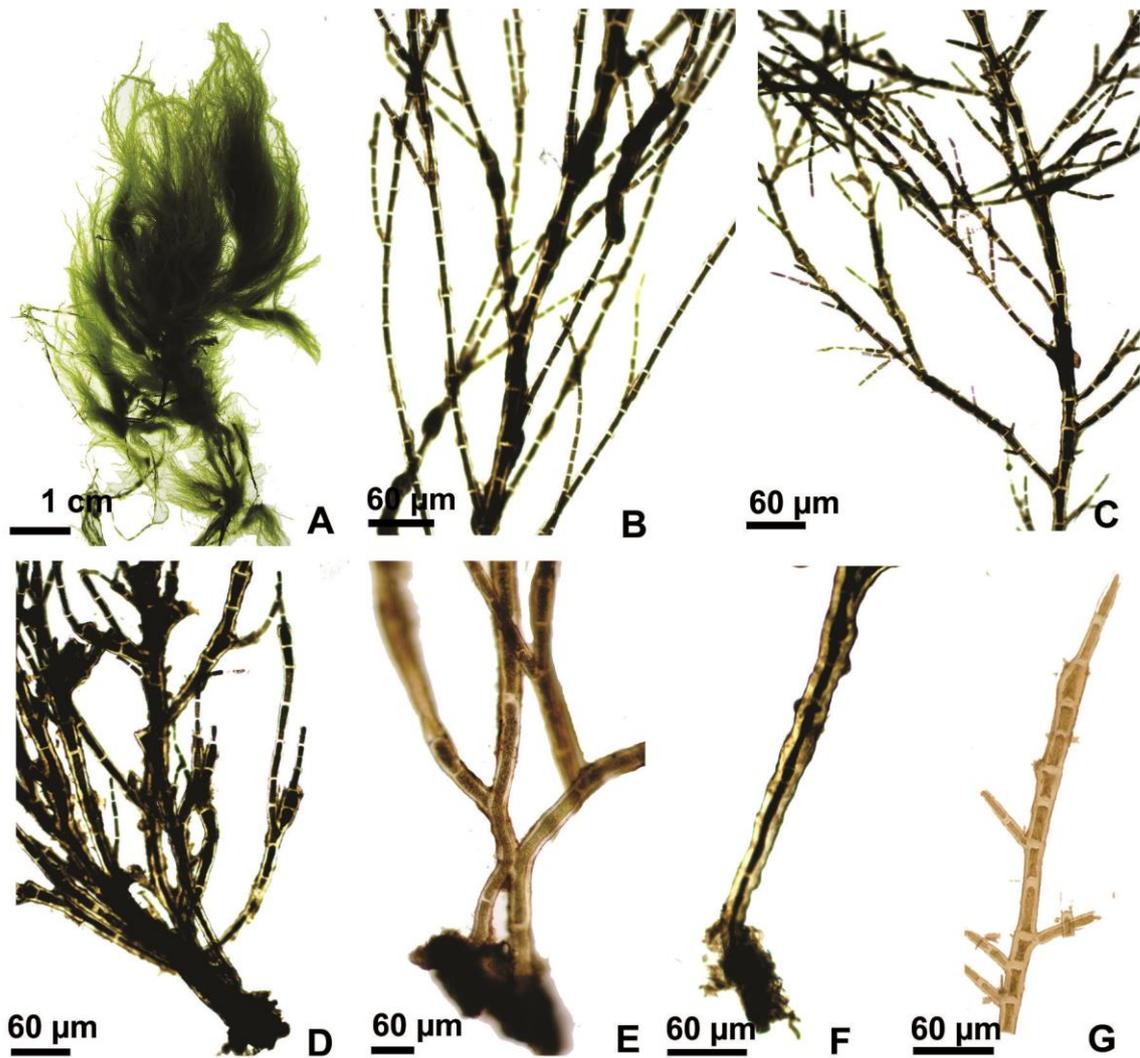
O presente estudo amplia a ocorrência da espécie no litoral do Brasil para o estado do Ceará.

**Comentários:**— Na filogenia molecular de Alves *et al.* (dados não publicados), foi gerada a única sequência de DNA conhecida para *C. crispula* (= *W. crispula*). Os espécimes da Bahia e do Ceará do presente estudo apresentaram diâmetros celulares aproximadamente uniformes ao longo do talo, comparados com os materiais da Paraíba (Kanagawa 1984) nos quais os diâmetros celulares na parte basal do talo foram aproximadamente o dobro dos diâmetros das partes apicais, o que pode estar relacionado aos diferentes ambientes de ocorrência, sendo este último proveniente de infralitoral.

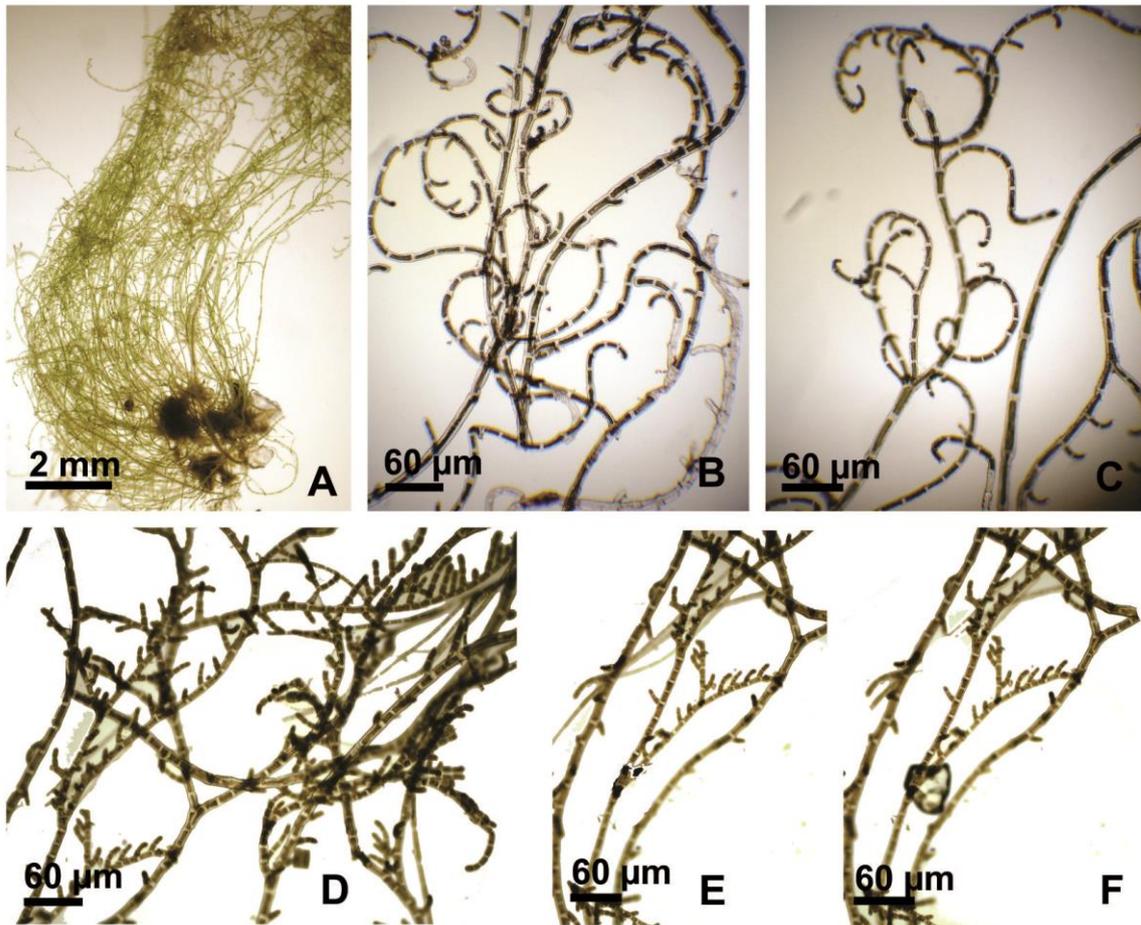
Segundo van den Hoek (1982), *W. crispula* (como *C. crispula*) compartilha características com *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kütz. quanto à arquitetura do talo, dimensões celulares e presença de célula apical cilíndrica, no entanto no material de *C. laetevirens* do Brasil não foram encontrados talos com arquitetura semelhante à de *W. crispula*.



**Figura 16. A–H. *Willella ordinata* Børgesen.** A. aspecto geral do talo. B. detalhe da parte basal do talo. C–E. detalhe da ramificação pseudotricotômica regular a politômica. F. ramo fértil com células sem o protoplasto. G. aspecto do talo com células apresentando ápice obtuso H. detalhe da célula basal bastante ramificada.



**Figura 17.** A–G. *Willeella brachyclados* (Mont.) A.M. Alves & C.W.N. Moura. **A.** aspecto geral do talo. **B–C.** detalhe da ramificação irregular em diferentes partes do talo. **D.** parte basal o talo bastante ramificado. **E–F.** célula basal com ramos colapsados, célula basal simples. **G.** célula ramo com caule apical obtuso.



**Figura 18.** A–F. *Willeella crispula* (Vickers) A.M. Alves & C.W.N. Moura. A. aspecto geral do talo com ramos densamente enrolados. B–C. ramos bastante enrolados ramificação pseudotricotômica a unilateral. D–F. detalhe do talo com ramificação basal unilateral.

### Considerações sobre as espécies cladoforoides de ocorrência duvidosa para o litoral do Brasil

Para o litoral do Brasil, 15 espécies de *Cladophora* foram consideradas, até o ano de 1977, como de ocorrência duvidosa por Taylor (1931, 1960) e Oliveira Filho (1977), por não apresentarem descrições ou informações insuficientes para a identificação, falta de ilustrações ou ilustrações que coincidem com outras espécies, inclusive de outros gêneros, material escasso em herbário e, muitas vezes, sem a localidade de coleta: *C. albida*, *C. catenata*, *C. cornea* (Kütz.) Kütz. (= *C. echinus*), *C. crucigera*, *Cladophora gracilis* f. *subflexuosa* (= *C. sericea*), *C. echinus*, *C. hilarii*, *C. heteronema* (C.Agadh) Kütz. (= *C. laetevirens*), *C. minuta* Dickie, *C. brachyclados* (Mont.) Harv. (= *W. brachyclados* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura.), *C. morrisiae* Harv., *C. nitida* (= *C. sericea*), *C. pellucida* (Huds.) Kütz., *C. subvaricosa* Dickie, *C. viridi-fusca* (Mont.) [= *C. viridifusca* (Mont.) Mont.] e duas com necessidade de revisão: *C. rupestris* e *C. utriculosa* (= *C. lehmanniana*) (Oliveira Filho 1977). Destas espécies mencionadas, algumas foram colocadas em sinônimas nas revisões de van den Hoek (1963, 1982), van den Hoek & Womersley (1984) e van den Hoek & Chihara (2000). Ainda dentre estas, oito tiveram a sua ocorrência confirmada no litoral do Brasil através de estudos desenvolvidos por diversos autores ao longo da costa brasileira, incluindo descrições detalhadas com ilustrações: *C. albida*, *C. montagneana* (= *W. brachyclados*), *C. catenata*, *C. laetevirens*, *C. sericea*, *C. rupestris* e *C. lehmanniana*.

van den Hoek (1982), após análise do material tipo de *C. morrisiae* incorporado em TCD, no Herbário de Harvey, a considerou como sinônimo de *C. albida*. No entanto, o táxon encontra-se com *status* provisório 'P' em Guiry & Guiry (2015).

As demais espécies listadas como de ocorrência duvidosa são válidas, com exceção de *C. cornea* (= *C. echinus*), mas não foram coletadas novamente no litoral do Brasil.

Em relação à descrição de *C. echinus* para o litoral do Brasil por Santos (1983) verificou-se que este trata-se de *C. aokii*.

Santos (1983) registrou, também, a ocorrência de *Cladophora flexuosa* para o litoral de Santa Catarina, cuja descrição foi feita com base em um único material e, além disso, a autora ainda sugeriu que fosse feito um estudo mais pormenorizado com novas coletas e uma análise comparativa com materiais de *C. albida* e *C. sericea*. A análise do material depositado em herbário demonstrou semelhança do material com o de *C. albida*. No entanto, nenhum outro material foi coletado para o litoral do Brasil e referências

posteriores ao táxon tratam-se de trabalhos de revisão como os de Pereira *et al.* (2002), Villaça *et al.* (2006) e Brasileiro *et al.* (2009) (Tab. 1), o que coloca o registro dessa espécie como duvidoso.

Horta (2000) sinonimizou as citações de *C. rupestris* para o Brasil para *C. capensis*. No entanto, segundo Bakker *et al.* (1995a), *C. capensis* é uma espécie endêmica da África e tem sido registrada apenas para a Namíbia e África do Sul (Guiry & Guiry 2015).

*Cladophora longicellulata* foi citada por Yoneshigue-Valentin *et al.* (2006) para a Bahia, sendo esta a única referência do material para o Brasil. Entretanto, segundo Alves (2008), o material depositado no RFA (28469) trata-se de parte de um talo, impossibilitando a confirmação do mesmo.

Varela (2010) estudou a flora macrofitobêntica da Reserva Biológica do Arvoredo e ilhas circunvizinhas, dentre estas listou *C. liniformis* Kütz. para as ilhas de Arvoredo, Deserta e Campeche. Segundo o autor, todo o material foi depositado no FLOR, sob numeração de exsicatas ou de lâminas permanentes, porém após consultas ao referido herbário, o material não fora localizado, o que impossibilitou a confirmação de ocorrência. Esta foi a única citação do táxon para o Brasil.

Machado *et al.* (2011) referiram *Cladophora cf. pygmaea* para a região sublitorânea rasa de costões rochosos do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual Serra do Mar, Ubatuba, litoral de São Paulo. No entanto, a descrição e ilustrações do material sugerem que se trata de uma outra espécie de *Cladophora*. O material tipo de *C. pygmaea* (BM 000904622!), “Germany, Kiel: with *Lithoderma fatiscens*, Dec. 1888, leg. Reinke Herb. E.M. Holmes – Presented by University of Birmingham 1953”) foi analisado no presente estudo e o mesmo apresenta morfologia diferente do material citado por Machado *et al.* (2001). O material tipo de *C. pygmaea* apresenta morfologia idêntica aos citados por van den Hoek (1982) para a América do Norte e por Leliaert & Boedeker (2007) para as Ilhas Britânicas. Desta forma, a ocorrência de *C. pygmaea*, até o momento, no litoral do Brasil não deve ser considerada.

### **Considerações Finais**

*Cladophora* é um gênero notoriamente complexo, de difícil tratamento taxonômico, devido à grande plasticidade morfológica que varia com a idade, grau de movimento d'água e outras características do habitat (van den Hoek 1963, Gustinari *et al.* 2005). Segundo Oliveira Filho (1977), dentre as clorofíceas marinhas o gênero *Cladophora* é o que

representa as maiores dificuldades para identificação específica. Apesar do esforço de muitos pesquisadores como van den Hoek (1963, 1982) van den Hoek & Womersley (1984), van den Hoek & Chihara (2000), Leliaert *et al.* (2003), Leliaert & Boedeker (2007), Gestinari *et al.* (2005, 2009, 2010) e Alves *et al.* (2012) essas dificuldades ainda continuam, principalmente em áreas tropicais devido ao menor número de trabalhos desenvolvidos e à menor quantidade de taxa amostrados. No entanto, a biologia molecular tem fornecido resultados importantes no estudo das espécies cladoforoides, uma vez que tem esclarecido as relações filogenéticas e posição taxonômica entre muitas dessas espécies.

Dentre as espécies estudadas as que apresentaram ampla distribuição no litoral do Brasil foram *Cladophora prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. vagabunda* e *Willeella brachyclados* ocorrendo em 13 estados, seguidas por *C. brasiliana* e *C. coelothrix* (11), *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) (9), *C. aokii* (8), *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.) (8), *C. conferta* e *C. dalmatica* (7), *W. ordinata* (6) e *C. albida* (5). Enquanto as que tiveram registros restritos a poucos estados foram *C. catenata* do Brasil (nom. prov.) (2), *C. corallicolla* (3), *C. lehmanniana* (3), *C. sericea* (3), *C. socialis* (3) e *W. crispula* (3). A ampla distribuição registrada por *C. vagabunda* neste estudo já havia sido mencionada por Oliveira Filho (1977) e confirmada por Gestinari *et al.* (2010).

Muitas espécies tiveram a sua distribuição ampliada para o litoral do Brasil. Neste estudo foram referidas pela primeira vez *C. albida* para o estado do Rio Grande do Sul; *C. aokii* para o Ceará, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *C. brasiliana* para o Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *C. coelothrix* para o Ceará; *C. conferta* para o Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte e Paraíba; *C. corallicolla* para Alagoas e Paraná; *C. dalmatica* para o Paraná e Santa Catarina; *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) para o Piauí, Ceará, Paraíba, Alagoas, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *C. lehmanniana* para Alagoas e Bahia; *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.) para a da Bahia e Rio Grande do Sul; *C. sericea* para o Rio de Janeiro e Santa Catarina; *C. socialis* para o Ceará e Alagoas; *W. brachyclados* para o Piauí e Rio de Janeiro; *W. crispula* para o Ceará e *W. ordinata* para o Rio Grande do Norte e Alagoas.

Este estudo faz a primeira referência a uma espécie de *Cladophora* para o litoral do Pará e o segundo registro de uma alga marinha para este mesmo estado, sendo o primeiro realizado por Joly & Yoneshigue-Braga (1974), quando descreveram *Microdictyon vanbosseae* Setch. pela primeira vez para o Atlântico Sul.

Os caracteres morfológicos importantes para a delimitação e identificação dos taxa estudados foram o hábito do talo, padrão de ramificação, presença e tipos de rizoides intercalares, presença de constrições anelares, formato, comprimento e diâmetro das células apicais, presença e distribuição de ramos curtos, presença do fungo *Blodgettomyces borneyi* e formação de ganchos em células de últimos ramos.

Dentre as espécies registradas, dez foram observadas em estágio reprodutivo com papilas para liberação das estruturas reprodutivas: *C. albida*, *C. brasiliana*, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.), *C. conferta*, *C. corallicola*, *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. vagabunda*, *W. crispula* e *W. ordinata*.

## Referências

- Almeida, W.R., Alves, A.M., Guimarães, S.M.P.B. and Moura, C.W.N. (2012) Cladophorales and Siphonocladales (Chlorophyta) from Bimarras Island, Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. *Iheringia. Série Botânica* 67(2): 149–164. [http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328095944ih67\\_2\\_p149\\_164.pdf](http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328095944ih67_2_p149_164.pdf)
- Alves, A.M. & Moura, C.W.N. (2015) *Cladophora* in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB99124> (último acesso 26 junho 2015).
- Alves, A.M. (2008) *Estudo morfo-taxonomico de Cladophorophyceae (Chlorophyta) do litoral do estado da Bahia, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.
- Alves, A.M., Gustinari, L.M.S., Oliveira, I.S., Moniz-Brito, K.L. & Moura, C.W.N. (2012) The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia* 95(3-4): 337–372. doi: 10.1127/0029-5035/2012/0025
- Amado Filho, G.M. (1991) *Algas Marinhas Bentônicas do Litoral de Saquarema à Itacoatiara (RJ)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- Araújo, M.S.V.B. (1983) *Clorofíceas e Feofíceas Marinhas Bentônicas do Litoral Oriental do Estado do Rio Grande do Norte (Brasil)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Bakker, F.T., Olsen, J.L., Stam, W.T. & van den Hoek, C. (1994) The *Cladophora* complex (Chlorophyta): new views based on the 18S rRNA gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 3(4): 365–382.

- Bakker, F.T., Olsen, J.L., & Stam, W.T. (1995a) Evolution of nuclear rDNA ITS sequences in the *Cladophora albida/sericea* clade (Chlorophyta). *Journal of Molecular Evolution* 40: 640–651.
- Bakker, F.T., Olsen, J.L. & Stam, W.T. (1995b) Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. *European Journal of Phycology* 30: 197–298.
- Barata, D. (2004) *Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP. 216 pp.
- Bast, F., John, A.A. & Bhushan, S. (2014) *Cladophora goensis* sp. nov. (Cladophorales, Ulvophyceae) – a bloom forming marine algae from Goa, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 1–7.
- Boedeker, C & Hansen, G.I. (2010) Nuclear rDNA sequences of *Wittrockiella amphibia* (Collins) comb. nov. (Cladophorales, Chlorophyta) and morphological characterization of the mat-like growth form. *Botanica Marina* 53: 351–56.
- Boedeker, C. & Immers, A. (2009) No more lake balls (*Aegagropila linnaei* Kützing, Cladophorophyceae, Chlorophyta) in The Netherlands? *Aquat Ecol* 43:891–902.
- Børgesen, F. (1913) The marine algae of the Danish West Indies. 1. Chlorophyceae. *Dansk Botanisk Arkiv* 1(4): 1–158.
- Børgesen, F. (1930) Some Indian green and brown algae especially from the shores of the Presidency of Bombay. *J Indian Bot Soc* 9:151-74
- Bot, P.V.M., Stam, W.T. & van den Hoek, C. (1990) Genotypic relations between geographic isolates of *Cladophora laetevirens* and *C. vagabunda*. *Botanica Marina* 33: 441–46.
- 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. *Rodriguésia* 60(1): 39–66.
- Breeman, A.M., Oh, Y.S., Hwang, M.S. & van den Hoek, C. (2002) Evolution of temperature responses in the *Cladophora vagabunda* complex and the *C. albida/sericea* complex (Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 37(1): 45–58.
- Brito, L.V.R., Széchy, M.T.M. & Cassano, V. (2002) Levantamento taxonômico das macroalgas da zona das marés de costões rochosos adjacentes ao Terminal Marítimo

- Almirante Maximiano Fonseca, baía da Ilha Grande, RJ. *Revista Atlântica*, Rio Grande, 24(1): 17–26.
- Collado-Vides, L., Avilac, C., Leliaert, F., Rodriguez, D., Thyberg, T., Schneider, S., Rojas, J., Sweeney, P., Drury, C. & Liman, D. (2013) A persistent bloom of *Anadyomene* J.V.Lamouroux (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in Biscayne Bay, Florida. *Aquatic Botany* 111: 95–103.
- Coto, A.C.S.P. & Pupo, D. (2009) Ulvophyceae. In: C.E.M. Bicudo (Org.) *Flora Ficológica do Estado de São Paulo*. Rima Editora/FAPESP, São Carlos, 3: 1–76.
- Coto, A.C.S.P. (2007) *Biodiversidade de Clórofitas Marinhas Bentônicas do Litoral do Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, SP.
- Coutinho, R. (2004) Programa Nacional da Biodiversidade – PRONABIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO Sub-Projeto: *Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha. Grupo de Ecossistemas: Costões Rochosos*. Guia para o licenciamento ambiental, Atividades de Sísmica Marítima na Costa Brasileira, Atividades de Perfuração de Óleo e Gás.
- Dickie, G. (1874'1875') Enumeration of algae from Fernando de Noronha, collected by H.N. Moseley, M.A., naturalist to H.M.S. "Challenger". *Journal of the Linnean Society of London, Botany* 14: 363–365.
- Egerod, L.E. (1975) Marine algae of the Andaman Sea coast of Thailand: Chlorophyceae. *Botanica Marina* 18:41-66.
- Falcão, C., Maurat, M.C., Nassar, C.A.G., Széchy, M.T.M. & Mitchell, G.J.P. (1992) Benthic Marine Flora of the Northeastern and Southeastern Coast of Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil: Phytogeographic Considerations. *Botanica Marina* 35: 357–364.
- Ganesan, E.K. (1990) A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela. pp. 237 (pp.), 15 maps. Caracas: Fondo Editorial Conicit.
- Gestinari, L.M.S. (2004). *Taxonomia e distribuição do gênero Cladophora Kütz. (Cladophorales, Chlorophyta) para o litoral brasileiro*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Gestinari, L.M.S., Nassar, C.A.G., Arantes, P.V. (1998) Algas marinhas bentônicas da Reserva Biológica Estadual da Praias do Sul, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12(1): 67–76.
- Gestinari, L.M.S., Oliveira, M.C., Milstein, D., Yoneshigue-Valentin, Y. & PEREIRA, S.M.B. (2009) Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek

- (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil base on SSU rDNA sequences. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 531–538.
- Gestinari, L.M.S., Pereira, S.M.B. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2010) Distribution of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14: 22–42.
- Gestinari, L.M.S., Yoneshigue-Valentin, Y. & Pereira, S.M.B. (2005) Influência da concentração de nutrientes e da aeração da água no desenvolvimento de *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek (Chlorophyta, Cladophorales). *Anais da X Reunião Brasileira de Ficologia*. Série Livros, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 10: 275–288.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2015) *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <http://www.algaebase.org> (último acesso 06 junho 2015).
- Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y. & Ueda, K. (2002) Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *Journal of Phycology* 38: 564–571.
- Hayakawa, Y., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K. & Kamiya, M. (2012). Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. *Phycological research* 60: 86–97.
- Holmgren, P.K., Holmgren, N.H. & Barnett, L.C. (Eds.). 1990. *Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World*. 8. Edition. New York. x, 693 pp.
- Horta, P.A. (2000). *Macroalgas do Infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Hudson, W. (1762) *Flora anglica; exhibens plantas per regnum angliae sponte crescentes, distributas secundum systema sexuale: cum differentiis specierum, synonymis auctorum, nominibus incolarum, solo locorum, tempore florendi, officinalibus pharmacopoeorum*. pp. [i]-viii, [1- 8], 1-506, [1-22, ind.]. Londini [London]: Impensis auctoris: Prostant venales apud J. Nourse in the Strand, et C. Moran in Covent-Garden.
- Ichihara, K., Shimada, S. & Miyaji, K. (2013) Systematics of *Rhizoclonium*-like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses. *Phycologia* 52(5): 398–410.
- Jaasund, E. (1976) Intertidal seaeeds in Tanzania. University of Tromsø, Tromsø.

- Joly, A.B. & Yoneshigue-Braga, Y. (1974) *Microdictyon vanbossae* in the south Atlantic. *Rickia* 6: 81–887.
- Kanagawa, A.I. (1984) *Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado da Paraíba – Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Kraft, G. T. 2007. *Algae of Australia*. Marine benthic algae of Lord Howe Island and the southern Great Barrier Reef, 1. Green algae. Canberra & Melbourne: Australian Biological Resources Study & CSIRO Publishing.
- Kützing, F.T. (1843) *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange*. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser. pp. [part 1]: [i]-xxxii, [1]-142, [part 2:] 143-458, 1, err.], pls 1-80. Leipzig: F.A. Brockhaus.
- Kützing, 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.
- Kützing, F.T. (1847) *Tabulae phycologicae; oder, Abbildungen der Tange*. Vol. I, fasc. 3–5 pp. 27–36, pls 21–50. Nordhausen: Gedruckt auf kosten des Verfassers (in commission bei W. Köhne).
- Kützing, F.T. (1849) *Species algarum*. pp. [i] –vi, [1] –922.
- Lee, R.K.S. (1980) A catalogue of the marine algae of the Canadian Arctic. *National Museum of Canada Publications in Botany* 9: 1-82.
- Leliaert, F. & Boedeker, C. (2007) Cladophorales. In: Brodie J., Maggs C.A. & John D. (Eds.) *Green seaweeds of Britain and Ireland*. The British Phycological Society. p. 131–183.
- Leliaert, F. & Coppejans, E. (2003) The marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia* 76: 45–82.
- Leliaert, F., Rosseau, F., De Reviere, B. & Coppejans, E. (2003) Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene sequences: is the recognition of separate order Siphonocladales justified? *European Journal of Phycology* 38: 233–46.
- Leliaert, F., De Clerck, O., Verbruggen, H., Boedeker, C. & Coppejans, E. (2007a) Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta: Cladophorophyceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 1237–1256.
- Leliaert, F., Huisman, J.M. & Coppejans, E., (2007b) Phylogenetic position of *Boodlea vanbosseae* (Siphonocladales, Chlorophyta). *Cryptogamie, Algologie*, 28: 337–351.

- Leliaert, F., Payo, D. A., Calumpong, H. P. & De Clerck, O. (2011) *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical Waters. *Phycologia* 50(4): 384–391.
- Leliaert, F., Rueness, J., Boedeker, C., Maggs, C.A., Cocquyt, E., Verbruggen, H. & De Clerck O. (2009a) Systematics of the marine microfilamentous green algae *Uronema curvatum* and *Urospora microscopica* (Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 44(4): 487–496.
- Leliaert, F., Payo, D. A., Calumpong, H. P. & De Clerck, O. (2011) *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical Waters. *Phycologia* 50(4): 384–391.
- Leliaert, F., Smith, D. R., Moreau, H., Herron, M. D., Verbruggen, H. & Delwiche, C. F. & De Clerck, O. (2012) Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *Critical Reviews in Plant Sciences* 31: 1–46.
- Leliaert, F., Verbruggen, H., Wysor, B & De Clerck, O. (2009b) DNA taxonomy in morphologically plastic taxa: Algorithmic species delimitation in the *Boodlea* complex (Chlorophyta: Cladophorales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53: 122–133.
- Lindenberg, J.B.W. (1840) *Conferva lehmanniana* n. sp. *Linnaea* 14: 179-180, Plate II.
- Linnaeus, C. (1753) *Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas*. Vol. 2 pp. [i], 561-1200, [1-30, index], [i, err.]. Holmiae [Stockholm]: Impensis Laurentii Salvii.
- Machado, G.E.M., Nassar, C.A.G. & Széchy, M.T.M. (2011) Flora ficológica da região sublitorânea rasa de costões rochosos do Núcleo Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 25(1): 71–82.
- Martens, G. von (1868 '1866') Die Tange. Die Preussische Expedition nach Ost-Asien. Nach amtlichen Quellen. Botanischer Theil. pp. 1-152, pls I-VII. Berlin: *Verlag der Königlichen Geheimen Ober-Hofbuchdruckerei* (R.Y. Decker).
- Martens, G. von. (1870) Conspectus Algarum Braziliae hactenus detectarum. *Videnskabelige Meddelelser fra den Naturh. Forening, Kjobenhavn* 2(18–20): 297–314.
- Mitchell, G.J.P., Nassar, C.A.G., Maurat, M.C.S. & Falcão, C. (1990) Tipos de vegetação marinha da baía do Espírito Santo sob a influência da poluição – Espírito Santo (Brasil). In: *II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura,*

- Função e Manejo*. 2. Anais... Águas de Lindóia, São Paulo, Vol. 1. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, p. 202–213.
- Montagne, C. (1837) Centurie de plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Seconde série* 8: 345–70.
- Montagne, C. (1850) *Cryptogamia guyanensis*, seu plantarum cellularium in Guyana gallica annis 1835-1849 a Cl. Leprieur collectarum enumeratio universalis. *Ann Sci Nat Bot* 14: 283–309.
- Nees, C.G. (1820) Horae physicae Berolinenses collectae ex symbolis virorum doctorum H. Linkii...; edicuravit Christianus Godof. Nees ab Esenbeck.. pp. [i-xii], 1-123, [4], 27 pls. Bonnae [Bonn]: Sumtibus Adolphi Marcus.
- Nizamuddin, M. & Begum, M. (1973) Revision of the marine Cladophorales from Karachi. *Botanica Marina* 16: 1–18.
- Oliveira, E.C., Horta, P.A., Amancio, C.E. & Sant'Anna, C.L. (1999) Algas e angiospermas marinhas bêmicas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação. In: *Workshop sobre Avaliação e ações prioritárias para a conservação da Biodiversidade das zonas costeira e marinha*. Relatório Técnico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- Oliveira Filho, E.C. (1977) *Algas Marinhas Bentônicas do Brasil*. Tese de Livre-Docência, Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Papenfuss, G.F. (1943) Notes on South African marine algae II. – *South African Journal of Botany* 9:79-92.
- Papenfuss, G.F. & Chihara, M. (1975) The morphology and systematic position of the green algae *Ernodesmis* and *Apjohnia*. *Phycologia* 14:309–16.
- Parodi, E.R. & Cáceres, E.J. (1991) Variation in number of apical ramifications and vegetative cell length in freshwater population of *Cladophora vagabunda* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 27: 628-633.
- Pedroche, F.F., Silva, P.C., Aguilar-Rosas, L.E., Dreckmann, K.M. & Aguilar-Rosas, R. (2005) Catálogo de las algas marinas bentônicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota. pp. i-viii, 17-146. Ensenada, México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Pereira, S.M.B., Oliveira-Carvalho, M.F., Angeiras, J.A.P., Bandeira-Pedrosa, M.E., Oliveira, N.M.B., Torres, J., Gustinari, L.M.S., Cocentino, A.L.M., Santos, M.D., Nascimento, P.R.F. & Cavalcanti, D.R. (2002) Algas marinhas bentônicas do Estado

- de Pernambuco. In: Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. (Orgs.) *Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco*. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Editora Massangana, Recife 2: 97–124.
- Pereira, S.M.B., Oliveira Filho, E.C., Araujo, M.S.V.B, Paes e Melo, L.B., Carvalho, F.A.C. & Câmara Neto, C. (1980) Prospecção dos bancos de algas marinhas do Estado do Rio Grande do Norte. 2a. parte: Profundidade de 10 a 45 metros. Série: Brasil. *SUDENE. Estudos de Pesca*, Recife 9: 25–81.
- Pereira, S.M.B., Torres, J. & Gestinari, L.M.S. (2014) Composition and Distribution of Deep Water Macroalgae Species from the Continental Shelf of Sergipe State, Brazil. *Phytotaxa* 190(1): 250–267.
- Pinheiro-Joventino, F., Dantas, N.P. & Maraschin, C.D.H. (1998) Distribuição de algas marinhas no litoral de Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* 31(1–2): 41–46.
- Pochon, X., Atalah, J., Wood, S. A., Hopkins, G. A., Watts, A. & Boedeker, C. (2015) *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. *Aquatic Invasions* 10(2): 123–133.
- Proschold, T. & Leliaert, F. 2007. Systematics of the green algae: conflict of “ classic and modern approaches. In: Brodie, J. and Lewis, J. (Eds.). *Unravelling the Algae: The Past, Present, and Future of Algal Systematics*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 123–153.
- Pupo, D. & Coto, A.C.S.P. (2011) Lista de Ulvophyceae do estado de São Paulo. *Biota Neotropica* 11(Supl. 1): 137–142.
- Reis, R.P. (2009) Caracterização da assembleia fitobentônica da praia do Kutuca, Ilha da Marambaia, baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23(2): 297–304.
- Santos, A.A. (2010). *Comunidades de macroalgas epífitas de Acetabularia crenulata J.V.Lamour. (Dasycladales, Chlorophyta) das Praias da Penha e Barra Grande, Ilha de Itaparica, Bahia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Santos, D.P. (1983). *Clorofíceas Bentônicas Marinhas do Estado de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Silva, P.C., Basson, P.W. & Moe, R.L. (1996) Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean. Berkeley, USA: University of California Press.

- Soares, L.P. & Fujii, M.T. (2012). Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 63(3): 557–570.
- Suárez, A.M. (2005). Lista de las macroalgas marinas Cubanas. *Revista de Investigaciones Marinas* 26: 93-148.
- Széchy, M.T.M., Amado Filho, G.M., Cassano, V., De Paula, J.C., Barreto, M.B.B., Reis, R.P., Marins, B.V., Moreira, F.M. (2005) Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o programa GloBallast no Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 19(3): 587–596.
- Taylor, W.R. (1945) Pacific marine algae from the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions 12: 528 pp. - Univ. S. California Press, Los Angeles.
- Taylor, W.R. (1960) Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of Americas. Ann Arbor, University of Michigan Press, United States.
- Taylor, W.R. (1931) A synopsis of the marine algae of Brazil. *Revue Algologie* 5(3-4): 279-313.
- Thiamdao, S., Boo, G. H., Boo, S. M. & Peerapornpisal, Y. (2012) Diversity of Edible *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) in Northern and Northeastern Thailand, Based on Morphology and Nuclear Ribosomal DNA Sequences. *Chiang Mai Journal of Science* 39(2): 300–10.
- Ugadam, Y. (1973) Algas marinhas bentônicas do litoral sul do estado de São Paulo e do litoral do estado do Paraná. I – Divisão Chlorophyta. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 1: 11–77.
- van den Hoek, C. (1963) Revision of the European species of *Cladophora*. *Proefschrift...Rijksuniversiteit te Leiden*. 1–248. E.J. Brill, Leiden.
- van den Hoek, C. (1982) A taxonomic revision of the American species of *Cladophora* (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeling Natuurkunde, Tweede Reeks* 78: 1–236.
- van den Hoek, C. & Chihara, M. (2000) A taxonomic revision of the marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) along the coasts of Japan and the Russian Far-east. National Science Museum (Tokyo). *Monographs* 19: 1–242.
- van den Hoek, C. & Womersley, H.B.S. (1984) Genus *Cladophora*. In: Womersley, H.B.S. (Ed.) *The marine benthic flora of southern Australia*. Part I., p. 185–213. Government Printer, South Australia, Adelaide.

- Varela, A.R.D. (2010) *Flora Macrofitobêntica da Reserva Biológica do Arvoredo e Ilhas Circunvizinhas*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- Vickers, A. (1905) Liste des algues marines de la Barbade. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Ser.* 9(1): 45-66.
- Villaça, R., Pedrini, A.G., Pereira, S.M.B. & Figueiredo, M.A.O. (2006) Flora marinha bentônica das ilhas oceânicas brasileiras. In: Alves, R.J.V. & Costa, J.W. (Orgs.). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Pp. 107–146.
- Williams, L.G. & Blomquist, H.L. (1947) A collection of marine algae from Brazil. *Bulletin of the Torrey Botanical Club, New York* 74(5): 383–397.
- Wynne, M.J. (2011) A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: third revision. *Nova Hedwigia Beihefte* 140: 1–166.
- Yamada, Y. (1925) Studien über die Meeresalgen von der Insel Formosa. 1. Chlorophyceae. *Botanical Magazine, Tokyo* 39: 77–95.
- Yoneshigue, Y. (1985) *Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Bresil)*. Docteur d'Etat-Sciences. Luminy: Université d'Aix-Marseille II, Faculté des Sciences de Luminy.
- Yoneshigue-Valentin, Y., Gustinari, L.M.S. & Fernandes, D.R.P. (2006) Capítulo 2. Macroalgas. In: Lavrado, H.P. & Ignácio, B.L. (Eds.). *Biodiversidade Bentônica da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira Série Livros*, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 18: 67–105.
- Yoneshigue-Valentin, Y., Loivos, A.M., Silva, R.C.C.S., Fernandes, D.R.P. (2008) Contribuição ao conhecimento e preservação das algas multicelulares bentônicas do Costão dos Cavaleiros - Macaé, estado do Rio de Janeiro. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre 63(1): 129–134.
- Yoshii, Y., Hanyuda, T., Wakana, I., Miyajii, K., Arai, S., Ueda, K. & Inouye, I. (2004) Carotenoid compositions of *Cladophora* balls (*Aegagropila linnaei*) and some members of the Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta): their taxonomic and evolutionary implication. *Journal of Phycology* 40: 1170–77.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

### Considerações sobre a distribuição dos taxa cladoforoides no litoral do Brasil

O estudo morfológico e as análises filogenéticas moleculares permitiram confirmar 22 taxa pertencentes aos gêneros *Cladophora* (19) e *Willeella* (3) distribuídos ao longo do litoral do Brasil: *C. albida* (Ness) Kütz., *C. aokii* Yamada, *C. brasiliiana* G.Martens, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. codii* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura, *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.), *C. conferta* P.Crouan & H.Crouan in Schramm & Mazé, *C. corallicola* Børgesen, *C. dalmatica* Kütz., *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.), *C. lehmanniana* (Lindenb.) Kütz., *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.), *C. sericea* (Huds.) Kütz., *C. socialis* Kütz., *C. vagabunda* (L.) C.Hoek, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3, *Cladophora* sp. 4, *W. brachyclados* (Mont.) A.M.Alves & C.W.N.Moura, *W. crispula* (Vickers) A.M.Alves & C.W.N.Moura e *W. ordinata* Børgesen (Fig. 1).

Dentre as espécies estudadas as que apresentaram ampla distribuição no litoral do Brasil foram *Cladophora prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. vagabunda* e *Willeella brachyclados* ocorrendo em 13 dos 15 estados amostrados, seguidas por *C. brasiliiana* e *C. coelothrix* (11), *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) (9), *C. aokii* e *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.) (8), *C. conferta* e *C. dalmatica* (7), *W. ordinata* (6) e *C. albida* (5). Enquanto as que tiveram distribuição restrita foram *C. codii* registrada apenas para o litoral da Bahia, seguida por *C. catenata* do Brasil (nom. prov.) (2) e por *C. corallicola*, *C. lehmanniana*, *C. sericea*, *C. socialis* e *W. crispula*, essas cinco últimas com três taxa cada (Fig. 1).

O litoral do estado mais representativo em relação ao número de taxa registrados foi o da Bahia (19), seguido pelo Rio de Janeiro (12), Ceará e Santa Catarina, ambos com 11 taxa cada, Piauí e Alagoas (10), Espírito Santo, São Paulo e Rio Grande do Sul (8), Paraíba, Pernambuco e Paraná (7), e do Rio Grande do Norte (6). Enquanto os menos representativos foram o Pará e Sergipe, ambos com um táxon cada, e o litoral do Maranhão com três (Fig. 1).

Muitas espécies tiveram a sua distribuição ampliada no litoral do Brasil. Dessa forma, são citações pioneiras as de *C. albida* para o estado do Rio Grande do Sul; *C. aokii* para o Ceará,

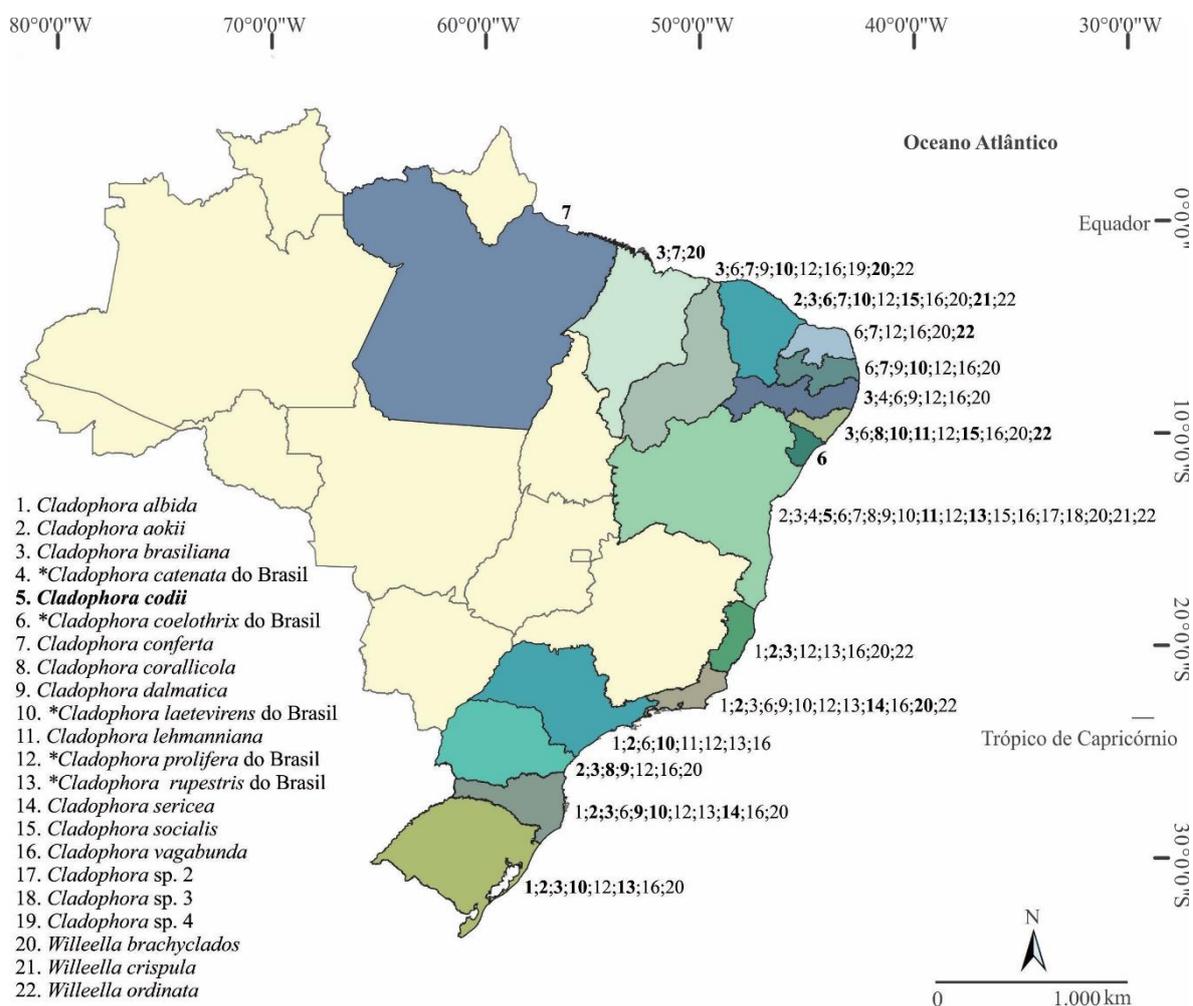
## Considerações Finais e Perspectivas Futuras

Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *C. brasiliiana* para o Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) para o Ceará; *C. conferta* para o Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba; *C. corallicola* para Alagoas e Paraná; *C. dalmatica* para o Paraná e Santa Catarina; *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) para o Piauí, Ceará, Alagoas, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; *C. lehmanniana* para Alagoas e Bahia; *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.) para a da Bahia e Rio Grande do Sul; *C. sericea* para o Rio de Janeiro e Santa Catarina; *C. socialis* para o Ceará e Alagoas; *W. brachyclados* para o Piauí e Rio de Janeiro; *W. crispula* para o Ceará e *W. ordinata* para o Rio Grande do Norte e Alagoas (Fig. 1).

O estado brasileiro com o maior número de adições de taxa registrados neste estudo foi o Ceará com sete novos registros, seguido do Alagoas (6), Piauí, Paraná, Santa Catarina e o Rio Grande do Sul (4), Maranhão, Bahia e o Rio de Janeiro (3), Rio Grande do Norte, Paraíba, Espírito Santo e São Paulo (2) e dos estados do Pará, Pernambuco e Sergipe com uma nova adição cada. Vale ressaltar que é a primeira referência de uma espécie de *Cladophora* e o segundo registro de uma alga marinha para o estado do Pará, a primeira alga registrada para este litoral foi *Microdictyon vanbosseae* Setch. Além disso, a ampliação de espécies de *Cladophora* para o litoral do estado do Maranhão, o qual contava apenas com o registro de *C. vagabunda*.

Apesar de o estado da Bahia apresentar o maior litoral do Brasil (1 103 km<sup>2</sup>) e possuir uma grande diversidade de ambientes como recifes de coral, formações de arenito, costões rochosos e manguezais, os quais propiciam o desenvolvimento de uma flora exuberante e diversificada de algas, a alta representatividade de taxa observada também pode estar relacionada ao maior número de pontos de coleta visitados, além de ter sido o estado com o maior número de coletas, devido a projetos de pesquisas desenvolvidos na área. Enquanto, a baixa representatividade apresentada pelos estados do Pará, Maranhão e Sergipe está diretamente relacionada à escassa quantidade de substrato rochoso na região entre marés além de ser bastante influenciados pelo aporte de rios. Essa baixa representatividade também foi evidente na literatura consultada bem como nos materiais de herbários analisados.

## Considerações Finais e Perspectivas Futuras



**Figura 1.** Mapa de distribuição dos taxa cladoforoides ao longo do litoral do Brasil. Os estados amostrados estão destacados, de norte a sul, são: Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As adições à ficoflora do Brasil estão em negrito. \* Nomes provisórios.

### Considerações Gerais

Os caracteres morfológicos importantes para a delimitação e identificação dos taxa cladoforoides estudados foram o hábito do talo, padrão de ramificação, presença e tipos de rizoides intercalares, presença de constrições anelares, formato, comprimento e diâmetro das células apicais, presença e distribuição de ramos curtos, presença do fungo *Blodgettomyces borneti* e formação de ganchos em células de últimos ramos.

Para as espécies cladoforoides estudadas foram identificados dois tipos de hábito: fixo e emaranhado, este último registrado apenas em *C. socialis* as demais espécies apresentaram hábito fixo, com diferenciações: em forma de densas almofadas [*C. catenata* do Brasil (nom. prov.)], menos densos em *C. codii* e em *C. corallicola*; talo com parte basal prostrada formando estrutura semelhante a estolão, devido à presença de rizoides intercalares, originando ramos eretos (*C. coelothrix* do Brasil [nom. prov.]) e as demais formando talos eretos (*C. albida*, *C. aokii*, *C. brasiliana*, *C. conferta*, *C. dalmatica*, *C. laetevirens* do Brasil [nom. prov.], *C. lehmanniana*, *C. prolifera* do Brasil [nom. prov.], *C. rupestris* do Brasil [nom. prov.], *C. sericea*, *C. vagabunda*, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3, *Cladophora* sp. 4, *W. brachyclados*, *W. crispula* e *W. ordinata*).

Apenas cinco espécies foram identificadas somente com base em caracteres morfológicos: *Cladophora brasiliana*, *C. corallicola*, *C. sericea*, *C. socialis* e *C. vagabunda*. E três espécies identificadas somente com base em análises filogenéticas moleculares *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3, *Cladophora* sp. 4.

Algumas espécies foram registradas em estágio reprodutivo com papilas para liberação das células reprodutivas: *C. albida*, *C. brasiliana*, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.), *C. conferta*, *C. corallicola*, *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.), *C. vagabunda*, *W. crispula* e *W. ordinata*.

Neste estudo foram geradas as únicas sequências parciais de LSU rDNA (49) de cladoforoides do litoral do Brasil. Dentre estas, as das espécies *C. conferta*, *C. lehmanniana* e *W. crispula* são as únicas conhecidas para a ciência.

### Considerações Finais e Perspectivas Futuras

Os resultados moleculares e a comparação morfológica detalhada com as demais espécies cladoforoides descritas permitiram propor uma nova espécie de *Cladophora* para a ciência: *C. codii* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura.

As análises filogenéticas moleculares revelaram as posições filogenéticas de muitos taxa identificados em *Cladophora*. Demonstraram que *Cladophora coelothrix*, *C. laetevirens*, *C. prolifera* e *C. rupestris* das localidades tipo Itália, Gales, Córsega e França, respectivamente, são distintas das registradas para o Brasil. Os dados moleculares mostraram ainda que as sequências de *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) e *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) não constituem uma mesma entidade taxonômica. Todas estas proposições serão realizadas em publicações futuras.

Além destes, os posicionamentos filogenéticos das sequências de *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4 indicam o estabelecimento desses taxa como novos para a ciência, cujas descrições dependem de estudos morfológicos mais detalhados.

As posições filogenéticas de sequências de *Cladophora catenata* em relação às demais espécies cladoforoides indica o estabelecimento desse táxon como novo para a ciência sob uma nova categoria genérica, com pelo menos três espécies. Do mesmo modo, o posicionamento filogenético de *Cladophora liebetruthii*, em um clado com espécies do gênero *Microdictyon*, permitiu a proposição de uma nova combinação, sendo esta *Microdictyon liebetruthii* (Grunow) A.M. Alves et C.W.N. Moura.

A confirmação da posição filogenética molecular das espécies *Cladophora conferta* e *C. lehmanniana* depende da comparação com sequências de outros espécimes ainda não disponíveis nos bancos de dados de DNA mundiais.

Este estudo contribuiu para uma compreensão mais ampla das relações filogenéticas moleculares dos taxa cladoforoides do Atlântico e forneceu mais dados que subsidiarão investigações futuras. No entanto, há a necessidade de ampliação deste estudo e para essa análise é essencial a inclusão de mais espécies e outros marcadores, como SSU e ITS rDNA, além da ampliação da amostragem com LSU rDNA.

### Considerações Finais e Perspectivas Futuras

O uso de marcadores moleculares como o ITS rDNA poderá promover uma melhor compreensão das relações filogenéticas entre os taxa cladoforoides do litoral do Brasil, principalmente com estudos mais detalhados incluindo os taxa que formaram grandes agrupamentos, como os anteriormente incluídos na seção *Glomeratae s.l.* (*C. albida*, *C. dalmatica*, *C. laetevirens*, *C. lehmanniana*, *C. sericea* e *C. vagabunda*), seguidos daqueles incluídos nas seções *Longi-articulatae*, *Rugulosae* e *Repentes*.