

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 S
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 Botânica

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

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

PROF. DR. CÁSSIO VAN DEN BERG (UEFS)

FEIRA DE SANTANA – BA

2015

Ficha Catalográfica: Biblioteca Central Julieta Carteadó

Alves, Aigara Miranda

O Gênero *Cladophora* (Chlorophyta) no Litoral do Brasil:

Estudos morfotaxonômico e molecular/Aigara Miranda Alves. – Feira de Santana, 2015.

221f. ; il.

Orientador: Carlos Wallace do Nascimento Moura

Co-orientadores: Profa. Dra. Lísia Mônica de Souza Gestinari (UFRJ/NUPEM)

Prof. Dr. Cássio van den Berg (UEFS)

Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana.

1. Taxonomia. 2. *Cladophora* – Litoral do Brasil. I. Moura, Carlos Wallace do Nascimento. II. Gestinari, Lísia Mônica de Souza. III. van den Berg, Cássio. IV. Universidade Estadual de Feira de Santana. VI. Título.

CDU:

O Gênero *Cladophora* (Chlorophyta) no Litoral do Brasil:

Estudos morfotaxonômico e molecular

AIGARA MIRANDA ALVES

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientador e Presidente da banca:

Prof. Dr. Carlos Wallace do Nascimento Moura
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Examinadores:

Profa. Dra. Diógina Barata
Titular - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

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

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

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

Profa. Dra. Maria de Fátima Oliveira Carvalho/UFRPE
1ª Suplente

Profa. Dra. Emília de Brito Valente/UEFS
2ª Suplente

Data da Defesa:

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

Agradeço aos meus três orientadores pelo empenho, dedicação e confiança.

Ao meu orientador acadêmico, o Prof^a Dr. Carlos Wallace do Nascimento Moura, do Laboratório de Ficologia do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), por tudo, confiança, orientação, crescimento científico ao longo de todos esses anos. Muito obrigada!

À minha co-orientadora, a Prof^a 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. Muito obrigada,

Ao meu co-orientador o Prof. Dr. Cássio van den Berg, do Laboratório de Sistemática Molecular de Plantas (LAMOL), da UEFS, pelas valiosas contribuições nas análises filogenéticas moleculares, desde a extração até a interpretação das topologias, 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 PRUAP.

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

Núcleo de Excelência em Sistemática e Variabilidade Molecular de Plantas e Fungos (PRONEX/FAPESB, projeto PN0014/2009) com fomento à pesquisa nos trabalhos de campo e análises moleculares no LAMOL, (CNPq/FAPESB), 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,

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

À prof^a 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^{as} 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.

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

Às colegas MSc. Priscila Barreto de Jesus, Faíara, Jara por nunca esquecerem de coletar as Cladophora para mim.

À amiga Dra. Martha Bokker pela amizade incondicional.

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 Téo pela presteza, atenção e amizade sempre. Você é um amor de pessoa. E aos demais funcionários do HUEFS, Mariana, Elaine, Ithala, Maria José pela atenção e presteza nas nossas solicitações.

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

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

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

À Adriana Estrela e à Gardênia Maria Araújo Aires, funcionárias da Pós-Graduação em Botânica/UEFS, pela paciência e preocupação em encaminhar as nossas solicitações.

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

À amiga MSc. Kátia Lidianne Moniz Brito, bióloga do Laboratório de Ficologia, pela amizade, o apoio em todas as fases e pelo tombamento do material estudado no Banco de dados do Herbário HUEFS.

À amiga, MSc. Daniele Ramalho Serra, desde os primórdios da minha iniciação científica ficológica, pela amizade sempre, pela longa e prazerosa estadia durante o período que ficamos em São Paulo.

À colega científica Luane pelos preciosos auxílios em a bio mol. Você quebrou um galhão, nem sei, kkk. Muito obrigada Lu.

Aos colegas e amigos científicos do LAFJCO, os de longas datas, a bióloga da Embasa Ingrid Santana de Oliveira (Ingrys), a bióloga da PROMAR, Nelma dos Santos Freitas (Nelmita), o doutorando em Bot, Geraldo José Peixoto (Gerald), o biólogo MSc do IFBA, Wellington Romualdo Almeida (Well), o biólogo MSc. do IBGE, Neilton Argolo Andrade (Dito), o biólogo MSc. de Mata de São João, Gérson Limoeiro Alves (Limão), 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, Kerley e Valdemar, à minha irmã Luiza. À minha sogra Railda Carneiro de Oliveira Mendonça, aos meus sobrinhos lindos (de sangue e de coração), 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.

Não dá para listar todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho e por isso, mesmo aqueles não citados aqui, quero que saibam o quanto sou grata!

À Vida, pela magia.

Lista de Tabelas

Capítulo 1	Introdução geral	1
Tabela 1.	Tabela 1. Espécies de <i>Cladophora</i> referidas para o litoral do Brasil.	14
Tabela 2.	Tabela 2. 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).	20
Tabela 3.	Tabela 3. Pontos de coleta visitados durante o estudo, discriminando a Unidade Federativa (Estado), município, ponto de coleta e coordenadas geográficas. Os estados estão listados no sentido Norte - Sul. (*) Pontos visitados, porém não foram encontrados/coletados espécimes de <i>Cladophora</i> .	26
Tabela 4	Tabela 4. 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).	54
Tabela 5.	Ciclos das PCRs utilizados para a amplificação dos marcadores moleculares em espécies de <i>Cladophora</i> do litoral do Brasil.	32
Capítulo 2	Taxonomia das espécies de <i>Cladophora</i> (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA	66
Tabela 1	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.	106
Tabela 2	Materiais tipos de espécies de <i>Cladophora</i> Kützinger examinados para comparação com espécimes referidos para o litoral do Brasil.	116
Capítulo 3	<i>Cladophora codii</i> sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em análises morfológicas e filogenéticas moleculares	117
Tabela 1	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.	138
Tabela 2	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) Kützinger e <i>C. sakaii</i> Abbott.	127

Lista de Figuras

Capítulo 2	Taxonomia das espécies de <i>Cladophora</i> (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA	66
Figura 1.	Primeira parte da topologia da análise Bayesiana para os 123 taxa baseada no conjunto de dados de LSU. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequências novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank.	78
Figura 2	Segunda parte da topologia da análise Bayesiana para os 123 taxa baseada no conjunto de dados de LSU. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequências novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank.	79
Capítulo 3	<i>Cladophora codii</i> sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em análises morfológicas e filogenéticas moleculares	124
Figuras 1–9	<i>Cladophora codii</i> A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura. HUEFS 136580, holótipo. 1. Hábito do talo em campo, crescendo em associação com <i>Codium intertextum</i> 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.	126
Figura 10	Topologia da análise Bayesiana para os 44 taxa baseada no conjunto de dados de LSU. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. A sequência de <i>Cladophora codii</i> sp. nov. produzida neste estudo está em negrito no clado Longi-articulatae. Outros dados provenientes do GenBank.	144
Capítulo 4	Taxonomia Morfológica de Espécies Cladoforoides do Litoral do Brasil	183
Figura 1	A–H. <i>Cladophora albida</i> (Ness) Kütz. A. aspecto geral do talo. 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	184

Figura 2	A–H. <i>Cladophora aokii</i> Yamada. A. hábito, ocorrendo formando densas populações na área de arrebentação sob substrato rochoso. 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.	184
Figura 3	A–E. <i>Cladophora brasiliiana</i> G.Martens. A. hábito, crescendo como epífita de <i>Anadyomene stellata</i> (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.	185
Figura 4.	A–I. <i>Cladophora catenata</i> do Brasil (nom. prov.). A. aspecto geral do talo, formando tufos densos. 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 <i>Blodgettomyces borneti</i> (E. P. Wright) Feldmann nas paredes celulares. I. <i>B. borneti</i> e cristais tetraédricos visível no protoplasto da célula, seta.	186
Figura 5	A–F. <i>Cladophora coelothrix</i> 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.	187
Figura 6.	Figura 6. A–G. <i>Cladophora conferta</i> 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. F–G. eixo principal com ramificação pseudotricotômica.	188
Figura 7.	A–H. <i>Cladophora corallicola</i> 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.	189
Figura 8	A–E. <i>Cladophora dalmatica</i> Kütz. A. Aspecto geral do talo. B–D. Últimos ramos com ramificação falcada. E. Célula basal com base lobada.	190
Figura 9.	A–E. <i>Cladophora laetevirens</i> do Brasil (nom. prov.). A. aspecto geral do talo. B. detalhe da ramificação unilateral. C–D. porção	191

	de ramos curtos unicelulares. Ao longo do talo. E. detalhe da porção basal do talo densamente ramificada.	
Figura 10.	A–G. <i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenb.) Kütz. A-B. aspecto geral o talo. C-E. detalhe da ramificação falcada, reta. F. célula basal. G. ramificação dicotômica.	192
Figura 11	A–H. <i>Cladophora prolifera</i> 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. F. formas de politomias. G. processos rizoidais curtos fixando a célula à parental abaixo H. rizoide com constrições anelares.	193
Figura 12.	A–E. <i>Cladophora rupestris</i> 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	194
Figura 13.	Figura 13. A–D. <i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz. A. aspecto geral do talo. B. detalhe do talo com ramificação unilateral a alternas. C-D. talo com formação de ramos longos.	195
Figura 14.	A–F. <i>Cladophora socialis</i> Kütz. A. aspecto geral do talo emaranhado. B. eixo principal com os últimos ramos apresentando ramificação alterna. C. ramificação unilateral. D. Ramificação alterna E. pseudodicotômica F. alternas a unilateral.	196
Figura 15.	Figura 15 A–G. <i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C.Hoek. A. hábito, crescendo sob alga calcária coralinácea. B. aspecto geral do talo. C. ramificação fasciculada a unilateral D. porção basal do talo com células apresentando rizoides lobado E. célula apical fértil com papila lateral.	197
Figura 16.	A–H. <i>Willeella ordinata</i> 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.	205
Figura 17	<i>Willeella brachyclados</i> (Mont.) A.M. Alves & C.W.N. Moura. A. aspecto geral do talo. B. detalhe da ramificação irregulares de diferentes porções do talo. C. parte basal o talo bastante ramificado. D. célula basal com ramos colapsados, célula basal simples. E. célula ramo com caule apical obtuso.	206
Figura18.	A–F. <i>Willeella crispula</i> (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.	207

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	kilômetro (10^3 m).
km ²	1 000 000 metros quadrados (m ²).
°	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.
ALCB	Herbário Alexandre Leal Costa da Universidade Federal da Bahia (UFBA).
CaOx	oxalato de cálcio.
cf.	<i>confer</i> – confronte com, compare com.
compr.	comprimento.
diâm.	diâmetro.
DNA	ácido desoxirribonucleico (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.
<i>s.l.</i>	<i>sensu lato</i> : em sentido amplo.
<i>s.n.</i>	sem número.
sp.	espécie.
SP	Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo.
SPF	Herbário da Universidade de São Paulo.
<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, reflexo da grande plasticidade fenotípica 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 envolve o estudo de dados de DNA (SSU rDNA) foi desenvolvido no intuito de elucidar a 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 sequências parciais de LSU rDNA, na qual foram geradas 49 sequências. A análise filogenética molecular revelou 19 táxons distribuídos em dois gêneros: *Cladophora* e *Willeella*. Em *Cladophora* 16 táxons tiveram a sua posição filogenética elucidada: *C. albida*, *C. aokii*, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) compreendendo duas linhagens, *C. conferta*, *C. dalmatica*, *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) correspondendo a duas linhagens, *C. lehmanniana*, *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.) e *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.). 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 para serem descritas posteriormente. O gênero *Willeella* foi reestabelecido devido à posição filogenética molecular de *C. 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. brachyclados* com. nov. e *W. crispula* com. nov. O agrupamento *C. catenata* corresponde a um novo gênero com três espécies e, *C. liebetruthii* um novo membro do gênero *Microdictyon*, primeira devido ao fato de divergir do clado de *Anadyomene* e por estar e distantemente relacionada às demais espécies de *Cladophora*, da mesma forma *C. liebetruthii* ocorreu em um clado com espécies de *Microdictyon*, com o qual compartilha ramos hapteroidais nas extremidades distal e lateral unindo células adjacentes formando

um talo reticulado, com rede mais aberta em *C. liebetruthii*. De acordo com a presente filogenia são prováveis taxa novos: as duas linhagens de *C. coelothrix* e de *C. laetevirens*, *C. prolifera* do Brasil, *C. rupestris* do Brasil, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4. Cinco espécies de *Cladophora* foram confirmadas apenas através de caracteres morfológicos: *C. brasiliana*, *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 moleculares ampliando a amostragem de taxa de *Cladophora* e utilizando mais marcadores moleculares para um melhor entendimento e elucidação das relações filogenéticas entre as 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.

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 19 taxa distributed in two genres: *Cladophora* and *Willeella*. In *Cladophora* 16 taxa had their phylogenetic position elucidated: *C. albida*, *C. aokii*, *C. catenata* of Brazil, *C. coelothrix* of Brazil (nom. prov.) comprising two strains, *C. conferta* (nom. prov.), *C. dalmatica*, *C. laetevirens* Brazil (nom. prov.) corresponding to two strains, *C. lehmanniana*, *C. prolifera* Brazil (nom. prov.) and *C. rupestris* from Brazil (nom. prov.). Among the four species of *Cladophora* undetermined, *Cladophora* sp. 1 has been described as a new species *C. codii* based on morphologic and molecular data and the other, *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. *Cladophora catenata* grouping represents a new genus with three species, *C. liebetruithii* 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*, just were *C. liebetruithii* occurred in a clade with *Microdictyon* species with which it shares hapteroidais branches in distal ends and lateral joining adjacent cells forming a stalk crosslinked with more open network *C. liebetruithii*. According to this new phylogeny are likely to rate: the two strains of *C. coelothrix* and *C. laetevirens*, *C. prolifera* Brazil, *C. rupestris* from Brazil, *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 and *Cladophora* sp. 4. Five species of *Cladophora* were confirmed only by

morphological characters: *C. brasiliana*, *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 *Cladophora* rate 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 rate included in the genus *Cladophora* and provided more data that will subsidize future investigations.

SUMÁRIO

	Lista de Tabelas	i
	Lista de Figuras	ii
	Abreviaturas	vi
	RESUMO	vii
	ABSTRACT	x
Capítulo 1	Introdução Geral	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
	2. Área de Estudo: Litoral do Brasil	22
	3. Material e Métodos	23
	Amostras	23
	Estudo Morfológico	24
	Estudo molecular	30
	Extração de DNA	30
	Amplificação e purificação dos marcadores moleculares	31
	Sequenciamento dos marcadores moleculares	33
	Preparação das matrizes	33
	Reconstrução Filogenética	34
	Referências	34
	Apêndice 1	54
Capítulo 2	Taxonomia das espécies de <i>Cladophora</i> (Chlorophyta) do Brasil baseada em sequências parciais de LSU rDNA	66
	Abstract	67
	Resumo	68
	Introdução	69
	Material e Métodos	73
	Obtenção de dados moleculares	74
	Preparação da matriz	75
	Reconstrução filogenética	75
	Resultados	76
	Discussão	84
	Referências	96

Capítulo 3	<i>Cladophora codii</i> sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em análises morfológicas e filogenéticas moleculares	117
	Abstract	117
	Resumo	118
	Introdução	118
	Material e Métodos	120
	Resultados	122
	Discussão	130
	Referências	131
Capítulo 4	Taxonomia Morfológica de espécies Cladoforoides do Litoral do Brasil	144
	Resumo	144
	Introdução	145
	Material e Métodos	146
	Resultados e Discussão	147
	Referências bibliográficas	210
Capítulo 5	Considerações Finais e Perspectivas	220

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Cladophora* foi proposto por Kützinger (1843), no qual agrupou muitas espécies do gênero *Conferva* proposto por Linnaeus (1753). As revisões taxonômicas de Kützinger (1843, 1845, 1847, 1849) e a adição de novas descrições de espécies, subespécies e variedades por vários autores, resultou, devido à plasticidade fenotípica 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, reflexo da grande plasticidade fenotípica 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 táxons 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, Gestrinari *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 táxons 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), Gestrinari *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 Kützinger, 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: *Dorsiventrales*, *Willeella* (Børgesen) e *Xanthochlora* 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 táxons *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* com 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 (acrópeta, 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 incurvada, recurvada ou distalmente incurvada 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 hapteroidais 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. Consequentemente, 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 táxons (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 táxons 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 táxons. 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.

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* também era polifilético, apresentava uma grande distância intergenérica e que as características especializadas do talo evoluíram independentemente múltiplas vezes.

Bakker *et al.* (1994) estudaram o complexo *Cladophora* e as relações evolutivas entre os táxons de Siphonocladales e Cladophorales, com base em sequências parciais do gene 18S rRNA de 18 táxons, pertencentes a oito gêneros, e concluíram também 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 grupos biogeográficos em *C. albida* (Nees) Kütz. e verificaram que houve uma diferença de 21% na sequência comparando os isolados interoceânicos. E Bakker *et al.* (1995b) realizaram a filogeografia global de *C. vagabunda*, espécie cosmopolita, através de ITS rDNA e observaram que esta espécie é intermediária entre as espécies tropicais antigas, que exibem uma vicariância fortemente marcada, e linhagens recentes de regiões temperadas frias a boreais, que não exibiram essa vicariância.

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 táxons e aperfeiçoamento da árvore de Siphonocladales, revelaram que Siphonocladales forma um grupo monofilético, enquanto que Cladophorales permanece parafilética, além do não monofilismo 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 distintivas, como a ausência de pirenoide, 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* (Vellay) Zanardini, e *C. catenata* como grupo irmão deste clado, o que demonstra o não monofilismo 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 bênticas do litoral brasileiro: sua diversidade, exploração e conservação e forneceram a lista de espécies fitobênticas 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. brasiliiana*, *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. Santos (1983) Alves <i>et al.</i> (2012)
<i>Cladophora aokii</i> Yamada	ES, RJ, SP, SC	Como <i>Cladophora corallicola</i> Børgesen 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. Santos (1983)
<i>Cladophora brasiliana</i> G.Martens	RN, BA, RJ, SP, SC 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), Gustinari <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.

Espécies	Estados e Ilhas oceânicas	Referências
<i>Cladophora catenata</i> Kütz.	CE, RN, PE, BA, ES, RJ, 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) <i>Cladophora fuliginosa</i> Kütz. Pereira <i>et al.</i> (1980) Como <i>Cladophora corallicola</i> Gestinari <i>et al.</i> (1998)
<i>Cladophora coelothrix</i> Kütz.	PI, RN, PB, PE, AL, BA, 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 glomerata</i> var. <i>crassior</i> (C.Agardh) C.Hoek	SC	Como <i>Cladophora crispata</i> (Roth) Kütz. 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) Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Pupo & Coto (2011)
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenb.) Kütz.	RJ, SP	Como <i>Cladophora utriculosa</i> Kütz. 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 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, BA, ES, RJ, SP, PR, SC, 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	Braga (1970), Oliveira Filho & Berchez (1978), Mitchell <i>et al.</i> (1979), Pedrini (1980), Araújo (1983), Kanagawa (1984), Yoneshigue (1985), Yoneshigue & Valentin (1988), Amado Filho (1991), Shirata <i>et al.</i> (1991), Gustinari <i>et al.</i> (1998), Pinheiro-Joventino <i>et al.</i> (1998), Taouil & 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 & Pupo (2009), Gustinari <i>et al.</i> (2010), Rocha-Jorge (2010), Machado <i>et al.</i> (2011), Pupo & Coto (2011) Como <i>Cladophora capensis</i> (C.Agardh) De Toni Horta (2000), Széchy <i>et al.</i> (2005), Reis (2009) Como <i>Cladophora rupestris</i> f. <i>nuda</i> (Harv.) Holmes & Batters ex Batters Ugadim (1973) Coto (2007), Coto & Pupo (2009), Pupo & Coto (2011)
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	SP, RJ Arquipélago de Fernando de Noronha	Como <i>Cladophora gracilis</i> f. <i>subflexuosa</i> Collins Pedrini <i>et al.</i> (1992) Como <i>Cladophora nitida</i> Kütz. Mitchell <i>et al.</i> (1979)
<i>Cladophora socialis</i> Kütz.	BA	Almeida <i>et al.</i> (2012)
<i>Cladophora submarina</i> P.Crouan & H.Crouan	SP	Pupo & Coto (2011) Como <i>Cladophora</i> ? <i>howei</i> Collins Ugadim (1973)

Tabela 1. Continuação.

Espécies	Estados e Ilhas oceânicas	Referências
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C.Hoek	MA, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA, ES, RJ, SP, PR, SC, RS Atol das Rocas, Arquipélago de Fernando 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) Como <i>Cladophora fascicularis</i> (Mert. ex C.Agardh) Kütz. 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 Arquipélago de Fernando de Noronha, Ilha de 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 1. Continuação.

Espécies	Estados e Ilhas oceânicas	Referências
<i>Willeella ordinata</i> Børgesen	CE, RN, PB, SE, BA, ES	Nunes <i>et al.</i> (2005) Como <i>Cladophora ordinata</i> (Børgesen) C.Hoek 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) Como <i>Cladophora montagneana</i> Kütz. 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), Gestinari <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), Gestinari <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) Como <i>Cladophora delicatula</i> Mont. Ugadim (1973), Baptista (1973, 1977), Mitchell <i>et al.</i> (1979), Pedrini (1980), Santos (1983) Como <i>Cladophora brachyclados</i> (Mont.) Harv. Ugadim (1973), Picelli-Vicentim (1986)
<i>Willeella brachyclados</i> (Mont.) A.M. Alves & C.W.N. Moura	CE, PB, PE, BA, ES, RJ, SP, PR, SC, RS Arquipélagos de Fernando de Noronha e de Abrolhos	
<i>Willeella crispula</i> (Vickers) A.M. Alves & C.W.N. Moura	PB, SP, BA	Como <i>Cladophora crispula</i> Vickers Kanagawa (1984), Pupo & Coto (2011), Alves <i>et al.</i> (2012)

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).

Espécies	Estados e Ilhas oceânicas	Referências
<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)
		Como <i>Cladophora cornea</i> (Kütz.) Kütz. 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, o que subestima a sua biodiversidade. 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 Gustinari *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.

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

- Mapear as áreas de distribuição das espécies ao longo do litoral, no intuito de ampliar a flora do Atlântico Sul;

Desta forma é apresentada no **Capítulo 2** A taxonomia das espécies do gênero *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 representantes de *Cladophora* do litoral do Brasil e,

No **Capítulo 5** - Considerações Finais.

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 ($\pm 5^\circ \text{ S} - 35^\circ \text{ W}$), 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 táxons 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 (PA) e limite sul o município de Torres (RS) perfazendo um total de 102 pontos de coletas (Tabela 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, costões rochosos, em manguezais e em lagoas costeiras, em profundidades de até 5 m, durante as marés baixas diurnas. 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 a 70% e/ou em eppendorf contendo gel CTAB ou álcool a 70%, posteriormente mantidos sob refrigeração; alguns materiais foram secos em papel toalha e acondicionados em sacos de chá com sílica gel. No LAFICO foram realizadas triagens

adicionais no material acondicionado em álcool a 70%, o qual foi observado sob microscópio estereoscópico, para remoção de algas epífitas.

Materiais provenientes de coletas esporádicas 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.

Em virtude da análise filogenética molecular, os materiais não foram herborizados para que estes pudessem ser reanalisados morfológicamente. Os materiais usados nas análises filogenéticas receberam números de tombo do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) e posteriormente serão incluídos nessa coleção e as duplicatas serão enviadas para as coleções dos herbários da Universidade Federal do Rio de Janeiro, *Campus* Macaé (UFRJ/NUPEM – RFA) e do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (SPF).

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 (Tabela 4).

As abreviações dos nomes de autores de táxons seguem Brummit & Powell (1992), os acrônimos dos herbários citados seguem Holmgren *et al.* (1990) e os capítulos estão formatados de acordo com os periódicos para os quais foram submetidos: o Capítulo 2 submetido ao Journal of Phycology; o 3 submetido à Phytotaxa; os capítulos 1 e 4 seguem as normas do Phytotaxa.

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 a 70%. Materiais

provenientes de herbários foram hidratados em água destilada, por período de 24 horas, para a análise. Para cada espécime estudado foi feito um mínimo de 20 medidas de cada caráter morfométrico para um mínimo de 10 talos escolhidos ao acaso, quando possível, para cada espécie de cada estado brasileiro. As medidas foram fornecidas em comprimento x largura (compr. x larg.), fornecendo os valores mínimos, máximos e uma média. A partir dessas mensurações a relação compr./diâm. (C/D) foi calculada para cada espécie.

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 durante o estudo, discriminando a Unidade Federativa (Estado), município, ponto de coleta e coordenadas geográficas. Os estados estão listados no sentido Norte - Sul. (*) Pontos visitados, porém não foram encontrados/coletados espécimes de *Cladophora*.

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

Tabela 3. Continuação.

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

Tabela 3. Continuação.

Estado	Município	Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas
BAHIA	Conde	Praia de Sítio do Conde	11°51'18.4'' S 37°33'53.4'' W
	Camaçari	Arembepe CETREL	12°44'28.4'' S 38°09'01.7'' W
	Salvador	Praia de Stella Maris	12°56'56.1'' S 38°20'28.2'' W
		Praia de Itapuã	12°57'24.9'' S 38°21'18.8'' W
		Praia do Farol da Barra	13°00'39.6'' S 38°31'55.5'' W
		Praia da Penha	12°59'16.7'' S 38°37'21.3'' W
	Ilha de Itaparica/ Vera Cruz	Praia da Barra do Pote	13°01'00.6'' S 38°38'44.3'' W
		Praia da Barra Grande	13°02'27.8'' S 38°40'36.8'' W
		Praia da Conceição	13°01'41.0'' S 38°38'50.8'' W
		Praia da Enseada do Pedrão	13°03'29.0'' S 38°42'25.9'' W
		Praia de Ponta da Ilha	13°07'53.5'' S 38°47'00.7'' W
		Praia de Jiribatuba	13°01'41.0'' S 38°38'50.8'' W
		Praia do Resende	13°24'44.9'' S 38°54'22.0'' W
	Cairu/Ilha de Tinharé	Morro de São Paulo	13°38'02.1'' S 38°53'30.8'' W
	Cairu/Ilha de Boipeba	Moreré	13°40'37.0'' S 38°54'34.2'' W
		Ponta dos Castelhanos	13°40'37.0'' S 38°54'34.2'' W
	Itacaré	Praia do Resende	14°17'18.7'' S 38°59'05.9'' W
		Praia da Costa	14°17'18.7'' S 38°59'05.9'' W
	Ilhéus	Praia do Aeroporto	14°49'02.3'' S 39°01'27.5'' W
		Praia de Back Door	14°49'02.3'' S 39°01'27.5'' W
ESPÍRITO SANTO	Guarapari	Praia de Baicutia (*)	20°43'58'' S 40°31'43'' W
		Praia de Peracanga	20°43'43.5'' S 40°31'37'' W
		Praia de Guaibura	20°43'51'' S 40°31'40'' W
		Praia de Guaibura	20°43'51'' S 40°31'40'' W
	Serra / Jacareípe	Curva da Baleia	20°10'14.1'' S 40°11'08.6'' W

Tabela 3. Continuação.

Estado	Município	Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas
ESPÍRITO SANTO	Anchieta	Praia dos Castelhanos	20°50'2,1''S 40°37'23,1''W
	Piúma	Ilha do Gambá	20°32'97''S 40°29'25''W
RIO DE JANEIRO	Rio de Janeiro	Lagoa Rodrigo de Freitas	-
		Lagoa da Tijuca	-
		Lagoa de Marapendi	-
	Macaé	Praia dos Cavalheiros, Ponto 1	22°24,312'S 41°47.717'W
		Armação dos Búzios	Praia da Rasa
	Praia Rasa		
	Praia do Forno		22°45'42,55''S 41°52'29,54''W
	Praia da Foca		22°45'48,9''S 41°52'45,1''W
	Praia Brava		22°45'20,4''S 41°52'09,9''W
	Praia da Ferradura		22°46'25,5''S 41°53'16,7''W
	Cabo Frio		Praia da Concha
	Araruama	Lagoa de Araruama	-
	Angra dos Reis	Praia da Figueira	23°00'35,1''S 44°21'29,3''W
		Praia da Égua	23°00'33,6''S 41°14'0,6''W
		Praia do Bonfim	23°01'10,7''S 4°19'55,2''W
		Ilha Grande	Saco de Dois Rios, Rio Barra Pequena
Paraty	Praia de Cepilho	23°20'39,9''S 44°42'48,9''W	
	Praia dos Ranchos	23°21'13,0''S 44°43'19,2''W	
	Praia de Tarituba	-	
	Mangaratiba/ Ilha de Itacurucá,	Praia das Flecheira	-
SÃO PAULO	Ubatuba	Praia da Aguada	22°56'18,1''S 43°54'40,2''W
		Praia Dura	23°29,3'37.70''S 45°9'53,41''W
PARANÁ	São Sebastião	Praia das Cigarras	23°37'40,04''S 45°22'3,98''W
	Ilha do Mel / Paranaguá	Praia do Nhá Piña	25°33'58,2''S 48°18'00,7''W

Tabela 3. Continuação.

Estado	Município	Ponto de Coleta	Coordenadas Geográficas
PARANÁ	Ilha do Mel / Paranaguá	Praia do Miguel	25°33'42,8''S 48°18'08,3''W
		Praia do Morro do Meio	25°33'17,7''S 48°17'57,1''W
SANTA CATARINA	Florianópolis	Ponta das Canas	27°23'15,2''S 48°26'8,5''W
		Praia da Lagoinha	27°23'15,2''S 48°25'44,1''W
		Praia de Galhetas	27°35'29,8''S 48°25'12,5''W
		Praia Mole	27°35'54,8''S 48°25'46''W
		Praia Brava	27°24'16,3''S 48°24'39,2''W
		Praia da Joaquina	27°37'44,8''S 48°26'48,9''W
		Praia de Armação	27°44'57,1''S 48°29'59''W
		Praia de Matadeiro	27°45'6,9''S 48°29'57,8''W
		Praia Grande	29° 20' 24''S 49° 43' 22,6''W
RIO GRANDE DO SUL	Torres	Prainha	29° 20' 38,3''S 49° 43' 32,9''W
		Praia da Cal	29° 20' 47,7''S 49° 43' 40,5''W
		Praia da Guarita	29°21'28,7''S 49°44'3,3''W

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 (Tabela 4, Apêndice 1). As atividades de biologia molecular foram desenvolvidas no LAMOL (UEFS) e no Laboratório de Algas Marinhas do Instituto de Biociências da Universidade do Estado de São Paulo (LAM/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 a 70% e/ou gel CTAB foi limpo e macerado em 1 ml de STE gelado, utilizando-se almofariz e pistilo de porcelana previamente autoclavados, até a formação de uma solução homogênea. Após a maceração, a solução foi adicionada a tubos

de 2 µl (tipo Eppendorf) e levado à centrifugação a 4000 rpm por 10 min a 10°C, após foi retirado o sobrenadante com pipeta, preservando o sólido. Adicionou-se 800 µl de tampão CTAB (água deionizada miliq, CTAB a 10%, NaCl a 5% de EDTA, PVP a 1% e 1 M de Tris-HCl com 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 Shaker por, no mínimo, 1 hora, em seguida centrifugados a 13000 rpm por 10 min (temperatura ambiente) sendo a fase líquida recuperada em um novo tubo de 1,5 µl (tipo Eppendorf). 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 250 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, ressuspensionado em 100 µl de TE (Tris 10mM, pH 8 e EDTA) por 48 h ou até que o pellet estivesse totalmente ressuspensionado, 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 géis de agarose a 1%, a 0,7% e 0,3% preparado com tampão 0,5X TBE (tris-HCl 50 mM; borato 50 mM; EDTA 2 mM) e corado com uma gota de Brometo de etídio (LAMOL) (Sambrook *et al.* 1989) ou adicionando 1 µl de gel red (corante fluorescente de ácidos nucleicos ultrasensível) em cada amostra a ser submetida em ao gel de agarose, excluindo a coloração por Brometo de etídio (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).

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. Para LSU rDNA parcial (ca. 660 nucleotídeos) os primers C1FL e D2FL (Leliaert *et al.* 2007a) e para ITS rDNA os primers ITS1FL e PANA4FL (Leliaert *et al.* 2009c). Para amplificação do UPA foram usados os primers p23SrV_f1 e p23SrV_r1 (Sherwood & Presting (2007).

As reações ocorreram em termocicladores disponíveis no LAMOL. 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 e para a escolha dos “primers”.

Tabela 5. Ciclos das PCRs utilizados para a amplificação dos marcadores moleculares em espécies de *Cladophora* do litoral do Brasil.

Marcador Molecular	Desnaturaçãoinicial	Desnaturaçãoinicial	Anelamento	Extensão	Extensão Final	Ciclos
ITS 1–ITS4	94°C por 3’	94°C por 1’	50°C por 1’’	72°C por 3’	72°C por 7’	30x etapa 2 a 4
ITS1–Pana4	94°C por 3’	94°C por 1’	55°C por 1’’	72°C por 1:30’’	72°C por 3’	35x etapa 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 etapa 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 etapa 2 a 4
UPA	94° por 2’	94° por 20’’	55° por 30’’	72° por 3’	72° por 10’	35x etapa 2 a 4

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 e, posteriormente purificados com polietileno glicol – PEG; aos tubos contendo os produtos de PCRs, foi adicionado o mesmo volume de PEG, os quais foram agitados suavemente no vórtex, incubados em banho-maria a 37°C, centrifugados a 12000 rpm por 15 min, descartando o sobrenadante, adicionou-se 125 µl de Etanol a 80% gelado, centrifugado a 12000 rpm por 5 min, descartando o líquido, procedimento repetido por duas vezes, em seguida levado ao termociclador a 50°C por 25 min para secar e ressuspendido em água Miliq (água ultrapura) com 7 µl, levado 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 e submetidos à eletroforese em gel de agarose 1%, 0,7% e 0,3% para averiguação do tamanho e quantidade de DNA amplificado, conforme descrito acima e posteriormente 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, seguida de corrida no sequenciador ABI 3130XL (Applied Biosystems) 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 a 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 centrifugados, em velocidade máxima, por 15 min, sobrenadante descartado sobre papel toalha, foi adicionado ao tubo 150 µl de Etanol a 70%, para remoção de resíduos que possam afetar a qualidade das sequências, centrifugado em velocidade máxima por 10 min, procedimento repetido por duas vezes, em seguida deu-se um choque térmico de 45°C por 20 min em termociclador para secar.

Preparação das matrizes:—Com exceção de LSU rDNA (49 sequências parciais) e o baixo sucesso de amplificação de ITS 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 (Tabela 1, capítulo 2) e 44 terminais (Tabela 2, capítulo 3), respectivamente.

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 obtido através dos programas Modeltest 3.06 (Posada & Crandall 1998) usando o Akaike Information Criterion (AIC). Em todas as análises os gaps foram considerados como dados faltantes. Todas as sequências geradas neste trabalho serão 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. http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20140328095944ih67_2_p149_164.pdf
- 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> (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. 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.
- 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? *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.
- 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. albidasericea* 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.
- <http://dx.doi:10.1016/j.aquabot.2013.06.010>
- 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: C.E.M. Bicudo (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> (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> (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> (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> (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. & Brandao, 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 Prais 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.
- 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> (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., Zemlak, 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. 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.
- 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.
doi:10.1046/j.1529-8817.2001.01048.x.
- 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 “Veja” 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 “Veja” 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.

- Kützinger, 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.
- Kützinger, F.T. (1845) *Phycologia germanica*, d. i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. Nebst einer Anleitung zum Untersuchen und Bestimmen dieser Gewächse für Anfänger. pp. i-x, 1-340. Nordhausen: W. Köhne.
- Kützinger, 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).
- Kützinger, 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, phosphoruslimited 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 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? *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 clorófitas 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 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. (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) Clorofíceas 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. Algas marinhas bentônicas do infralitoral do estado da Paraíba. (1983) 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) Clorofíceas marinhas bentônicas da Praia de Serrambi, Pernambuco, Brasil. *Acta Bot. Brasílica* 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., 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 M. Tabarelli. & J.M.C. Silva, 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. & Gustinari, 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) Kützinger, 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. and 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 Neotrop. 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. Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Hokkaido Univ. 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*.
- 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. doi:10.1111/j. 1529-8817
- 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.
[http://dx.doi.org/10.1016/0303-2647\(78\)90036-9](http://dx.doi.org/10.1016/0303-2647(78)90036-9)
- 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. *Rodriguesia* 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 J. Sci.* 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.
- Ugadim, 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 *Systematics of the Green Algae* (D.E.G. Irvine & D.M. John, eds), 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.
- Wille, N. (1909) Conjuratae und Chlorophyceae. – In: *Die natürlichen Pflanzenfamilien* (A. Engler & K Prantl, eds.), 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, Bresil). 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., Gestrari, L.M.S. & Fernandes, D.R.P. (2006) Capítulo 2. Macroalgas. In *Biodiversidade Bentônica da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira* (H.P. Lavrado, & B.L. Ignácio, eds.). 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, Bot.* 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.
- 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

Tabela 4. 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> (Ness) Kütz.		Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14486
			14487
		São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.	14498
		Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14499
<i>Cladophora aokii</i> Yamada		Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14355
		Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al.	14314
			14488
			14322
		Espírito Santo: Guarapari, Peracanga/Guaibura, 08.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14347
			14489
			14490
		Rio de Janeiro: Cabo Frio, Praia da Concha, 14.vii.2013, A.M. Alves et al.	14360
		Rio de Janeiro: Armação de Búzios, Praia da Ferradura, 05.xi.2013, A.A. Santos & D.L. Rohr	14500
		Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Pina, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14501
<i>Cladophora brasiliiana</i> G.Martens			14502
		Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema, 26.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14363
		Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 25.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14334
			14497
		Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14312
			14491
		Espírito Santo: Guarapari, Peracanga/Guaibura, 08.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14346
			14494
			14495
		Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 2, 10.vii.2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini	14362
		Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 3, 10.vii.2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini	14496

	Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, 10.vii.2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini	14506
	Bahia: Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 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. Santos & D.L. Rohr	14505
	Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 23.vii.2009, C.W.N. Moura	14872
	Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Morro do Meio, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14507
	Paraná: Paranaguá, pontal do Paraná, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Pina, 16.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14508
	Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14509 14510 14511
	Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14512
	Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, pedra do Meio, 12.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14513 14514
<i>Cladophora catenata</i> Kütz.	Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14308 14515
	Bahia: Salvador, Praia de Itapuã, 05.v.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14320 14477 14516
<i>Cladophora coelothrix</i> Kütz.	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14517
	Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14518 14519 14692
	Rio Grande do Norte: Praia do Meio, 12.i.2013, C.W.N. Moura	14520
	Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios, 23.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14521 14691 14862
	Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Tabatinga, 23.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14694
	Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14332
	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 14697
	Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al.	14337 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 14699
	Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13.ix.2012, A.A. Santos & D.L. Rohr	14970
<i>Cladophora conferta</i> P.Crouan & H.Crouan in Schramm & Mazé	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14339
	Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14701 14702 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 14704
	Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14319 14705
<i>Cladophora crispula</i> Vickers	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 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 14708
	Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14333
	Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al.	14315
	Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.	14709
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14485 14712 14717
	Bahia: Camaçari, Arempebe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, A.M. Alves et al.	14317 14343 14713
	Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 09.iii.2012, C.W.N. Moura	14478

	Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06.vii.2013, A.M. Alves et al.	14715 14716
	São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.	14718
	São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, A.M. Alves et al.	14719 14848
	Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14720 14721
	Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14722 14795
<i>Cladophora</i>		
<i>lehmanniana</i> (Lindeb.) Kütz.	São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.	14723 14724
	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14482 14839
	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 14840 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
<i>Cladophora</i> <i>montagneana</i> Kütz.	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 14737 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
	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 14748
	Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14749 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 14754
<i>Cladophora ordinata</i> (Børgesen) C.Hoek	Espírito Santo: Serra, Jacaréipe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14321 14758
	Rio Grande do Norte: Touros, Maracajaú, 22.viii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14450
	Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14354
	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14756
	Bahia: Itaparica, Vera Cruz, Ponta da Ilha, 17.iii.2014, C.W.N. Moura et al.	14757
<i>Cladophora prolifera</i> Kütz. (Roth)	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14759 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, <i>C.W.N. Moura</i>	14765
Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Barreta, 21.viii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14766
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 & 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 & 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 & G.B.C. Mascarenhas</i>	14331
Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas</i>	14309
Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves & 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 & G.B.C. Mascarenhas</i>	14774
	14475
Bahia: Ilhéus, Praia de Back Door, 15.ix.2012, <i>A.A. Santos & 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, Jacaréipe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14481
Espírito Santo: Piúma, Ilha do Gambá, 09.vi.2013, <i>A.M. Alves & 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 & 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 & A.A. Santos</i>	14804

	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
	Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	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
	Espírito Santo: Serra, Jacarépe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14790
	São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, A.M. Alves et al.	14328
	Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14791
	Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, pedra do Meio, 12.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14792
<i>Cladophora socialis</i> Kütz.	Alagoas: Maceió, Ponta Verde, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14793
	Bahia: Itaparica, Vera Cruz, Penha, 17.iii.2014, C.W.N. Moura	14796
	Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Jeribatuba, isótopos Campanha 13, 18.iii.2014, C.W.N. Moura et al.	14797
	Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12.xii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14800
		14801
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C.Hoek	Piauí: Cajueiro da Praia, 23.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14806
	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14807
	Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14483
	Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14805
	Ceará: Águas Belas, 03.iii.2014, C.W.N. Moura	14706
	Rio Grande do Norte: Praia do Forte, 15.i.2013, C.W.N. Moura	14808
	Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14809
	Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14810
	Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia da Enseada dos Corais, 25.iv.2013, A.M. Alves &	14811
		14812
		14814

G.B.C. Mascarenhas

Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14815 14816 14817
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, C.W.N. Moura et al.	14479
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.	14813
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20.iii.2011, C.W.N. Moura et al.	14818
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, C.W.N. Moura et al.	14819 14820
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.	14821
Espírito Santo: Piúma, Ilha do Gambá, 09.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14822 14823
Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717', 16.ix.2012, L.M.S. Gestinari	14824 14825
Rio de Janeiro: Armação de Búzios, Praia da Rasa, 06.xi.2013, A.A. Santos & D.L. Rohr	14826
Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06.vii.2013, A.M. Alves et al.	14827
São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.	14828 14829
São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, A.M. Alves et al.	14830 14831 14849
Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14714
Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14832 14833
Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação, 15.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14834
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 Enseada do Pedrão, 04.vii.2012, C.W.N. Moura et	14480

al.

	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>	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14845
	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. dalmatica?</i> <i>C. brasiliana?</i>	Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14710 14711
	Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14744
<i>C. montagneana?</i> <i>C. albida?</i>	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
		14794
<i>Cladophora vadorum?</i>	Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, 10.ii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14324
		14342
		14802
		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
		14327
		14365
		14907
		14908
<i>Cladophora</i> sp. 2	Bahia: Salvador, Praia do Farol da Barra, 10.ii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14326
		14341
<i>Cladophora</i> sp.	Maranhão: São José do Ribamar, Praia de Araçagi, 21.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14345
		14851
	Maranhão: São Luís, Praia do Farol, 20.vii.2013, A.M. Alves & E. Rodrigues	14852
		14853
		14854
		14726
	Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14727
		14855
		14856
	Piauí: Cajueiro da Praia, 23.vii.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14857
		14859
		14860
		14861
		14863

Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24.vii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14868 14869 14870
Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema, 26.vii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14871
Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28.ii.2014, <i>C.W.N. Moura</i>	14873 14874 14700 14864
Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25.vii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14865 14866 14867 14879
Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Pedra Oca, 21.viii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14875 14876
Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Barreta, 21.viii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14877
Paraíba: Conde, Praia de Coqueirinho, 19.viii.2013, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14880 14842 14878 14882
Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24.iv.2013, <i>A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas</i>	14883 14884 14885 14886 14887 14476
Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27.iv.2013, <i>A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas</i>	14890 14891 14892
Alagoas: Marechal Deodoro, Praia do Francês, 28.iv.2013, <i>A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas</i>	14503 14504 14895 14896
Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27.ii.2013, <i>A.M. Alves et al.</i>	14897 14898 14899 14901 14900
Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28.i.2013, <i>A.M. Alves & 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 Bimarras, 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, A.A. Santos & D.L. Rohr	14915
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da, C.W.N. Moura et al. Conceição, 09.iii.2012	14916
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 09.iii.2012, C.W.N. Moura et al.	14917
Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Tassimirim, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14918 14919 14920
Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia da Ponta dos Castelhanos, 22.iii.2012, C.W.N. Moura et al.	14921
Bahia: Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12.xii.2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas	14922 14923
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.	14924 14925
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.	14926
Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02.viii.2012, C.W.N. Moura et al.	14955
Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13.ix.2012, A.A. Santos & D.L. Rohr	14971
Espírito Santo: Serra, Jacaréipe, Curva da Baleia, 10.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14858 14968
Espírito Santo: Guarapari, Peracanga/Guaibura, 08.vi.2013, A.M. Alves & A.A. Santos	14956 14969
Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 1, 10.vii.2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini	14927 14928 14929
Rio de Janeiro: Cabo Frio, Praia da Concha, 13.vii.2013, A.M. Alves et al.	14888 14893
Rio de Janeiro: Araruama, Lagoa de Araruama, 13.vii.2013, A.M. Alves et al.	14361
Rio de Janeiro: Lagoa Rodrigo de Freitas, Ponto 3, 10.vii.2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini	14957
São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.	14958
São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19.viii.2012, A.M. Alves et al.	14894 14912
São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18.viii.2012, A.M. Alves et al.	14914 14959
Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Pina, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14960 14961
Paraná: Paranaguá, Pontal do Paraná, Ilha do Mel, Morro do Meio, 17.ii.2014, A.M. Alves & A.A. Santos	14962

	14741
	14963
Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14964
	14965
	14966
	14930
Santa Catarina: Florianópolis, Praia Brava, 13.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14931
	14932
	14967
	14933
Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Galhetas, 14.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14935
	14936
Santa Catarina: Florianópolis, Praia Mole, 14.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14934
	14937
Santa Catarina: Florianópolis, Praia da Lagoinha, 13.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14938
	14939
Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Armação, 15.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14940
	14972
	14941
	14942
Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14943
	14944
	14945
Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12.xii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14946
	14947
	14948
Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14949
	14950
	14951
	14952
Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, pedra do Meio, 12.ii.2014, <i>A.M. Alves & A.A. Santos</i>	14953
	14954

Resultados

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 rDNA¹

AIGARA MIRANDA ALVES^{2,3}

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.

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, Brazil.

LÍSIA 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, Brazil.

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, Brazil.

¹ Recebido em 16 September 2015. Aceito em.

² Parte da tese de doutorado da primeira autora.

³ 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-monophyletism 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

RESUMO

O gênero *Cladophora* é morfológicamente caracterizado por apresentar talo filamentoso, ramificado, com organização sifonocladácea. Este estudo objetivou delimitar a posição taxonômica das espécies de *Cladophora* ocorrentes no litoral do Brasil através de dados de DNA e verificar se existe congruência entre as seções morfológicas de *Cladophora* e as relações filogenéticas. Análises filogenéticas moleculares de sequências parciais de LSU rDNA de 49 isolados de *Cladophora* do Brasil, obtidos de 29 pontos distribuídos em 13 estados, revelaram duas linhagens: a primeira (A) formada por táxons exclusivos de *Cladophora* (A1-A8) e a segunda (B) formada por *Cladophora*, *Anadyomene*, *Microdictyon* (B1-B4) e outros gêneros tradicionalmente posicionados em Siphonocladales; mostraram que evoluções convergente e paralela de caracteres morfológicos tradicionalmente empregados para as circunscrições das seções e espécies de *Cladophora* ocorreram várias vezes independentemente causando incongruências, incluindo a formação de complexos crípticos de espécies e de espécies morfológicamente divergentes e corroboraram estudos filogenéticos moleculares prévios quanto ao não monofiletismo de *Cladophora* e quanto à insustentabilidade das seções morfológicas de *Cladophora*. De acordo com este estudo são prováveis taxa novos os representantes dos agrupamentos *C. coelothrix/socialis* e *C. coelothrix*, *C. laetevirens* 1, *C. laetevirens* 2, *C. prolifera* do Brasil, *C. rupestris* do Brasil, *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. liebetruthii* um novo membro do gênero *Microdictyon*. Os dados indicaram, ainda, o reestabelecimento do gênero *Willeella* com a inclusão das espécies *C. crispula* e *C. montagneana*.

Keywords: Algas verdes marinhas, Atlântico Sul, *Cladophora*, Cladophorales, Filogenia molecular, Litoral do Brasil, Sistemática, Siphonocladales

INTRODUÇÃO

O gênero *Cladophora* Kützinger 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, Gestinari 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 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) Kützinger/*C. sericea* (Hudson) Kützinger (Bakker et al. 1995a), complexo de espécies crípticas em *C. vagabunda* (Linnaeus) C. Hoek (Bakker et al. 1995b) e em *C. coelothrix* Kützinger (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* (Kützinger) Hansgirg, *Affines* Brand, *Basicladia* Hoffman & Tilden, *Boodleoides* C. Hoek, *Chamaethamnion* (Reinke) C. Hoek, *Cladophora* Kützinger, *Cornuta* C. Hoek, *Glomeratae* Kützinger, *Longi-articulatae* Hamel, *Repentes* Kützinger e *Rupestres* Kützinger. 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 táxons *C. prolifera* (Roth) Kützinger, *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) Kützinger na seção *Rupestres* s.s. por se posicionar separada das demais na mesma filogenia, junto com espécies do gênero *Chaetomorpha* Kützinger.

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 e este resultado foi causado, em parte, pela presença de íntrons dentro do primer *rbcL*-3P, para alguns táxons. 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.

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*.

O gênero *Cladophora* tem sido muito bem 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*. 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. As coletas (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 táxons.

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. Estes dados serão apenas indicados aqui, com uma descrição mais formal publicada em outro artigo. 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 D2Fl (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). 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 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 de espécies pertencentes às ordens Cladophorales e Siphonocladales foram obtidas do Genbank, dentre as quais uma de *Cladophora horii* (= *Pseudocladophora horii*), como grupo externo (78), e foram 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 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 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 aos 19 táxons de *Cladophora* registrados ao longo do litoral do Brasil: *Cladophora albida*, *C. aokii*, *C. catenata* Kützinger, *C. coelothrix*, *C. conferta* P. Crouan & H. Crouan in Schramm & Mazé, *C. crispula* Vickers, *C. dalmatica* Kützinger, *C. lehmanniana* (Lindenberg) Kützinger, *C. montagneana* Kützinger, *C. ordinata* (Børgesen) C. Hoek, *C. laetevirens* (Dillwyn) Kützinger (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 (0.87), exclusiva de táxons de *Cladophora*, teve como clado irmão *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützinger e a Linhagem B, com alto suporte (1.00), apresentou como grupo irmão clados formados por representantes dos gêneros *Ernodesmis* Børgesen, *Siphonocladus* Schmitz, *Valonia* C. Agardh, *Boodlea* G. Murray, *Phyllodictyon* 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, suporte 1.00) com um grupo heterogêneo de espécies posicionadas nas seções *Aegagropila* e *Longi-articulatae*; Grupo IV (A2, suporte 1.00), incluiu representantes das seções *Glomeratae s.l.* e *Willeella* e Grupo V (A3-A8, suporte 1.00), 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 (1.00) agrupou espécies de duas seções morfológicas de *Cladophora*: *Aegagropila* [*C. echinus* (Biasoletto) Kützinger] e *Longi-articulatae* [*C. dotyana* Gilbert, *C. feredayi* Harvey, *C. herpestica*, *C. ohkuboana* E.M. Holmes, *C. pellucida* (Hudson) Kützinger, *C. pellucidoidea* C. Hoek e *C. radiosa* (Suhr) De Toni]. Na extremidade com *C. sakai* e *C. radiosa* foi posicionada *Cladophora* sp. 1 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 moderado (0.87), 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 (0.99). Estas duas são grupo irmão de um subclado maior que contém *C. montagneana* da Tanzânia (0.80), seguida de um espécime de *C. crispula* do Brasil (0.50) as quais se uniram com três espécimes de *C. montagneana* do Brasil (PI, CE, PE, suporte de 0.98). 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

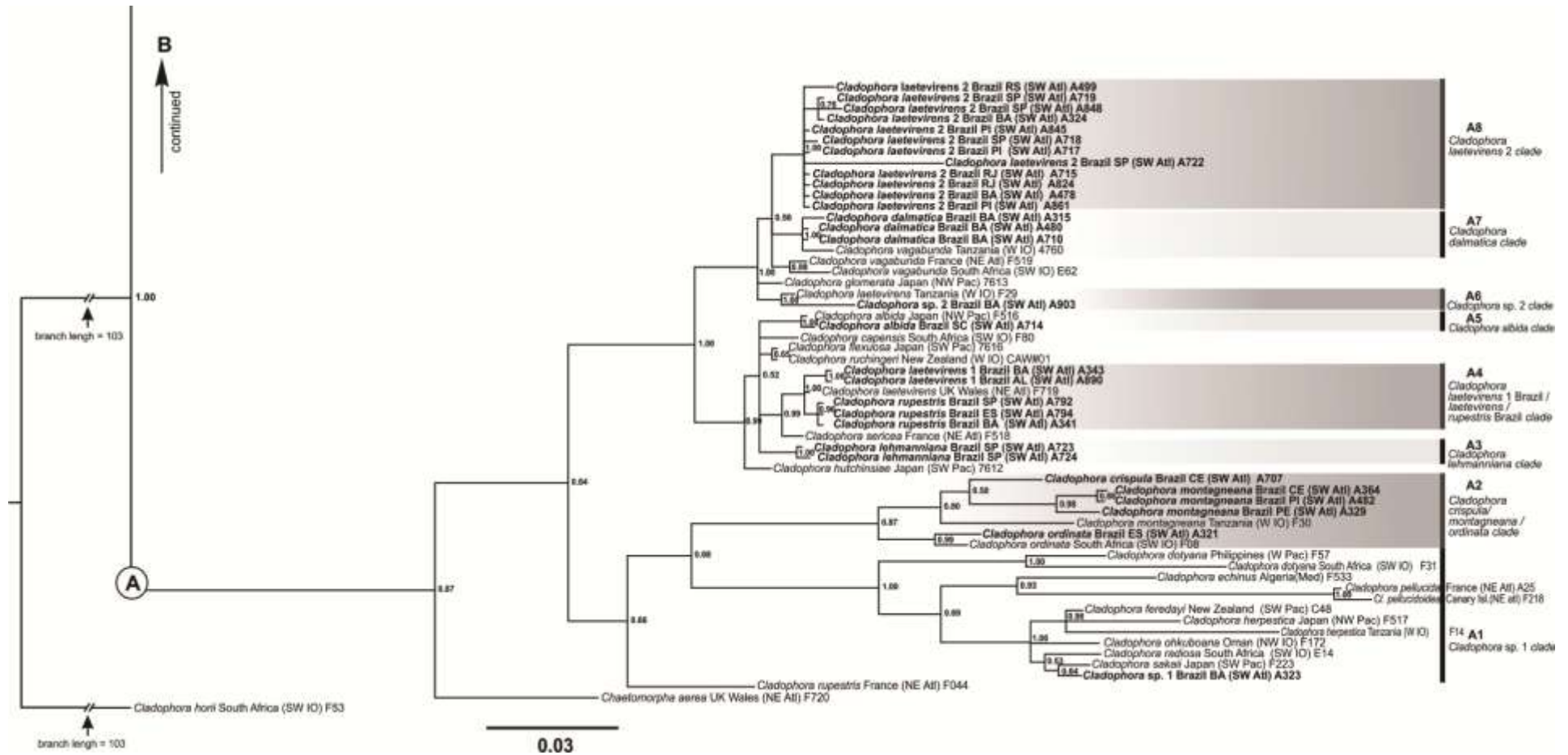


Fig 1. Primeira parte da topologia da análise Bayesiana para os 123 taxa baseada no conjunto de dados de LSU. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequências novas produzidas neste estudo estão em negrito. Outros dados provenientes do GenBank.

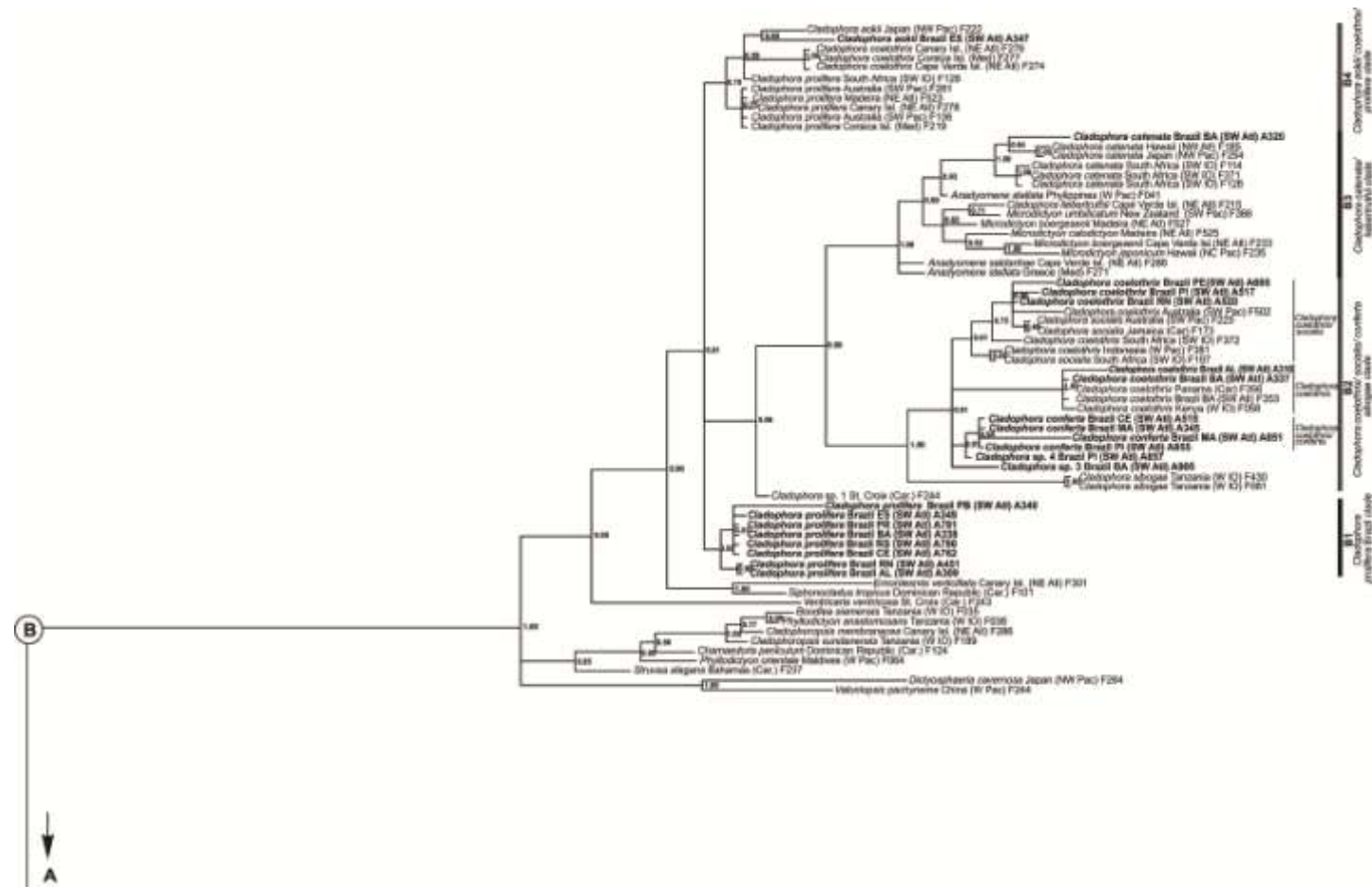


Fig 2. Segunda parte da topologia da análise Bayesiana para os 123 taxa baseada no conjunto de dados de LSU. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. Sequencias novas produzidas neste estudo estão em **negrito**. Outros dados provenientes do GenBank.

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 (1.00) 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, consequentemente com diâmetros celulares maiores. Como grupo irmão de toda a politomia que incluiu os subclados A3-A5 teve *C. hutchinsiae* (Dillwyn) Harvey do Japão (0.99).

Os clados 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 (1.00), 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, morfologicamente semelhante aos materiais tipo analisados. Seguido deste, o clado A5, também com alto suporte (0.99), formou três agrupamentos, também com alto suporte: o subclado *C. laetevirens* 1 (1.00), 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) (1.00) e outro contém as amostras de *C. rupestris* do Brasil (BA, ES, SP) (0.96). 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 (0.99)

De forma semelhante, o clado A6, também com alto suporte (1.00), 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 (1.00) com os clados A6, A7 e A8 encontrou-se uma amostra de *C. glomerata* do Japão.

Os clados A7-A8 formaram uma politomia (suporte 1.00), unindo espécies com grande similaridade morfológica, mais próximas do complexo *C. vagabunda*, o clado A7, também fortemente sustentado (1.00), agrupou espécimes de *C. dalmatica* do Brasil com *C. vagabunda* da Tanzânia. Os espécimes de *C. dalmatica* analisados mantiveram-se distintos dos as 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. Ainda nesta politomia com A7 e A8 encontraram-se duas amostras de *C. vagabunda* da França e África do Sul.

E o clado A8 fortemente sustentado (1.00), 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 clados: clado B1 teve suporte baixo (0.89) e apresentou uma politomia formada por espécimes de *C. prolifera* exclusivos do litoral do Brasil (0.51) como grupo irmão de dois espécimes dos estados do Rio Grande do Norte e Alagoas que se agruparam (suporte 0.98). Os espécimes deste clado apresentaram morfologia semelhante aos materiais tipo analisados e às descrições daqueles de *C. prolifera* do clado B4, 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 (1.00) foi formado por um conjunto heterogêneo de espécies de *Cladophora* posicionadas em duas seções: *Repentes* (*C. coelothrix*, *C. sibogae* Reinbold e *C. socialis* Küzing) 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 (1.00). Em seguida ficou isolada na base da politomia geral (suporte 0.91) 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 (0.91) 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 (0.61) 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 (1.00) constituído por espécimes de *C. coelothrix* do Brasil, do Panamá e do Quênia.

O clado B3 também com forte suporte (1.00) foi dividido em dois subclados principais, um sem suporte (0.62), agrupando *Cladophora liebetruthii* Grunow e várias espécies de *Microdictyon* e o outro, moderadamente sustentado (0.93), divergindo a partir de *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh das Filipinas formando três agrupamentos de espécimes de *Cladophora catenata* da África do Sul, do Havaí 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 (0.70) com três agrupamentos formou primeiramente uma politomia com várias amostras de *C. prolifera* (0.75), em seguida apareceu *C. prolifera* da África do Sul em uma politomia com os dois últimos, um com alto suporte (1.00) formado por espécimes de *C. coelothrix*, outro com suporte moderado (0.90) incluindo espécimes de *C. aokii*, este conjunto (0.59) e todo o conjunto do clado B4 tiveram suporte baixo (0.70). Esses táxons 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, Gestinari 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 rizóide 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 táxons 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 táxons (Boedeker, dados não publicados, Leliaert & Boedeker 2007). No entanto, essa relação não foi observada no presente trabalho, onde *C. hutchinsiae* ocorreu como grupo irmão do clado *C. lehmanniana* (clado A3).

*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 *Rupestres* 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,

Gestinari 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), Gestinari 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). Segundo estes autores, foi verificada uma diferença de 21% nas sequências comparando os isolados interoceânicos. 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 A3 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 Gustinari 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. liebetruthii* também ocorreu no clado *Anadyomene/Microdictyon*, com *Microdictyon umbilicatum* (Vellay) 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. liebetruthii* 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. liebetruthii*, *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 constrições 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 estes táxons como distintos. 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 constrictões 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. liebetruthii* 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. liebetruthii/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. liebetruthii*, 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 táxons 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. coelothix* (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. liebetruthii* 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* (Vellay) 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 Liebetrueth, 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: *Willella ordinata* Børgesen, in C! nº 5563, Dwarka, Okha Port, N.W. India, 23 January 1928, coletor F. Børgesen.

Willella 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: *Willella 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* (Kützinger) Kützinger 1845, p. 216 [= het. syn.

Cladophora rivularis (Linnaeus) C. Hoek].

Sinônimos Heterotípicos: *Cladophora montagneana* Kützinger 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* Kützinger, 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., Calumpong, 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-Agngarayngay, 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 Việt Nam. 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) Kützinger, 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 Algal* 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* Kützinger no litoral do Brasil, 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>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) Kützinger	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) Kützinger	Brazil, Santa Catarina, Florianópolis, Praia de Matadeiro (A.M. Alves & A.A. Santos, 15.ii.2014, FSA 14714, HUEFS 217726)	A714	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>Cladophora aokii</i> Yamada	Japan, Hachijo, (C. Hoek, 1990, CryHJ/Cryu1)	F222	Leliaert et al. (2007a)	AM503434
* <i>Cladophora aokii</i>	Brazil, Espírito Santo, Guarapari, rockshores between Peracanga e Guaibura (A.M. Alves & A.A. Santos, 08.vi.2013, FSA 14347, (HUEFS	A347	Presente estudo	Submitted to GenBank

	217727)					
<i>Cladophora capensis</i> (C. DeToni)	Agardh)	South Africa,Cape Peninsula (no data coll.)	F80	Leliaert et al. (2003)	AJ544763	
* <i>Cladophora catenata</i> Kützinger		Brazil, Bahia, Salvador, Praia de Itapuã, (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 05.v.2012 FSA 14320, HUEFS 217728)	A320	Presente estudo	Submitted to GenBank	
<i>Cladophora catenata</i>		South Africa, KwaZulu-Natal, Rabbit Rock (Coppejans et al., 13.viii.1999, KZN547)	F126	Leliaert et al. (2007a)	AM503436	
<i>Cladophora catenata</i>		Japan, Okinawa (C. Hoek, 1990, CcatOJ/Ccat1)	F254	Leliaert et al. (2007a)	AM503438	
<i>Cladophora catenata</i>		South Africa, KwaZulu-Natal, Mabibi (Coppejans et al., 11.viii.1999, KZN454)	F114	Leliaert et al. (2007a)	AM503435	
<i>Cladophora catenata</i>		Hawaii, Oahu, Lanikai (De Clerck, 25.iv.2003, ODC899)	F185	Leliaert et al. (2007a)	AM503437	
<i>Cladophora catenata</i>		South Africa, KwaZulu -Natal, Lala Neck (no data coll.)	F371	Leliaert et al. (2007a)	AM503439	
* <i>Cladophora coelothrix</i> Kützinger		Brazil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14517, HUEFS 217729)	A517	Presente estudo	Submitted to GenBank	
* <i>Cladophora coelothrix</i>		Brazil, Rio Grande do Norte, Natal, Praia do Meio (C.W.N. Moura, 11.i.2013 FSA 14520, HUEFS 217730)	A520	Presente estudo	Submitted to GenBank	
* <i>Cladophora coelothrix</i>		Brazil, 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	Submitted to GenBank	
* <i>Cladophora coelothrix</i>		Brazil, Alagoas, Maceió, Praia da Sereia, (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 27.iv.2013, FSA 14310, HUEFS 217732)	A310	Presente estudo	Submitted to GenBank	
* <i>Cladophora coelothrix</i>		Brazil, 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	Submitted to GenBank	

<i>*Cladophora coelothrix</i>	Brazil, Bahia, Ilha de Tinharé, Garapuá (Braga, 1.i.2004, JW3735)	F353	Leliaert et al. (2007a)	AM503454
<i>Cladophora coelothrix</i>	Kenya, Mombasa, Iwatine Bay (Coppejans, 11.ix.1992, HEC9394)	F58	Leliaert et al. (2007a)	AJ544754
<i>Cladophora coelothrix</i>	Canary Isl., Tenerife, Candelaria (1988, CcCa2 / Ccoel3)	F276	Leliaert et al. (2007a)	AM503450
<i>Cladophora coelothrix</i>	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
<i>Cladophora coelothrix</i>	South Africa, KwaZulu-Natal, Rocky Bay, (PvR, 17.viii.2005, 2005-29, G71)	F372	Leliaert et al. (2007a)	AM503456
<i>Cladophora coelothrix</i>	Indonesia, Kakaban Island (PvR & de Senerpont Domis, x.2003, 03-34, B15)	F381	Leliaert et al. (2007a)	AM503458
<i>Cladophora coelothrix</i>	Australia, NSW, N of The Entrance, near Tonkley (H45)	F502	Leliaert et al. (2007a)	AM503459
<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	Brazil, Ceará, Cascavel, Praia da Caponga (A.M. Alves & A.A. Santos, 25.vii.2013, FSA 14518, HUEFS 217734)	A518	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>*Cladophora conferta</i>	Brazil, Maranhão: São José do Ribamar, Praia de Araçagi (A.M. Alves & A.A. Santos, 21.vii.2013, FSA 14345, HUEFS 217735)	A345	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>*Cladophora conferta</i>	Brazil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14855, HUEFS 217736)	A855	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>*Cladophora conferta</i>	Brazil, Maranhão, São José do Ribamar, Praia de Araçagi (A.M. Alves & A.A. Santos, 21.vii.2013 FSA 14851, HUEFS 217737)	A851	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>*Cladophora crispula</i> Vickers	Brazil, Ceará, Caucaia, Praia do Pacheco (A.M. Alves & A.A. Santos, 24.vii.2013, FSA 14707,	A707	Presente estudo	Submitted to GenBank

	HUEFS 217738)			
* <i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	Brazil, 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	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora dalmatica</i>	Brazil, Bahia, Conde, Praia do Sítio do Conde (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 28.i.2013, FSA 14710, HUEFS 217740)	A710	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora dalmatica</i>	Brazil, 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	Submitted to GenBank
<i>Cladophora dotyana</i> Gilbert	Phillipines, Bulusan (no data coll.)	F57	Leliaert et al. (2003)	AJ544755
<i>Cladophora dotyana</i>	South Africa, KwaZulu-Natal (no data coll.)	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 (no data coll.)	C48	Leliaert et al. (2009a)	FM205030
<i>Cladophora flexuosa</i> (O.F. Müller) Kützing	Japan (no data coll.)	7616	Ichihata et al. (2013)	AB807616
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing	Japan (no data coll.)	7613	Ichihata et al. (2013)	AB807613
<i>Cladophora herpestica</i> (Montagne) Kützing	Tanzania, Zanzibar, as <i>Cladophoropsis herpestica</i> (no data col.)	F14	Leliaert et al. (2003)	AJ544751
<i>Cladophora herpestica</i>	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 (no data col.)	F53	Leliaert et al. (2003)	AJ544728
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Harvey	Japan (no data coll.)	7612	Ichihata et al. (2013)	AB807612
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing	United Kingdom, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal (-4 m), on maërl (F. Bunker,	F719	Leliaert et al. (2009a)	FM205033

<i>Cladophora laetevirens</i>	6.ix.2007, Bunker4/F719, GENT) Tanzania, Zanzibar	F29	Leliaert et al. (2003)	AJ544761
* <i>Cladophora laetevirens</i> 1	Brazil, Bahia, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL (A.M. Alves et al., 27.ii.2013, FSA 14343, HUEFS 217742)	A343	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 1	Brazil, Alagoas, Maceió, Praia da Sereia, (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 27.iv.2013, FSA 14890, HUEFS 217743)	A890	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Piauí, Cajueiro da Praia (A.M. Alves & A.A. Santos, 23.vii.2013 FSA 14861, HUEFS 217744)	A861	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Bahia, Salvador, Praia da Barra (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 10.ii.2012, FSA 14324, HUEFS 217745)	A324	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, 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	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavaleiros, Ponto 1, S 22°24.312' W 41°47.717', LMSG 444 (L.M.S. Gestinari, 16.xi.2012, FSA 14824, HUEFS 217747)	A824	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14845, HUEFS 217748)	A845	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14717, HUEFS 217749)	A717	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira (A.M. Alves et al., 06.vii.2013, FSA 14715, HUEFS 217750)	A715	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, São Paulo, Ubatuba, Praia Dura, (A.M.	A848	Presente	Submitted to

	Alves et al., 18.viii.2012, FSA 14848, HUEFS 217751)		estudo	GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras (A.M. Alves et al., 19.viii.2012, FSA 14718, HUEFS 217752)	A718	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, São Paulo, Ubatuba, Praia Dura (A.M. Alves, 18.viii.2012, FSA 14719, HUEFS 217753)	A719	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande, (A.M. Alves & A.A. Santos, 11.ii.2014, FSA14722, HUEFS 217754)	A722	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2	Brazil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande, (A.M. Alves & A.A. Santos, 11.ii.2014, FSA 14499, HUEFS 217755)	A499	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützinger	Brazil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras (A.M. Alves et al., 19.viii.2012, FSA 14723, HUEFS 217756)	A723	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora lehmanniana</i>	Brazil, São Paulo, São Sebastião, Praia das Cigarras (A.M. Alves et al., 19.viii.2012, FSA 14724, HUEFS 217757)	A724	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>Cladophora liebetruthii</i> Grunow	Cape Verde Isl., San-Vicente (Pakker, 1991, ClieVGa116/Clieb3)	F215	Leliaert et al. (2007a)	AM503463
<i>Cladophora montagneana</i> Kützinger	Tanzania, Zanzibar (no data coll.)	F30	Leliaert et al. (2003)	AJ544762
* <i>Cladophora montagneana</i>	Brazil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14482, HUEFS 217758)	A482	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora montagneana</i>	Brazil, Ceará, Fortaleza, Praia de Iracema (A.M. Alves & A.A. Santos, 26.vii.2013, FSA 14364, HUEFS 217759)	A364	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora montagneana</i>	Brazil, Pernambuco, Recife, Praia de Boa Viagem (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 24.iv.2013, FSA 14329, HUEFS 217760)	A329	Presente estudo	Submitted to 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	Brazil, Espírito Santo, Serra, Jacaréipe, Curva da Baleia (A.M. Alves & A.A. Santos, 10.vi.2013 FSA 14321, HUEFS 217761)	A321	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>Cladophora ordinata</i>	South Africa, KwaZulu-Natal (no data coll.)	F08	Leliaert et al. (2003)	AJ544757
<i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützinger	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) Kützinger	Brazil, Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios (A.M. Alves & A.A. Santos, 23.viii.2013, FSA 14451, HUEFS 217762)	A451	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, Alagoas, Maceió, Praia da Sereia (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 27.iv.2013, FSA 14309, HUEFS 217763)	A309	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, Ceará, Fortaleza, Praia do Meireles, (C.W.N. Moura, 28.ii.2014, FSA 14762, HUEFS 217764)	A762	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, Paraíba, Carapibus, (C.W.N. Moura, 21.vii.2013, FSA 14340, HUEFS 217765)	A340	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, (A.M. Alves et al., 27.ii.2013, FSA 14338, HUEFS 217766)	A338	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, Espírito Santo, Piúma, Ilha do Gambá (A.M. Alves & A.A. Santos, 09.vi.2013, FSA 14349, HUEFS 217767)	A349	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, 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	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora prolifera</i>	Brazil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande	A786	Presente	Submitted to

	(A.M. Alves & A.A. Santos, 11.ii.2014 FSA 14786, HUEFS 217769)		estudo	GenBank
<i>Cladophora prolifera</i>	Australia Victoria, Point Lonsdale (De Clerck, 7.vii.1996, ODC519)	F106	Leliaert et al. (2007a)	AM503466
<i>Cladophora prolifera</i>	South Africa, KwaZulu-Natal, Rabbit Rock (Coppejans et al. , 13.viii.1999, KZN533bis)	F128	Leliaert et al. (2007a)	AM503467
<i>Cladophora prolifera</i>	Italy, Corsica (1984, Pr84.28/Cprol1)	F219	Leliaert et al. (2007a)	AM503468
<i>Cladophora prolifera</i>	Canary Isl., Fuerteventura (1988, CpF/Cprol2)	F78	Leliaert et al. (2007a)	AM503469
<i>Cladophora prolifera</i>	S Australia (1985, Pr85.35/C prol 5)	F281	Leliaert et al. (2007a)	AM503472
<i>Cladophora prolifera</i>	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. (no data coll.)	CAW#01	Pochon et al. (2015)	LN679071
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	France, Boulogne (Leliaert, 2001)	F044	Leliaert et al. (2007a)	AJ544764
* <i>Cladophora rupestris</i>	Brazil, Espírito Santo, Anchieta, Praia dos Castelhanos (A.M. Alves & A.A. Santos 09.vi.2013, FSA 14794, HUEFS 217770)	A794	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora rupestris</i>	Brazil, 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	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora rupestris</i>	Brazil, São Paulo, Ubatuba, Praia Dura (A.M. Alves et al., 18.viii.2012, FSA 14792, HUEFS 217772)	A792	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>Cladophora sakaii</i> Abbot	Japan, Choshi (C. van den Hoek, 1990,	F223	Leliaert et al.	FM205046

	CsakCJCsak1)		(2009a)	
<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
<i>Cladophora sibogae</i>	Tanzania, Zanzibar, Msalani (Leliaert & Coppejans, 11.vii.2001, FL910c) ²	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	Brazil, 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	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora</i> sp. 2	Brazil, Bahia, Conde, Praia do Sítio do Conde (A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, 28.i.2013, FSA 14903, HUEFS 217773)	A903	Presente estudo	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora</i> sp. 3	Brazil, 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	Submitted to GenBank
* <i>Cladophora</i> sp. 4	Brazil, Piauí, Luís Correa, Praia dos Coqueiros, (A.M. Alves & A.A. Santos, 22.vii.2013, FSA 14857).	A857	Presente estudo	Submitted to GenBank
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) C. Hoek	Roscoff, France (1983, V83.17 / Cvaga3)	F519	Leliaert et al. (2007a)	AM503481
<i>Cladophora vagabunda</i>	Zanzibar, Tanzania (no data coll.)	F05	Leliaert et al. (2003)	AJ544760
<i>Cladophora vagabunda</i>	South Africa (no data coll.)	E62	Pochon et al.	LN679068

			(2015)	
<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
<i>Microdictyon boergesenii</i>	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
<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.

Espécie	Herbário/ Número do Voucher
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützing	L 0054748 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 BM 000515795 BM! 000515795
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	L 0054761 L 0054766
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing	L 0054833 L 0054834
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenberg) Kützing	L 0054844 L 0054845
<i>Cladophora montagneana</i> Kützing	L 0054757
<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kützing	L 0054854 L 0054856
<i>Cladophora socialis</i> Kützing	L 0054902
<i>Willeella ordinata</i> Børgesen	C 5563 C 5571 C 5572

Apêndice 2

Normas do Journal of Phycology e Carta de submissão

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 (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) 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 (¹) 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 (²); 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)). 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 (^a, ^b, ^c) 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).

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. 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/> (<http://authorservices.wiley.com/bauthor/>) to register.

terms of use—Authors who receive a postpublication PDF offprint from the Phycological 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 Phycological 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)
N,N,N',N'-tetraacetic acid	
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay
EM	electron microscopy
FAD (FADH ₂)	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 ⁺ (NADH)	nicotinamide adenine dinucleotide (reduced form)
NADP ⁺ (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 análises morfológicas e filogenéticas moleculares

Submetido ao Phytotaxa

Cladophora codii sp. nov. (Chlorophyta) do Brasil baseada em análises morfológicas e filogenéticas moleculares¹

AIGARA MIRANDA ALVES^{2*}, LÍLIA MÔNICA DE SOUZA GESTINARI³, CÁSSIO VAN DEN BERG² & CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA²

¹ Parte da tese de doutorado da primeira autora.

² 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.

³ 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. é descrita para o Oceano Atlântico ocidental com base em estudo da morfologia e análises filogenéticas moleculares. *Cladophora codii* apresenta talo com organização acrópeta, ramificação esparsa, pseudodi- tricotômica a unilateral, fixo ao substrato por rizoides ramificados, não septados originados da célula basal, com rizoides intercalares formados no polo basal das células ao longo do talo. Análises moleculares revelaram a posição sistemática de *C. codii* no clado com espécies tradicionalmente posicionadas na seção *Longi-articulatae*, em uma politomia que tem alto suporte, porém com posição mal resolvida em relação a *C. sakaii*, *C. radiosa* e *C. ohkuboana*. Nessa politomia sai ainda outra pequena linhagem que contém *C. feredayi* e espécimes de *C. herpestica*. Embora *C. codii* difira quanto à morfologia geral do talo das espécies *C. ohkuboana*, *C. radiosa* e *C. sakaii*, o seu posicionamento neste grupo é justificado visto que, ocasionalmente, são formados rizoides no polo proximal das células suprabasais de *C. sakaii*. Com a posição sistemática de *Cladophora codii* nessa seção é acrescentado um terceiro tipo de talo, uma forma intermediária, entre o estado plesiomórfico (acrópeto com fixação basal por um único ponto) e o apomórfico (irregular com rizoides basal e intercalares).

Palavras-chave: algas verdes marinhas, Atlântico Sul, filogenia molecular, morfologia, Sistemática, Taxonomia.

Resumo

Cladophora codii sp. nov. é descrita para o Oceano Atlântico ocidental com base em estudo da morfologia e análises filogenéticas moleculares. *Cladophora codii* apresenta talo com organização acrópeta, ramificação esparsa, pseudodi- tricotômica a unilateral, fixo ao substrato por rizoides ramificados, não septados originados da célula basal, com rizoides intercalares formados no polo basal das células ao longo do talo. Análises moleculares revelaram a posição sistemática de *C. codii* no clado com espécies tradicionalmente posicionadas na seção *Longi-articulatae*, em uma politomia que tem alto suporte, porém com posição mal resolvida em relação a *C. sakaii*, *C. radiosa* e *C. ohkuboana*. Nessa politomia sai ainda outra pequena linhagem que contém *C. feredayi* e espécimes de *C. herpestica*. Embora *C. codii* difira quanto à morfologia geral do talo das espécies *C. ohkuboana*, *C. radiosa* e *C. sakaii*, o seu posicionamento neste grupo é justificado visto que, ocasionalmente, são formados rizoides no polo proximal das células suprabasais de *C. sakaii*. Com a posição sistemática de *Cladophora codii* nessa seção é acrescentado um terceiro tipo de talo, uma forma intermediária, entre o estado plesiomórfico (acrópeto com fixação basal por um único ponto) e o apomórfico (irregular com rizoides basal e intercalares).

Palavras-chave: algas verdes marinhas, Atlântico Sul, filogenia molecular, morfologia, Sistemática, Taxonomia.

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, Gustinari *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, Gustinari *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 Gustinari *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 ótico 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 D2Fl (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)

Type:—BRASIL. Bahia: Iha de Itaparica, Município de Vera Cruz, Praia da Conceição, 13°01'41.0''S, 38°38'50.8''W, 14 July 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, Tabela 1).

Isótipo:—RFA, SPF, SP.

Diagnose:—Talo com organização acrópeta, apresentando ramificação esparsa, pseudodi- tricotômica a unilateral, fixo ao substrato por rizoides ramificados, não septados originados da célula basal, com 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 tufo 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, pseudodi- tricotômica 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 *Phyllodictyon 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 Arembepé, 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°38'44.3''W, 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, coll. 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 µm. **4–5.** Ramos com rizóides intercalares descendentes, barra da escala 200 µm e 400 µm, 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 µm, em ambas. **9.** Cristais proteicos tetraédricos visíveis na célula, barra da escala 25 µm.

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* Kützinger (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 proximamente relacionada ao clado de *C. feredayi* Harvey (1858:pl XLVII) e espécimes de *C. herpestica* (Montagne) Kützinger (1849:415).

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

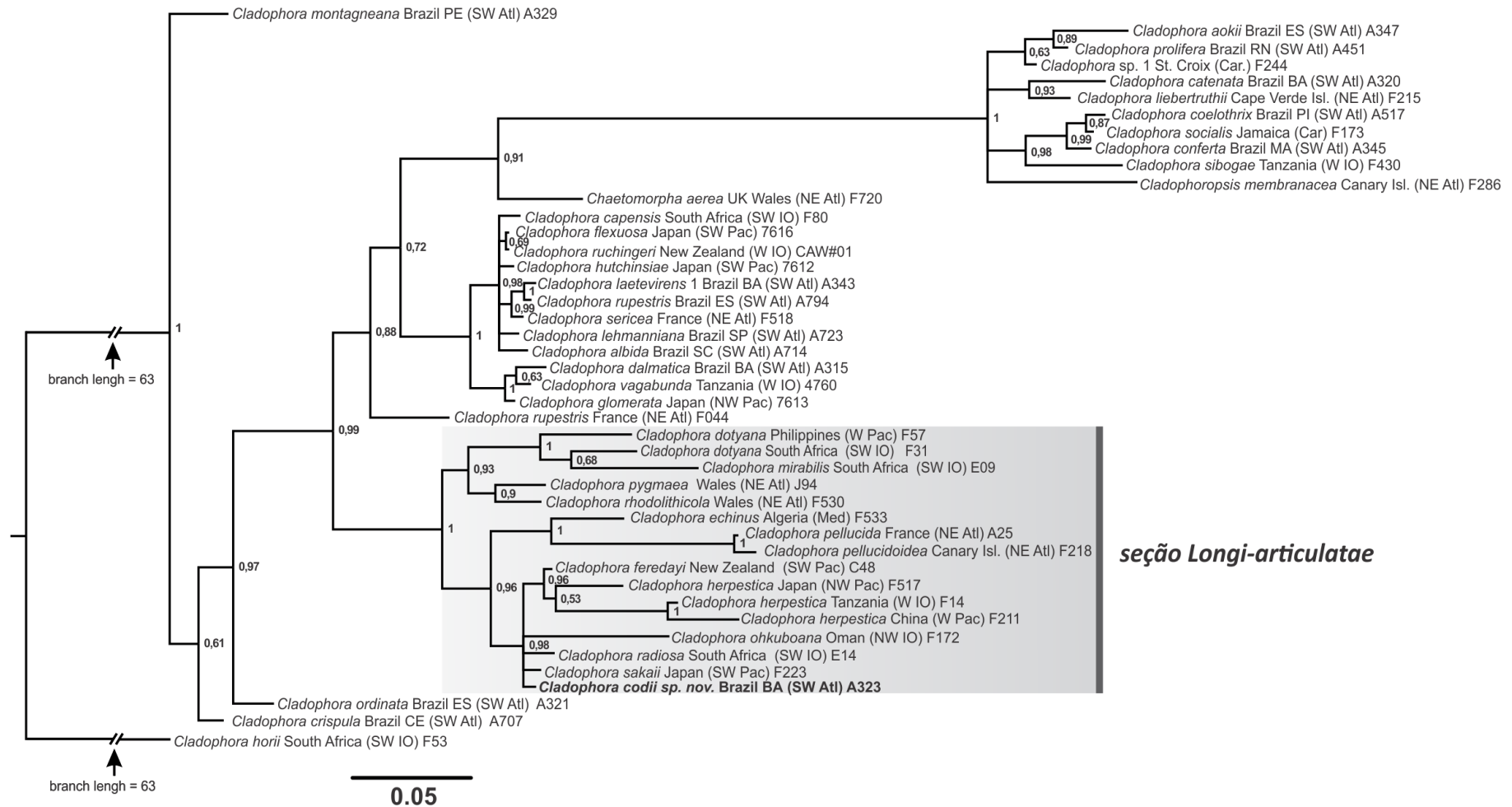


Figura 10. Topologia da análise Bayesiana para os 44 taxa baseada no conjunto de dados de LSU. Valores acima dos ramos são probabilidades posteriores. A sequência de *Cladophora codii* sp. nov. produzida neste estudo está em negrito no clado Longi-articulatae. Outros dados provenientes do GenBank.

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) Kützinger 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.

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

(–): dado ausente.

Tabela 2. Continuação.

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 Kützing (1849) (2000)		van den Hoek & Chihara (2000)

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) Kützinger (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 Mathematik 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> (Accessed 26 June 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) Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. *Euroropean 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.
- 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). *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> (last accessed 06 September 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 *Phyllodictyon* 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.
- Large, 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 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? *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 J. Sci.* 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. Gestinari & 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) Kützinger	Reino Unido, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal (-4 m), on maërl (F.Bunker, 6 June 2007, Bunker5/F720, GENT)	F720	Leliaert <i>et al.</i> (2009a)	FM205026
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützinger	Brasil, Santa Catarina, Florianópolis, Praia do Matadeiro, 27°45'6,9''S, 48°29'57,8''W, 15 Fev. 2014, coll. 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, coll. 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	F80	Leliaert <i>et al.</i> (2003)	AJ544763
* <i>Cladophora catenata</i> Kützinger	Brasil, Bahia, Salvador, Praia de Itapuã,	A320	Presente	Submetido ao

	12°57'27.50''S, 38°21'30.87''W, 05 Mai. 2012, coll. A.M. Alves, G.B.C. Mascarenhas s.n. (FSA 14320)		estudo	GenBank
* <i>Cladophora coelothrix</i> Kützing	Brasil, Piauí, Luís Correa, 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, coll. A.M. Alves, A.A. Santos s.n. (FSA 14707)	A707	Presente estudo	Submetido ao GenBank
* <i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	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, coll. C.W.N. Moura et al. s.n. (FSA 14315)	A315	Presente estudo	Submetido ao GenBank
<i>Cladophora dotyana</i> Gilbert	Filipinas, Bulusan	F57	Leliaert et al. (2003)	AJ544755
<i>Cladophora dotyana</i>	Africa do Sul, KwaZulu-Natal	F31	Leliaert et al. (2003)	AJ544756
<i>Cladophora echinus</i> (Biasol.) Kützing	Algeria (R.Delepine, summer1960, nº 60/55, UTEXLB148/F533)	F533	Leliaert et al. (2009)a	FM205029
<i>Cladophora feredayi</i> Harvey	Nova Zelandia	C48	Leliaert et al.	FM205030

			(2009a)	
<i>Cladophora flexuosa</i> (O.F. Müller)	Japão	7616	Ichihata <i>et al.</i>	AB807616
Kützing			(2013)	
<i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus)	Japão	7613	Ichihata <i>et al.</i>	AB807613
Kützing			(2013)	
<i>Cladophora herpestica</i> (Montagne)	Tanzânia, Zanzibar, como <i>Cladophoropsis herpestica</i>	F14	Leliaert <i>et al.</i>	AJ544751
Kützing			(2003)	
	Japão, Shimoda (C. Hoek, 1990, Cloz20b3SJ / Cherp3)	F517	Leliaert <i>et al.</i>	AM503460
			(2007a)	
	China, Hainan (I.Bartsch. 1990, ClozC007/Cherp1 F211)	F211	Leliaert <i>et al.</i>	FM205031
			(2009a)	
<i>Cladophora horii</i> C. Hoek & M. Chihara	Africa do Sul, KwaZulu-Natal	F53	Leliaert <i>et al.</i>	AJ544728
			(2003)	
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn)	Japão	7612	Ichihata <i>et al.</i>	AB807612
Harvey			(2013)	
* <i>Cladophora laetevirens</i> 1(do Brasil)	Brasil, Bahia, Arembepe, Praia do Emissário da	A343	Presente	Submetido ao
(Dillwyn) Kützing	CETREL, 27 Fev. 2013, coll. A.M. Alves <i>et al. s.n.</i>		estudo	GenBank
	(FSA 14343)			
* <i>Cladophora laetevirens</i> 2 (do Brasil)	Brasil, Rio Grande do Sul, Torres, Praia Grande,	A499	Presente	Submetido ao
	29°20'24"S, 49°43'22,6"W, 11 Fev. 2014, coll. A.M.		estudo	GenBank
	Alves, A.A. Santos (FSA 14499)			

* <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, coll. A.M. Alves et al. s.n. (FSA 14723)	A723	Presente estudo	Submetido ao GenBank
<i>Cladophora liebetruthii</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	Africa 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, coll. 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, Jacareípe, Curva da Baleia, 20°10'14,1"S, 40°11'08,6"W, 10 Jun. 2013, coll. A.M. Alves, A.A. Santos s.n. (FSA 14321)	A321	This study	Submitted to GenBank
<i>Cladophora pellucida</i> (Hudson) Kützing	França, Brittany, La Conquet, intertidal rockpool (C. Boedeker, Jun 2004, A25, L0793562)	A25	Leliaert et al. (2009a)	FM205037
<i>Cladophora pellucidoidea</i> C. Hoek	Ilhas Canarias, Tenerife (Coll. 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 Praia, 6° 0' 18.22"S, 35° 6' 32.08"W	A451	Presente estudo	Submetido ao GenBank

	23 Ago. 2013, coll. A.M. Alves, A.A. Santos s.n. (FSA 14451)			
<i>Cladophora pygmaea</i> Reinke	Reino Unido, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, subtidal, on pebbles (C. Maggs summer 2006, J94, L0793569)	J94	Leliert <i>et al.</i> (2009a)	FM205040
<i>Cladophora radiosa</i> (Suhr) Kützinger	Africa 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
<i>Cladophora rhodolithicola</i> F. Leliaert	Reino Unido, Wales, Pembrokeshire, Milford Haven, on maerl (F. Bunker, June 2006, FL 1036, F530, GENT)	F530	Leliert <i>et al.</i> (2009a)	FM205043
<i>Cladophora ruchingeri</i> (C. Agardh) Kützinger	Nova Zelândia, Yncyca Bay, voucher n.i.	CAW#01	Pochon <i>et al.</i> (2015)	LN679071
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützinger	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, coll. 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) Kützinger	França, Roscoff (1984, S84.35/Cser1)	F518	Leliaert <i>et al.</i>	AM503474

			(2007a)	
<i>Cladophora sibogae</i> Reinbold	Tanzânia, Zanzibar, Msalani (Leliaert & Coppejans, 11 July 2001, FL910c) ²	F430	Leliaert <i>et al.</i>	AM503475
			(2007a)	
<i>Cladophora socialis</i> Kützing	Jamaica, Portland, Blue Lagoon (Verbruggen, 22 Mar. 2003, HV523) ²	F173	Leliaert <i>et al.</i>	AM503476
			(2007a)	
<i>Cladophora</i> sp. 1	Caribe, St Croix (Kooistra, 1988, CPSCr/Csoc1)	F224	Leliaert <i>et al.</i>	AM503480
			(2007a)	
* <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, coll. C.W.N. Moura <i>et al. s.n.</i> (FSA 14323)	A323	Presente estudo	Submetido ao GenBank
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) C. Hoek	Tanzânia, Zanzibar	F05	Leliaert <i>et al.</i>	AJ544760
			(2003)	
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C. Agardh) Børgesen	Ilhas Canárias, Tenerife, Punta del Hidalgo (CloPH/Csmem6/CmCITFPdH)	F296	Leliaert <i>et al.</i>	AM503487
			(2007a)	

Apêndice 3

Normas do Phytotaxa e Carta 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

Phytotaxa is the World's largest journal in systematic botany
biotaxa.org/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*. Česká 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/
- 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*¹, LÍSIA MÔNICA DE SOUZA GESTINARI², CARLOS WALLACE DO NASCIMENTO MOURA¹

¹ 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.

² 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

Resumo

Este trabalho trata-se do estudo das algas cladoforoides coletadas ao longo do litoral do Brasil, tendo como limite norte, o município de Salinópolis, Pará, e como limite sul, o município de Torres, Rio Grande do Sul, totalizando 102 estações de amostragem. Os resultados apresentados aqui são baseados em estudo morfológico e na análise filogenética molecular desenvolvida com estas. Sendo assim, cinco espécies foram confirmadas apenas através de caracteres morfológicos as espécies de *Cladophora*: *C. brasiliana*, *C. corallicola*, *C. sericea*, *C. socialis* e *C. vagabunda* e 19 através de dados morfológicos e moleculares distribuídos em dois gêneros: *Cladophora* e *Willeella*. Para *Cladophora* foram resgistradas *C. albida*, *C. aokii*, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) compreendendo a duas linhagens, *C. conferta*, *C. dalmatica*, *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) correspondendo a duas linhagens, *C. lehmanniana*, *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.) e *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.). 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 morfolologicamente neste estudo. O gênero *Willeella* foi reestabelecido pelos autores devido à posição filogenética molecular de *C. 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*. Muitos destes taxa tiveram a sua distribuição ampliada para o litoral do Brasil.

Palavras-chave: *Cladophora*, Litoral do Brasil, macroalgas verdes marinhas, morfologia, sífonocladácea, taxonomia, *Willeella*.

Introdução

As algas verdes com organização sífonocladácea (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 baseou-se nos resultados da análise filogenética molecular realizada por Alves *et al.* (dados não publicados) e em estudo morfológico para a identificação destas ao longo da costa brasileira.

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 estações de coleta localizadas 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 quais tiveram como limite norte, o município de Salinópolis, Pará, e como limite sul, o município de Torres, Rio Grande do Sul, totalizando 102 estações de amostragem (Tabela 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 dimensões (diâmetro e comprimento) de todas as estruturas celulares foram estabelecidas de 10 a 20 medidas para cada espécime. Os valores mínimos e máximos de comprimento e diâmetro das células apicais, dos últimos ramos, do eixo principal e das células basais e da espessura da parede celular foram calculados para cada táxon. 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), enquanto que as demais amostras do táxon coletadas nesse estudo e cuja identificação foi baseada apenas no estudo morfológico serão citadas em outros materiais examinados e materiais procedentes de herbários, em material adicional examinado.

Os acrônimos dos herbários seguem Holmgren *et al.* (1990). Os espécimes serão 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 aqui são baseados em estudo morfológico e na análise filogenética molecular de Alves *et al.* (dados não publicados). Sendo assim, cinco espécies foram confirmadas apenas através de caracteres morfológicos as espécies de *Cladophora*: *C. brasiliensis* G.Martens, *C. corallicola* Børgesen, *C. sericea* (Huds.) Kütz., *C. socialis* Kütz. e *C. vagabunda* (L.) C.Hoek. A análise filogenética molecular de Alves *et al.* (dados não publicados) revelou 19 táxons distribuídos em dois gêneros: *Cladophora* e *Willeella*. Em *Cladophora* registramos: *C. albida* (Ness) Kütz., *C. aokii* Yamada, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) compreendendo a duas linhagens, *C. conferta* P.Crouan & H.Crouan, *in* Schramm & Mazé, *C. dalmatica*, *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) correspondendo a duas linhagens, *C. lehmanniana* (Lindenb.) Kütz., *C. prolifera* do Brasil (nom. prov.) e *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.). Dentre as quatro espécies de *Cladophora* indeterminadas, *Cladophora* sp. 1, foi descrita como uma espécie nova *C. codii* A.M.Alves, L.M.S.Gestinari & C.W.N.Moura, 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 morfolologicamente neste estudo. O gênero *Willeella* foi reestabelecido pelos autores devido à posição

filogenética molecular de *C. 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*. Vale ressaltar que os resultados apresentados neste capítulo não se configuram em novas proposições, de acordo com o Código de Nomenclatura Botânica, os quais devem ser apresentados em publicações posteriores.

Cladophora Kütz., *nom. cons.*

Phycol. General. 1843: 262.

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

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

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

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

Figura 1 A–I

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), (L! 0054749).

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

Materiais examinados:—BRASIL, Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09

Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Ilha Grande, Praia Saco de Dois Rios, 29 Abril 2014, A.G. Pedrini *et al.* (HUEFS). São Paulo: São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 agosto 2012, A.M. Alves *et al.* (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

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 proximamente 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, fig. 3. 1925.

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

Figura 2 A–H

Descrição:—Talo verde escuro a amarronzado, ereto, rígido, formando densos tufos, 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 tufos, 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). **Outros Materiais Examinados:**—Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20 Março 2011, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS). Rio de Janeiro: Paraty, Praia de Cepilho, 07 Julho 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS); Armação de Búzios, Praia da Ferradura, 05 Outubro 2013, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS); Cabo Frio, Praia da Concha, 14 Julho 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Praia Ponta da Nhá Pina, 17 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

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).

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 (0.90), 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, pl. III, fig. 2. 1866.

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

Figura 3 A–E

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). Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema 26 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS); Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 25 Abril 2013 A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS), *material sequenciado para ITS rDNA*, FSA 14334. Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fevereiro 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 23 Julho 2009, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS); Ilhéus, 14 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS); Praia do Aeroporto, 14 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS); Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16 Setembro 2012, A.M. Alves *et al.* (HUEFS); Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12 Dezembro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Espírito Santo: Guarapari, costão rochoso entre as praias de Peracanga e Guaibura, 08 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS); Praia de Guaibura, poça de maré, 08 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio de Janeiro, Estação 6, 28 Janeiro 1988, L.M.S. Gestrinari (HUEFS); Lagoa Rodrigo de Freitas, 10 Julho 2013, A.M. Alves & A.G. Pedrini (HUEFS); Araruama, Lagoa de Araruama, 13 Julho 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS), Armação dos Búzios, Praia João Fernandes, A3, 11 Março 2010, L.M.S. Gestrinari (HUEFS). Paraná, Paranaguá, Ilha do Mel, Praia do Miguel, 16 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Ponta da Nhá Piña, 17 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Morro do Meio, 17 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Santa Catarina, Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15 Fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia da Lagoinha, 13 Fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Armação, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Sul, Torres, Praia da Guarita, 12 Dezembro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Prainha, pedra do Meio, 12 Dezembro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

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 Gustinari *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.)**

Figura 4 A–I

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). **Outro Material examinado:**—BRASIL, Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS).

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). Santa Catarina: Praia da Joaquina, 18 Abril 1980, S.M.P.B. Guimarães & D.P. Santos (SP176515). 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 miles 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 do Brasil concordam com o material tipo de *Cladophora catenata* Kütz. (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), Gestinari *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 (Hawaii 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 o reconhecimento de um novo gênero para *C. catenata*, o qual a princípio possui três espécies: *C. catenata* do Brasil que saiu em um ramo em uma posição mais derivada dos 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. liebetruthii* para o gênero *Microdictyon*.

No litoral do Brasil, tem sido registrada como *C. catenata* 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)**

Figuras 5 A–F

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 eifxo 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 2 – Agrupamento *C. coelothrix/socialis*:** Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14517 (HUEFS). Rio Grande do Norte: Natal, Praia do Meio, 11 Janeiro 2013 C.W.N. Moura, FSA 14520 (HUEFS). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Pedra do Xaréu, 25 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14695 (HUEFS). **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). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 20 Março 2011, C.W.N. Moura et al., FSA 14337 (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—BRASIL,. Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28 Fevereiro 2014, C.W.N. Moura (HUEFS); Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Águas Belas, 03 Março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS). Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Tabatinga, 23 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Búzios, 23 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS), Praia da Enseada dos Corais, 25 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Ipojuca, Porto de Galinhas, 26 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Tamandaré, Praia dos Carneiros, 28 Maio 2013, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS). Alagoas: Marechal Deodoro, Praia do Francês, 28 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 Janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Camaçari, Arembepé, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fevereiro 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 09 Março 2013 C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 04 Julho 2013 C.W.N. Moura et al. (HUEFS). Sergipe: Praia da Coroa do Meio, 11 Outubro 2014, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Bahia: Itacaré, Praia da Costa, 13 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS); Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L.

Rohr (HUEFS). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 Julho 2013, A.M. *Alves et al.* (HUEFS). Angra dos Reis, Ilha Grande, Enseada do Abraão, 08 Maio 2014, Ponto 3, A.G. *Pedrini* (HUEFS). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, A.M. *Alves et al.* (HUEFS); São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 Agosto 2012, A.M. *Alves et al.* (HUEFS). Santa Catarina: Florianópolis, Praia Brava, 13 Fevereiro 2014, A.M. *Alves & A.A. Santos* (HUEFS).

Material adicional examinado:—Brasil, Pernambuco: Ipojuca, Praia de Serrambi, 04 Junho 2001, L. *Gestinari & 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. Esta é o primeiro registro de ocorrência para o litoral 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 aproxima de *C. socialis* Kütz., porém esta última ocorre formando tufo 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 porção 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 morfologicamente semelhantes ao material tipo examinado (*C. coelothrix* L! 00788898), estes não ocorreram no mesmo clado.

Dessa forma, os espécimes de *C. coelotrix* do Brasil apresentam 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.

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

Figura 6 A–G

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), idem, (FSA 14851), (HUEFS); Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14855 (HUEFS); Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013 A.M. Alves & A.A. Santos, (FSA 14518) (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Pará: Salinópolis, Praia de Atalaia, 14 Dezembro 2014, A.G. Pedrini (HUEFS). Rio Grande do Norte: Natal, Praia do Forte, 11 Janeiro 2013, C.W.N. Moura (HUEFS), Praia do Meio, 11 Janeiro 2013, C.W.N. Moura (HUEFS). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Conceição, 04 Julho 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), Praia da Enseada do Pedrão, 02 Agosto 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS).

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 pseudotricotômico 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 (0.94) 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. (1913:21)

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

Figura 7 A–H

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). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 Janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 02 Agosto 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), Praia da Conceição, 04 Julho 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña, 17 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

Distribuição:—Espécie com distribuição registrada apenas para Ilhas Virgens, Bermuda e Brasil (Taylor, 1960, Alves et al. 2012).

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 morfologicamente 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. 1843:268.

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

Figuras 8 A–E

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); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04 Julho 2012, C.W.N. Moura et al. FSA 14480 (HUEFS), 20 Março 2013, C.W.N. Moura et al., FSA 14315 (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, A.M.

Alves & A.A. Santos (HUEFS); Cajueiro da Praia, 23 Julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 Abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 02 Agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), idem, 16 Outubro 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS). Praia da Barra Grande, 02 Agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), 09 Março 2013, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), Praia da Conceição, 02 Agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), Praia da Enseada do Pedrão, 02 Agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS); Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16 Setembro 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS), Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12 Dezembro 2012, *M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS), Praia da Ponta dos Castelhanos, 22 Março 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Praia do Miguel, 16 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Santa Catarina: Florianópolis, Praia da Lagoinha, 13 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS).

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 morfologicamente 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 (1 e 2) (nome provisório)**

Figuras 9 A–E

Descrição:—Talo verde escuro, até 17 cm de alt., formando tufos 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 porção basal do talo, pseudodicotômica a unilateral, últimos ramos falcados a refrato-falcados; ramos unicelulares curtos desde a porção 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. Bahia: Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fevereiro 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14890 (HUEFS). Como *C. laetevirens* 2. Piauí: Cajueiro da Praia, 23 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14861 (HUEFS); Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013 A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14845, (HUEFS), idem, FSA 14717, (HUEFS). Bahia: Salvador, Praia da Barra, 10 Fevereiro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14324 (HUEFS). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 Julho .2013, A.M. Alves *et al.*, FSA 14715, (HUEFS); 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). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, A.M. Alves *et al.*, FSA 14848 (HUEFS), *idem*, FSA 14719, (HUEFS); São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 Agosto 2012, A.M. Alves *et al.*, FSA 14718, (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14722, (HUEFS), *idem*, FSA 14499, (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Ceará: Cascavel, Águas Belas, 03 Março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 Janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02 Agosto 2012 C.W.N. Moura (HUEFS), 09 Março 2013, C.W.N. Moura (HUEFS), 04 Julho 2013, C.W.N. Moura (HUEFS); Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS); Cairu, Ilha de Boipeba, Praia da Ponta dos Castelhanos, 22 Março 2012, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS). Rio de Janeiro: Armação dos Búzios, Praia Brava, 14 Julho 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS). Santa Catarina: Florianópolis, Praia de Matadeiro, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia Brava, 13 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

Material adicional examinado:—BRASIL, 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 como *C. laetevirens* 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).

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 (BI 1.00) e o segundo separado deste último, constituindo uma politomia de 12 amostras identificadas como *C. laetevirens* 2 também fortemente sustentado (BI 1.00). 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 táxons incluídos na seção *Glomeratae s.l.* o que dificulta a identificação taxonômica, como observado por diversos autores do Brasil (Ugadim 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 como novas espécies.

Cladophora lehmanniana (Lindenb.) Kütz., Phycol. General. 1843: 268.

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

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

Figura 10 A–G

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 tufo 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), *idem*, FSA 14724 (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—Alagoas, Maceió, Praia da Sereia 24 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 04 Julho 2012 C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, A.M. Alves *et al.* (HUEFS).

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 apenas para o litoral de São Paulo, materiais com morfologias muito semelhantes foram encontrados 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 os últimos ramos nesta não formam 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 táxons (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 proximalmente 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)**

Figuras 11 A–H

Descrição:— Talo verde escuro a enegrecido, ereto, rígido, formando tufo densos, até 25 cm alt.; fixo ao substrato por um estipe formado por feixes de rizoides não unicelulares com constricções 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 µm de compr. x 210–441 µm de diâm.; células dos últimos ramos 346–1089 µm de compr. x 110–220 µm de diâm.; células do eixo principal clavadas, com 1010–5089 µm de compr. x 240–315 µm de diâm.; células basais 398–1200 µm de compr. x 90–215 µm de diâm.. Paredes celulares finas na parte apical do talo com até 15 µm de espessura e espessas e lameladas com até 42 µm 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, Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia de Búzios, 23 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14451 (HUEFS). Ceará: Fortaleza, Praia do Meireles, 28 Fevereiro 2014, C.W.N. Moura, FSA 14762 (HUEFS). Paraíba: Carapibus, 7°18'27"S 34°48'16"W, 21 Julho 2013, C.W.N. Moura, FSA 14340 (HUEFS). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14309 (HUEFS). Bahia: Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fevereiro 2013, A.M. Alves *et al.*, FSA 14338 (HUEFS). Espírito Santo: Piúma, Ilha do Gambá, 09 junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14349 (HUEFS). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña, 17 fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14781 (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14786 (HUEFS). **Outros materiais examinados**—BRASIL, Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Águas Belas, 03 Março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS); Caucaia, Praia do Pacheco 24 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Norte: Natal, Praia do Forte 11 Janeiro 2013, C.W.N. Moura (HUEFS), Prainha, 19 Junho 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS), Areia Preta, 21 Junho 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS); Genipabu, 30 Dezembro 2012, C.W.N. Moura (HUEFS); Nísia Floresta, Praia de Pirangi, 01 Janeiro 2013, C.W.N. Moura (HUEFS), Praia da Barreta, 21 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Búzios, 23 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Pirambúzios, 18 Maio 2011, M.F. Oliveira-Carvalho (HEUFS). Paraíba: Praia de Coqueirinho, 19 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Jacumã, 19 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Bahia: Salvador, Praia da do Farol da Barra, 10 Fevereiro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS), Praia de Stella Maris, 10 Fevereiro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 Janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Lauro de Freitas, Praia de Vilas do Atlântico, 15 Outubro 2012, P.B. Jesus, (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Enseada do Pedrão, 02 Agosto 2012, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS), Ilhéus, Praia do Aeroporto, 14.xi.2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS), Praia de Back Door, 15 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS), Praia do Resende, 13 Novembro 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS). Espírito Santo: Serra, Jacareípe, Curva da Baleia, 10 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavalheiros, Ponto

1, 16 Setembro 2012, *L.M.S. Gestinari* (HUEFS); Ilha do Francês, Ponto 6, 21 Janeiro 2012, *L.M.S. Gestinari* 371 (HUEFS); Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 Julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS); Mangaratiba, Ilha de Itacuruçá, 04 Outubro 2013, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS). São Paulo. Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS). 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). Santa Catarina: Florianópolis, Ponta das Canas, 13 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Praia da Lagoinha, 13 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Praia de Armação, 15 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Prainha, 11 fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS).

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), como *C. prolifera*; Macaé, Praia dos Cavaleiros, 19 Novembro 2002, s. col. (RFA 31634), como *C. prolifera*. São Paulo: Itanhaém, Foz do Rio Branco, 02 Janeiro 1951, *A.B. Joly* (SPF 298) como *C. prolifera*, Praia de Peruíbe, 10 Novembro 1966, *Y. Ugadim*, como *Cladophora* sp. (SPF 025606); São Vicente, Praia de Parnapoan, 07 Outubro 1953, *A.B. Joly* (SPF 005388) como *C. prolifera*, *idem*, (SPF 9950) como *C. prolifera*; 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) como *C. prolifera*. PORTO RICO, Guayanés, Yabucoa Bay, South East coast, 25 Agosto 1965, *M. Díaz-Piferrer* (SPF 8196) como *C. prolifera*.

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 30m (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 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 constrições anelares, rizoides basais ramificados, sem 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.

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 constrições 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)**

Figura 12 A–E

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 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). Bahia: Salvador, Praia da Barra, entre o Cristo e o Farol, 10 Fevereiro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas, FSA 14341 (HUEFS). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, A.M. Alves *et al.*, FSA 14792 (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Paraíba: Conde, Praia de Coqueirinho, 19 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). 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). Espírito Santo: Serra, Jacaréipe, Curva da Baleia, 10 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS); Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio de Janeiro: Armação dos Búzios, Praia do Forno, 14 Julho 2013, A.M. Alves *et al.* (HUEFS). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, A.M. Alves *et al.* (HUEFS). Santa Catarina: Florianópolis, Praia Brava, 13 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Prainha, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), pedra do Meio, 12 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia da Cal, 12 Fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

Material adicional examinado:—BRASIL, Bahia: Salvador, Praia da Barra, 10 Agosto 2006, A.M. Alves s.n. (HUEFS136587, como *Cladophora* sp. 2). Pernambuco:

Recife, Praia de Boa Viagem, 23 Junho 2001, *L. Gestinari & J. Torres* (PEUFR 42753). 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. Gestinari & 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 *Rupestris* 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 Gestinari *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, Gestinari *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).

De acordo com os trabalhos de Bakker *et al.* (1994), Leliaert *et al.* (2003, 2007a), Gestinari *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. 1843: 264.

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

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

Figura 13 A–D

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). Santa Catarina: Florianópolis, Praia do Matadeiro, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

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.

Comentários:—Espécie pouco comum no litoral do Brasil, 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.). Sua distribuição está sendo confirmada neste estudo para os estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina.

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. Estas espécies apresentaram pouca divergência genética (21%) e parecem fazer parte de um evento recente de radiação.

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.

Localidade tipo: Tahiti (Silva *et al.* 1996: 781).

Figura 14 A–F

Descrição:—Talo de cor verde claro, pálido, delicado, crescendo formando tufos 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. Alagoas: Maceió, Ponta Verde, 27 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas. Bahia: Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Penha, arrasto, 17 Março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS), Barra Grande, 09 Março 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), Jeribatuba, isótopos, campanha 13, 18 Março 2014, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 09 Abril 2013, C.W.N. Moura et al. (HUEFS); Cairu, Ilha de Boipeba, Praia de Moreré, 12 Dezembro 2012, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS), Praia da Ponta dos Castelhanos, 22 Março 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS).

Distribuição:—Espécie com distribuição anfiatlântica tropical a temperada quente, em áreas tropicais do Atlântico e Índico e subtropical do Pacífico (van den Hoek 1982).

Comentários:—No litoral do Brasil, é uma espécie pouco comum, registrada previamente apenas para o litoral do Bahia, Ilha de Bimbarras 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.

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 cf. vagabunda* (L.) C.Hoek, Rev. Eur. Sp. *Cladophora* 144. 1963.**

Basiônimo: *Conferva vagabunda* L. Sp. Pl. (1753: 1167).

Localidades lectótipo: Selsey, Sussex, England (van den Hoek, 1963: 144).

Figura 15 A–G

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

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 Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Cajueiro da Praia, 23 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Águas Belas, 03 Março 2014, C.W.N. Moura (HUEFS); Caucaia, Praia do Pacheco, 24 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Norte: Natal, Areia Preta, 21 Junho 2012, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS), Praia do Forte, 11 Janeiro 2013, C.W.N. Moura et al. (HUEFS). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS); Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS), Praia da Enseada dos Corais, 25 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 Abril 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Sergipe: Praia da Coroa do Meio, 11 Outubro 2014, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS). Bahia: Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fevereiro 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Penha, 02 Agosto 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), Praia da Conceição, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 20/05/2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 04 Julho 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 02 Agosto 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), Praia da Enseada do Pedrão, 04 Julho 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 02 Agosto 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 09 Março 2013, C.W.N. Moura et al. (HUEFS), 20 Março 2013 C.W.N. Moura et al. (HUEFS), Praia da Barra Grande, 04 Julho 2012, C.W.N. Moura et al. (HUEFS). Espírito Santo: Serra, Jacareípe, 10 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS); Piúma, Ilha do Gambá, 09 Junho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio de Janeiro: Macaé, Praia dos Cavaleiros, 16 Setembro 2012, L.M.S. Gestinari (HUEFS); Angra dos Reis, Praia da Figueira, 06 Julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS); Paraty, Praia de Cepilho, 07 Julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS); Araruama, Lagoa de Araruama, 13 Julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS); Cabo Frio, Praia da

Concha, 13 Julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS), Praia do Forte 01 Março 2013, 22°53.111'S, 42°00.461'W, L.M.S. Gestinari 438 (HUEFS); Armação dos Búzios, Praia Brava, 14 Julho 2013, A.M. Alves et al. (HUEFS), Praia da Rasa, 06 Outubro 2013, A.A. Santos & D.L. Rohr (HUEFS). São Paulo: Ubatuba, Praia Dura, 18 Agosto 2012, A.M. Alves et al. (HUEFS); São Sebastião, Praia das Cigarras, 19 Agosto 2012, A.M. Alves et al. (HUEFS). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Ponta da Nhá Piña, 16 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Morro do Meio, 17 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Santa Catarina: Florianópolis, Praia da Lagoinha, 13 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Ponta das Canas, 13 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Joaquina, 14 Fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Galhetas, 14 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Armação, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Matadeiro, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia Grande, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Prainha, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), pedra do Meio, 12 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia da Cal, 12 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia da Guarita, 12 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

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).

Comentários:—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.

No litoral do Brasil, *C. vagabunda* é uma espécie muito comum, registrada desde o litoral do estado do Maranhão até o Rio Grande do Sul.

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.

Coto & Pupo (2009) consideraram *C. vagabunda* uma espécie de fácil identificação pelo seu aspecto geral formando fascículos nas porções 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, Gustinari *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 áreas geográficas e climáticas distintas na tentativa de elucidar as relações filogenéticas destas.

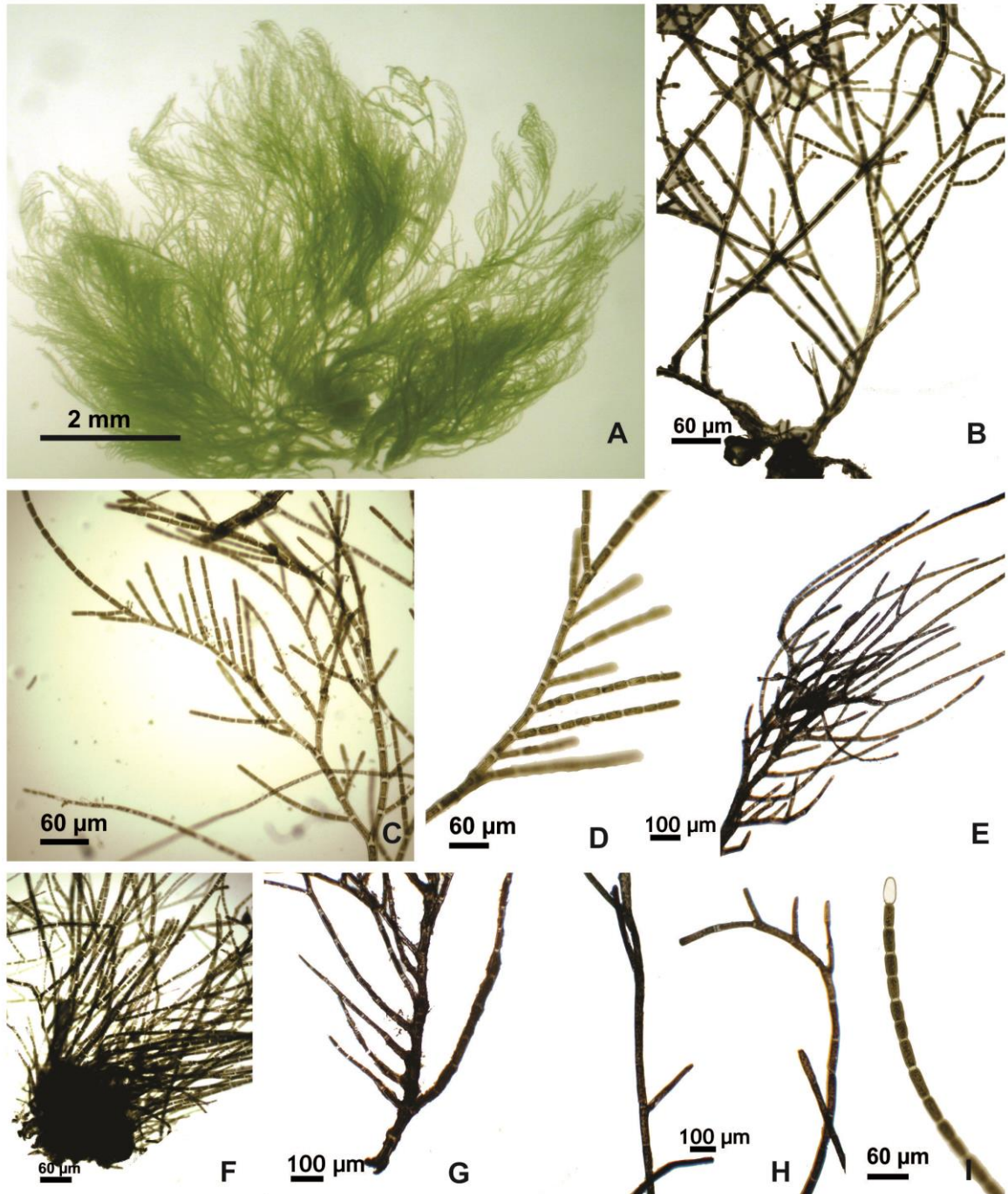


Figura 1. A–H. *Cladophora albida* (Ness) Kütz. A. aspecto geral do talo. B. detalhe da porção basal do lado com ramificação densa. C–D. detalhe da ramificação falcada unilateral. E–F. formação de filamentos longos pouco ramificados. G. célula basal com ramo suprabasal com ramificação alterna a unilateral. H–I. porção apical do talo com célula apical obtusa

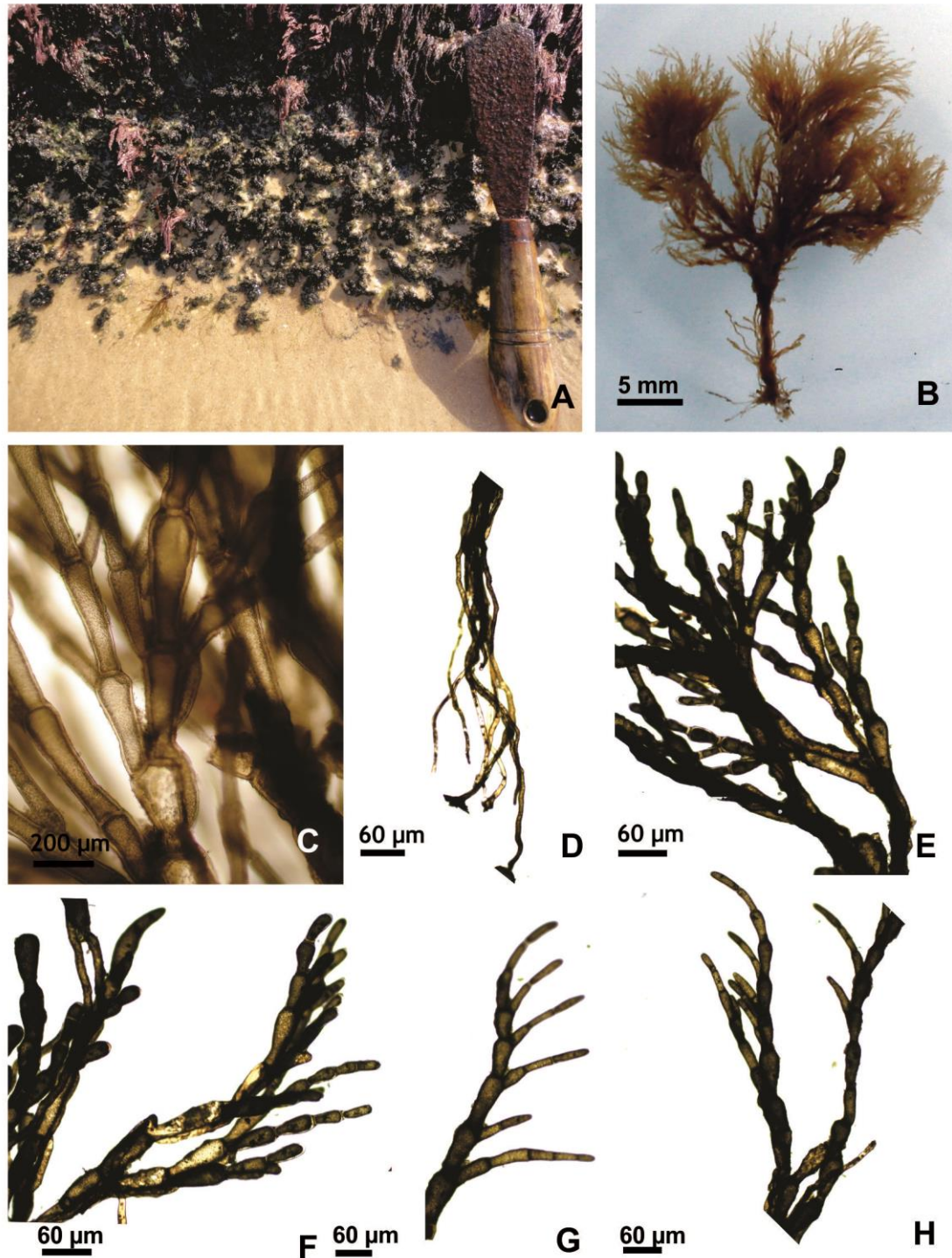
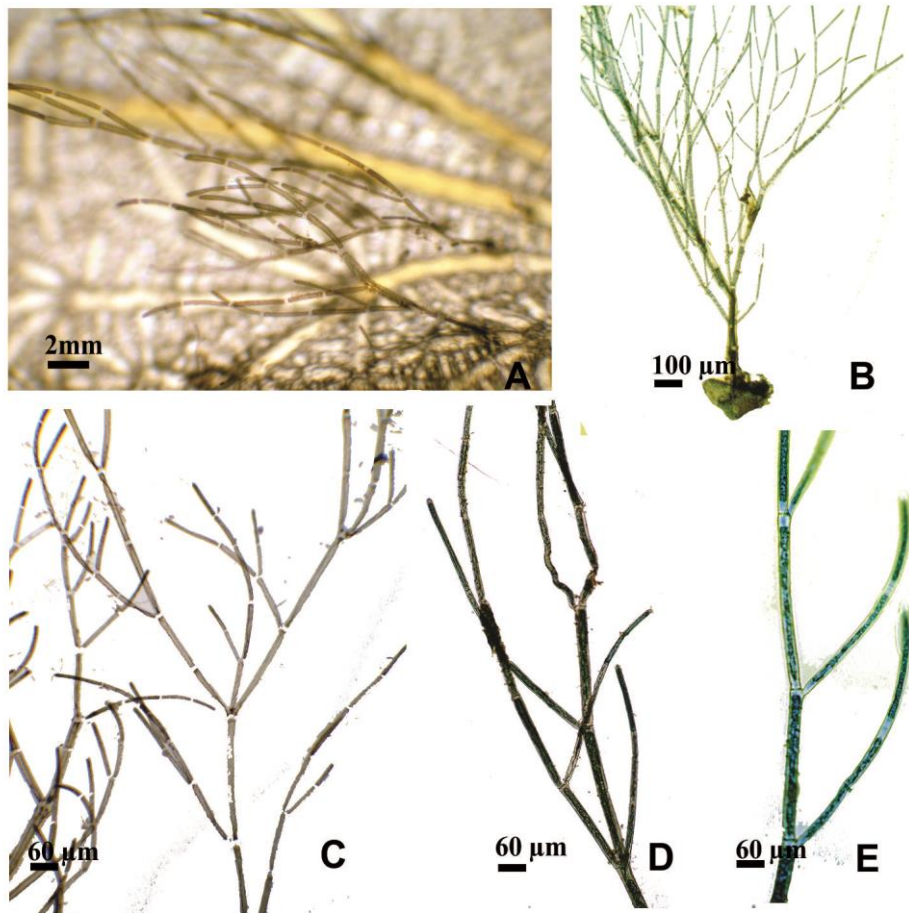


Figura 2. A–H. *Cladophora aokii* Yamada. A. hábito, ocorrendo formando densas populações na área de arrebentação sob substrato rochoso. B. aspecto geral do talo. C. detalhe das células elevadas com formação de rizoides moleculares no polo proximal das células. D. rizoides basais com extremidades lobadas a hapteroidais. E. células da região mediana do talo. F–H. detalhe do ápice do talo com ramificação unilateral.



Figurra 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.

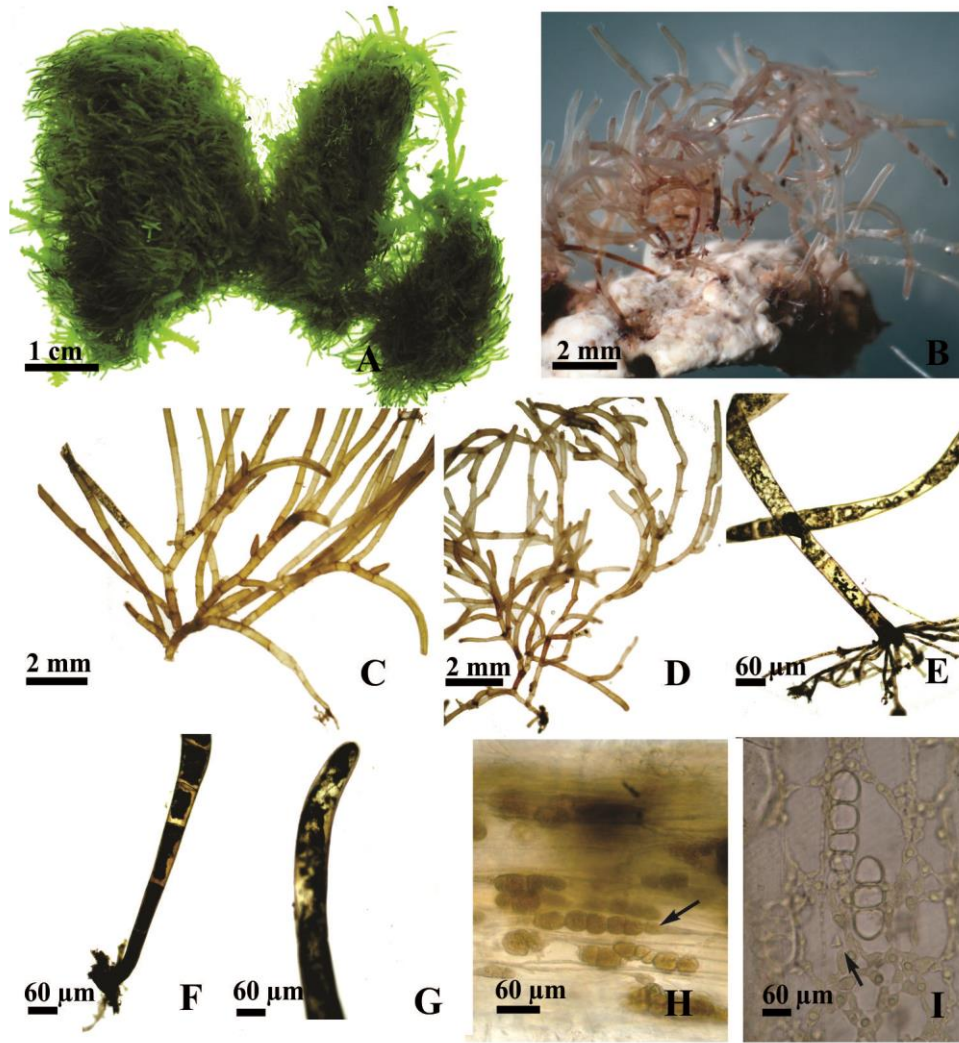


Figura 4. A–I. *Cladophora catenata* do Brasil (nom. prov.). A. aspecto geral do talo, formando tufos densos. B. detalhe de um talo fixo no substrato por rizoides hapteloidais. C. talo com inversão de polaridade. D. ponto basal do talo. E-F. ramos com extremidades rizoidais G. células apical cilíndrica 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.

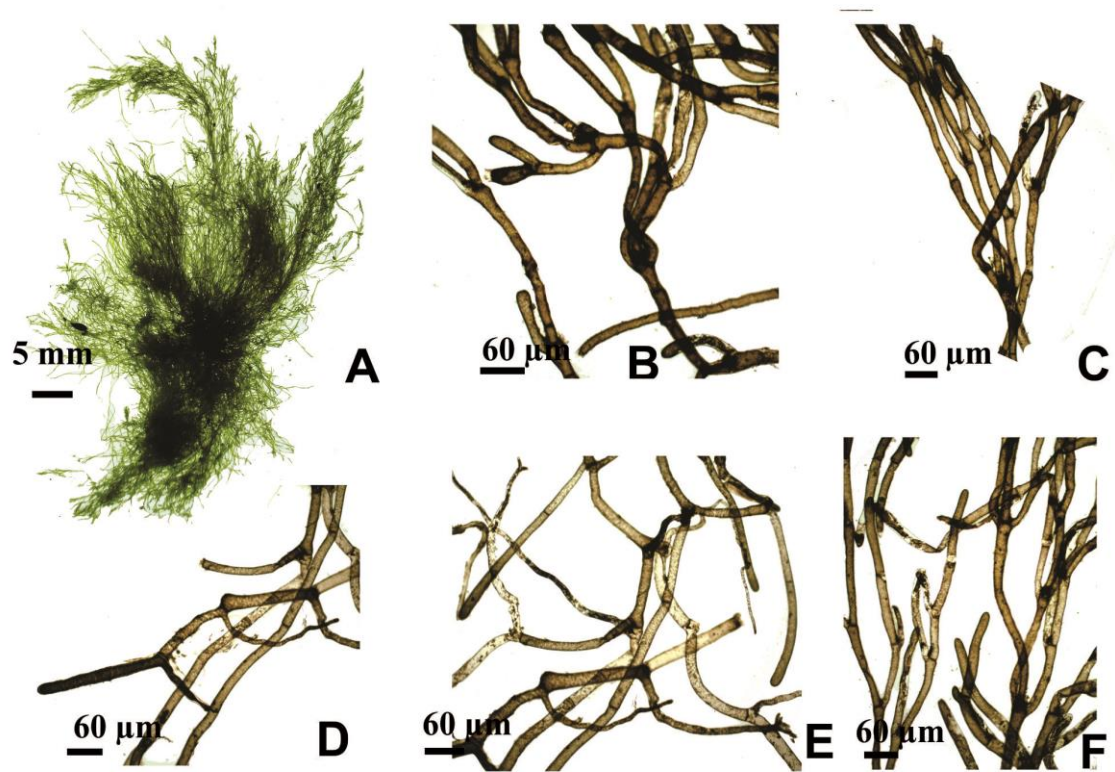


Figura 5. A–F. *Cladophora coelothrix* do Brasil (nom. prov.). A. aspecto geral do talo. **B–C, F.** filamentos entrelaçados com ramificação pseudodi–tricotômica. **D–E.** Ramos basais com rizoides intercalares formando estrutura semelhante a estolão.

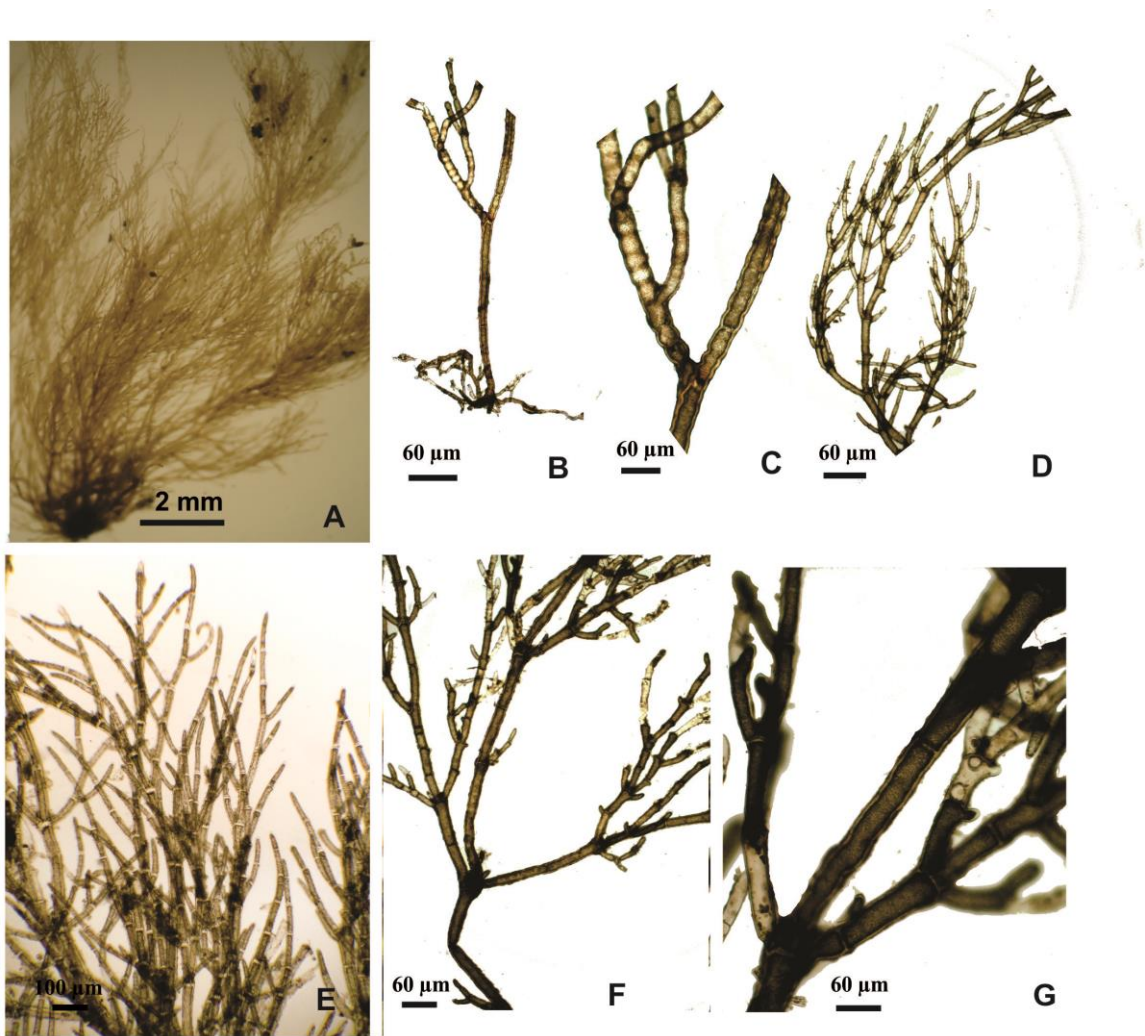


Figura 6. A–G. *Cladophora conferta* P.Crouan & H.Crouan, in Schramm & Mazé. **A.** aspecto geral do talo. **B.** célula basal. **C.** parede basal do talo com células apresentando contrações anelares. **D.** detalhe da ramificação pseudotricotômica. **E.** ápice do talo com filamentos apical formando gancho. **F–G.** eixo principal com ramificação pseudotricotômica.

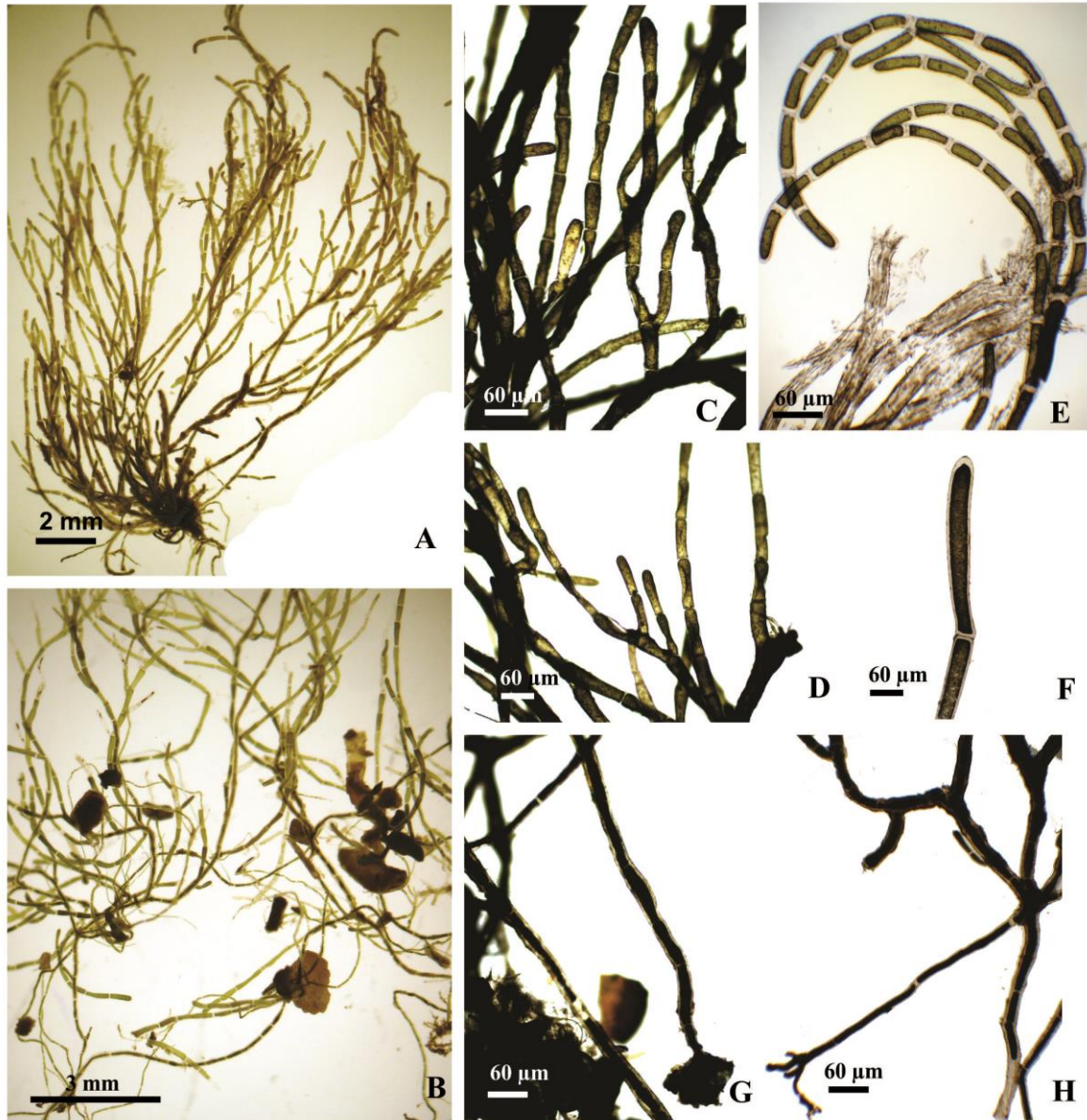


Figura 7. A–H. *Cladophora corallicola* Børgesen. A. aspecto geral do talo. B. talo crescendo sobre substrato arenoso com as extremidades rizoidais aderindo ao mesmo. C–D. região basal mediana do talo. E. porção apical com ápice encurvado. F. célula apical reta a levemente curvada. G–I. rizoides intercalares com extremidade hapteroidal.

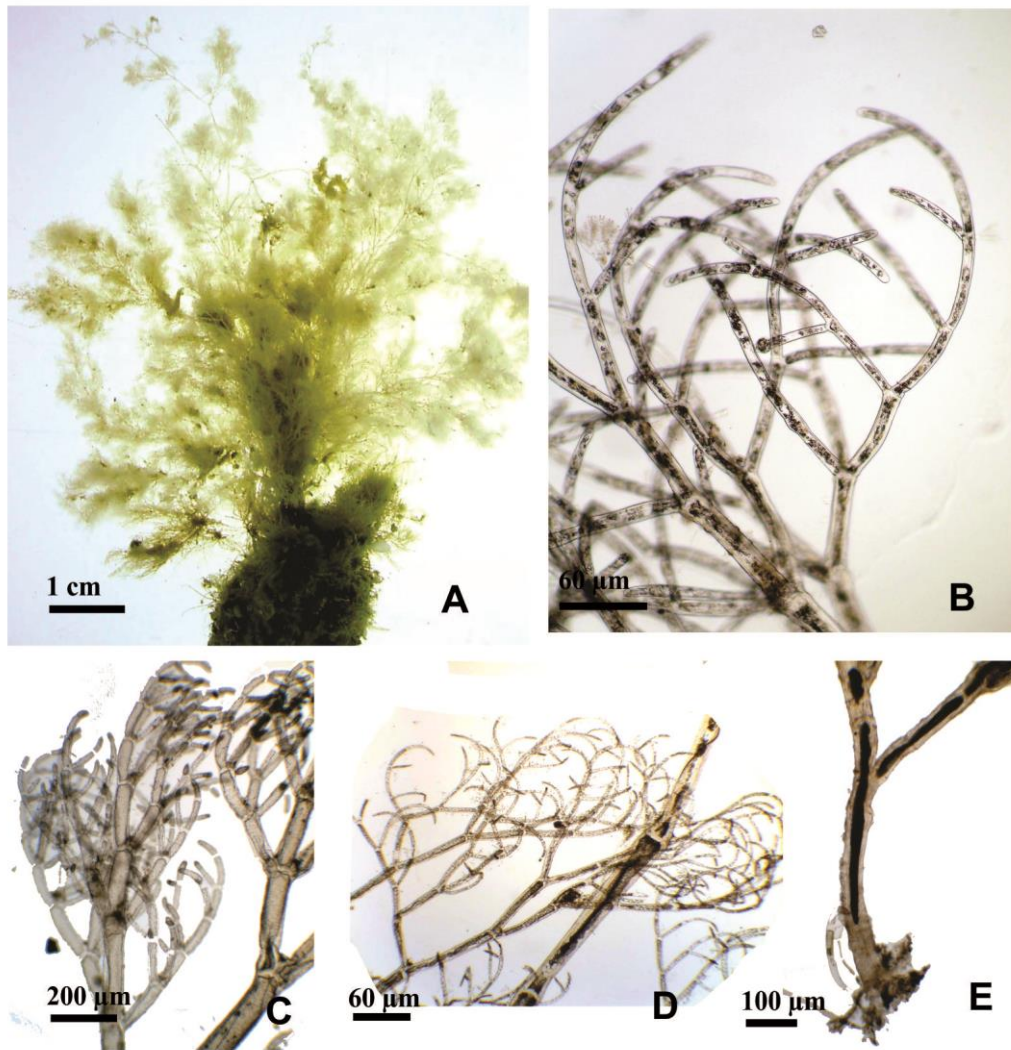


Figura 8. A–E. *Cladophora dalmatica* Kütz. A. Aspecto geral do talo. B–D. Últimos ramos com ramificação falcada. E. Célula basal com base lobada.

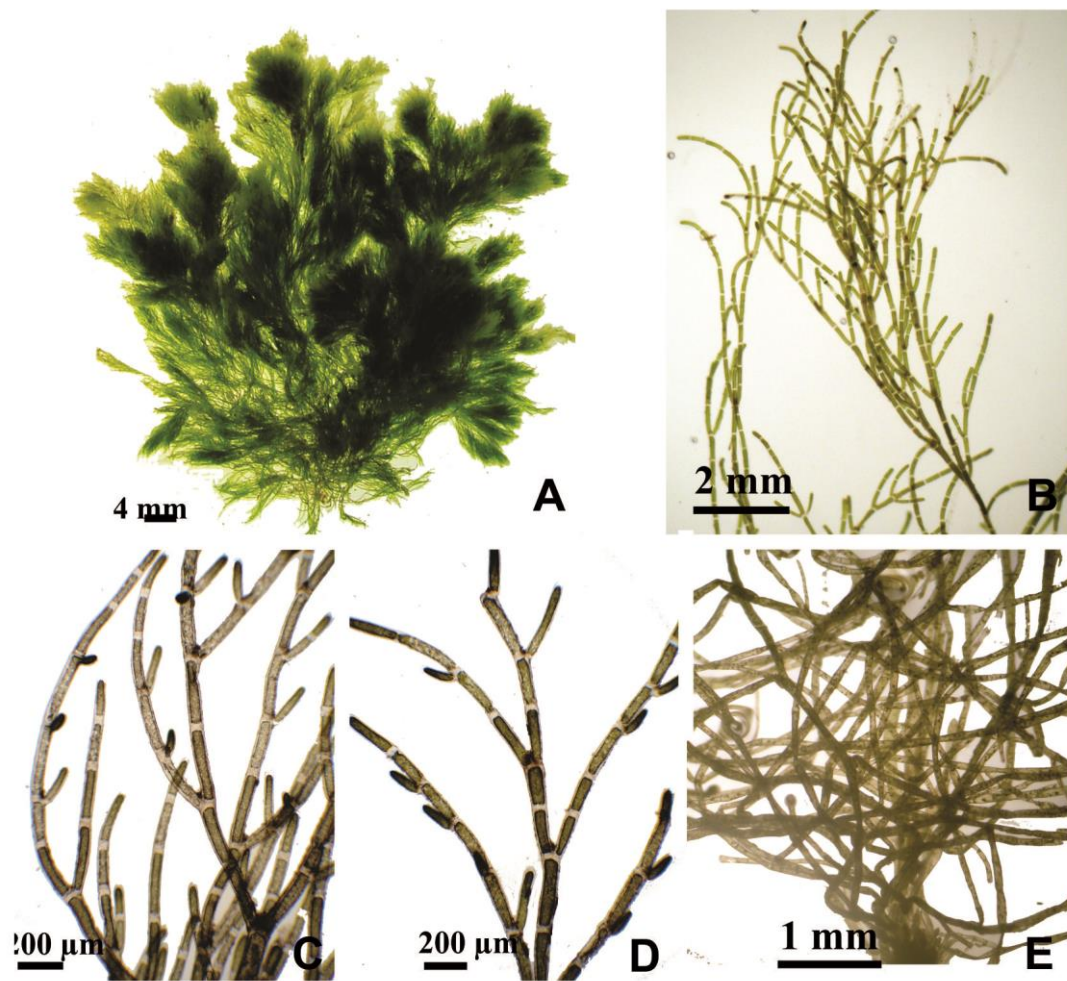


Figura 9. A–E. *Cladphora laetevirens* do Brasil (nom. prov.). A. aspecto geral do talo. B. detalhe da ramificação unilateral. C–D. porção de ramos curtos unicelulares. Ao longo do talo. E. detalhe da porção basal do talo densamente ramificada.

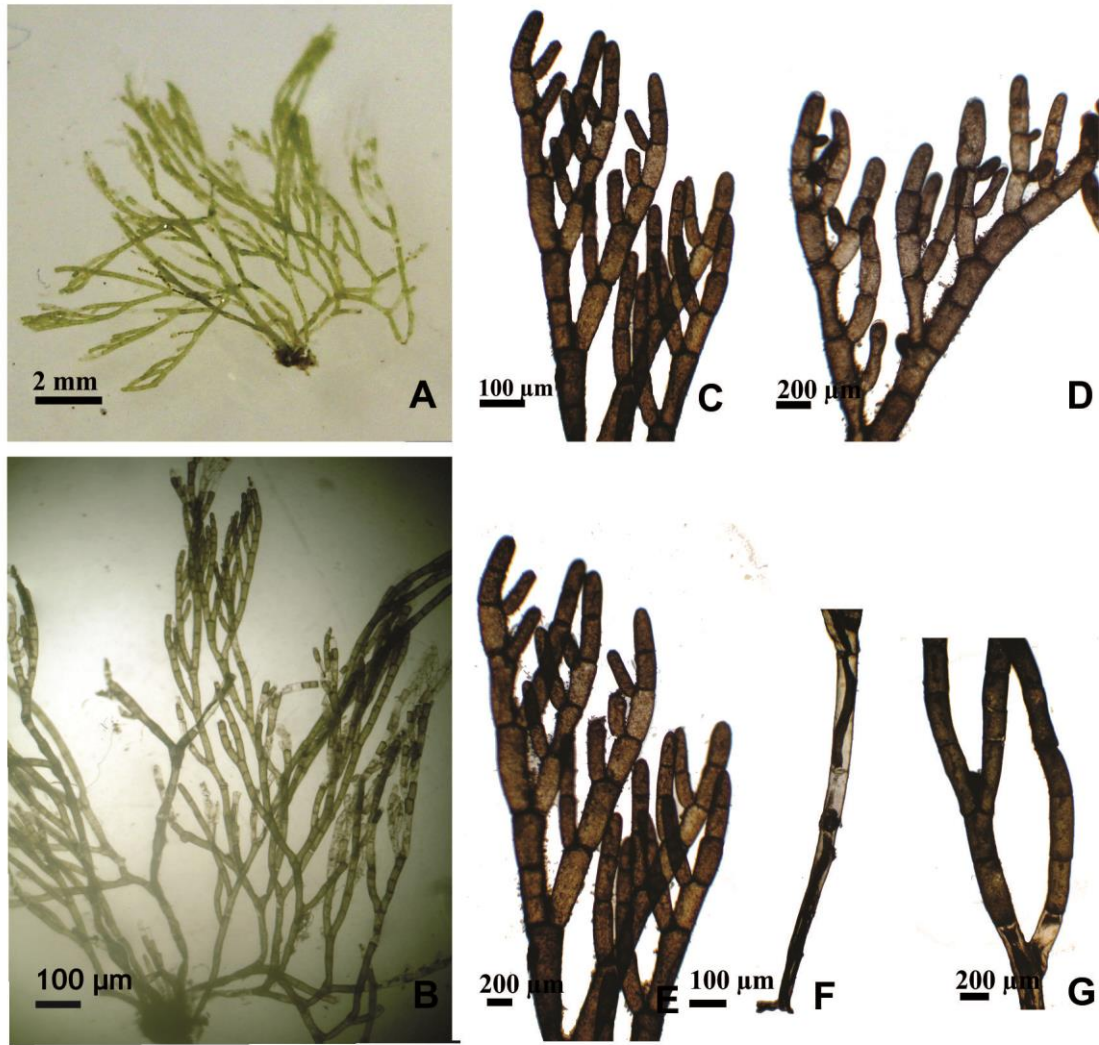


Figura 10. A–G. *Cladophora lehmanniana* (Lindenb.) Kütz. A–B. aspecto geral o talo. C–E. detalhe da ramificação falcada, reta. F. célula basal. G. ramificação dicotômica.

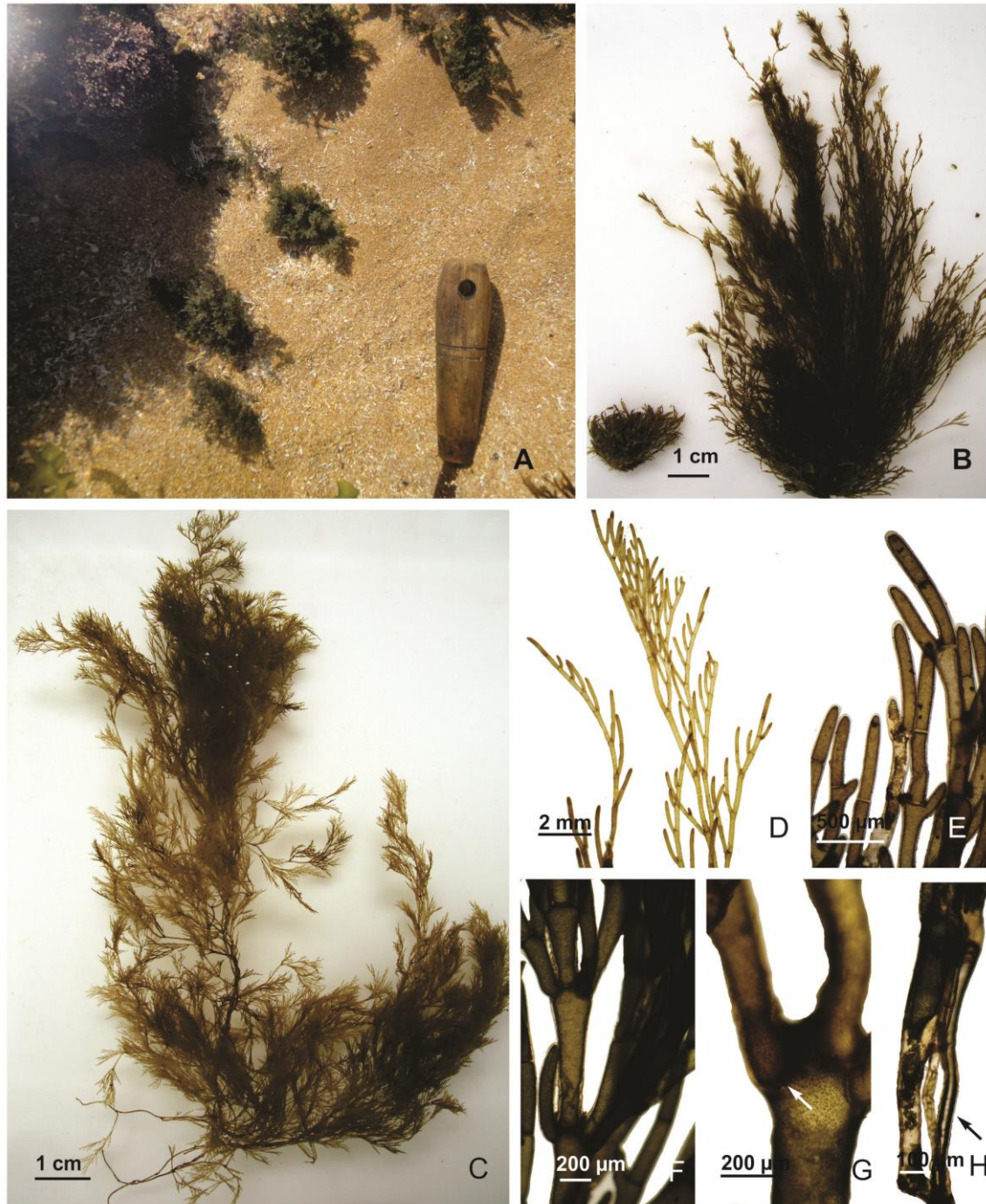


Figura 11. A–H. *Cladophora prolifera* do Brasil (nom. prov.). A. habit, crescendo na poça de maré sob substrato rochoso e geralmente soterrados em areia. B. variação do tamanho e densidade dos talos coletados. C. talo laxo. D-E. detalhe da ramificação. F. formas de politomias. G. processos rizoidais curtos fixando a célula à parental abaixo. H. rizóide com constrições anelares.



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.

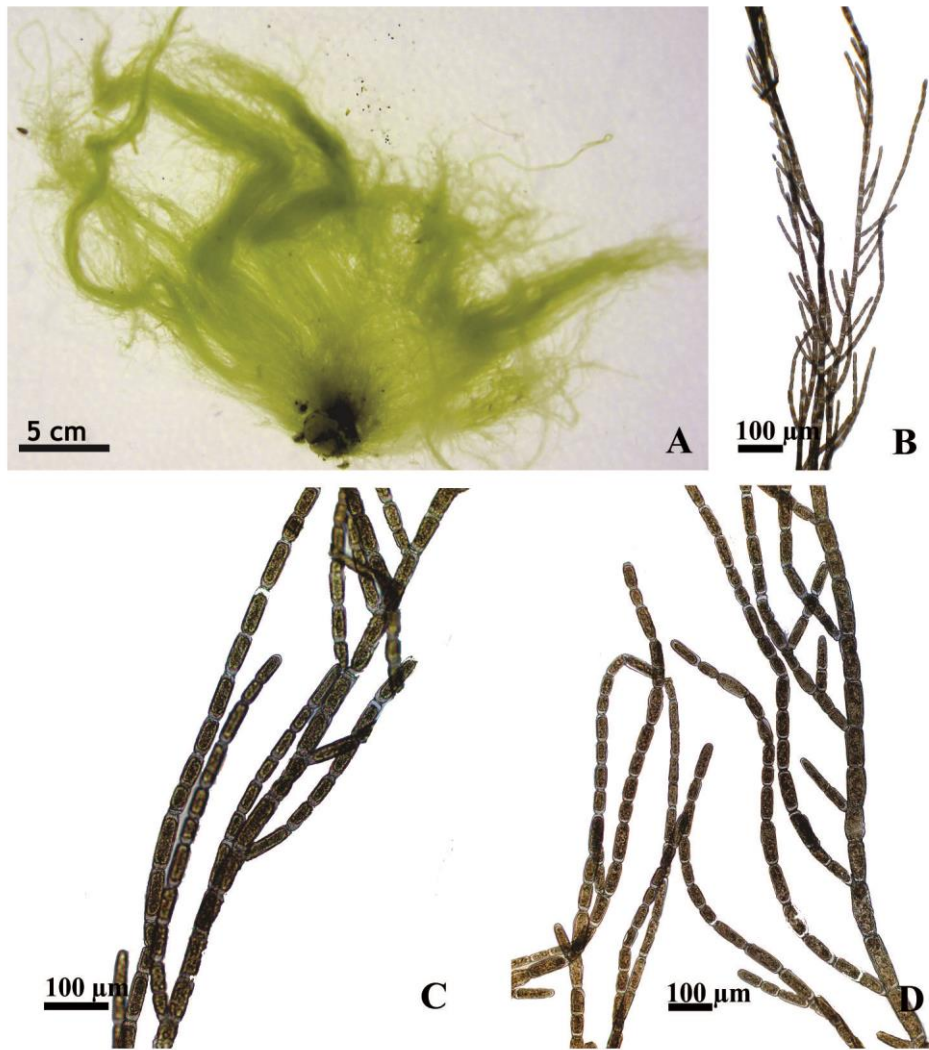


Figura 13. A–D. *Cladophora sericea* (Huds.) Kütz. A. aspecto geral do talo. **B.** detalhe do talo com ramificação unilateral e alternas. **C–D.** talo com formação de ramos longos.

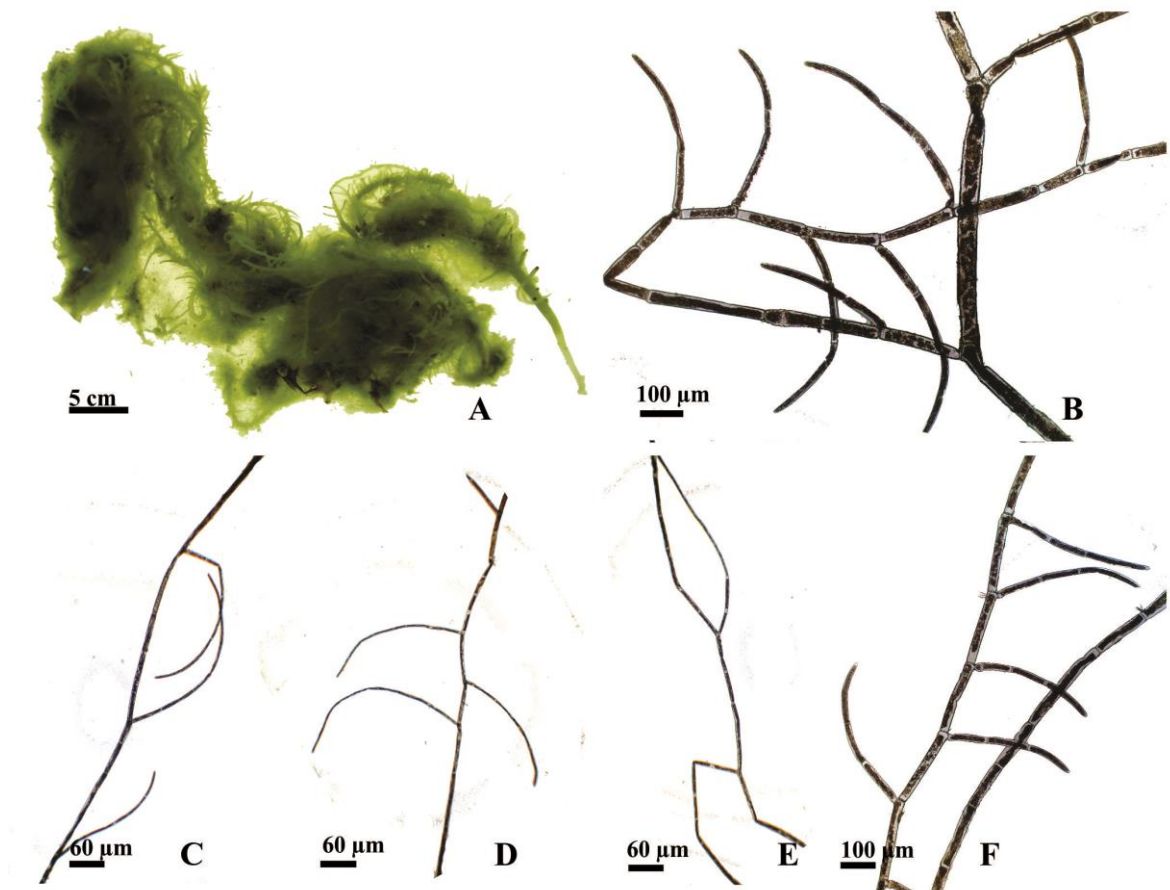


Figura 14. A–F. *Cladophora socialis* Kütz. A. aspecto geral do talo emaranhado. B. eixo principal com os últimos ramos apresentando ramificação alternata. C. ramificação unilateral. D. Ramificação alternata E. pseudodicotômica F. alternas a unilateral.

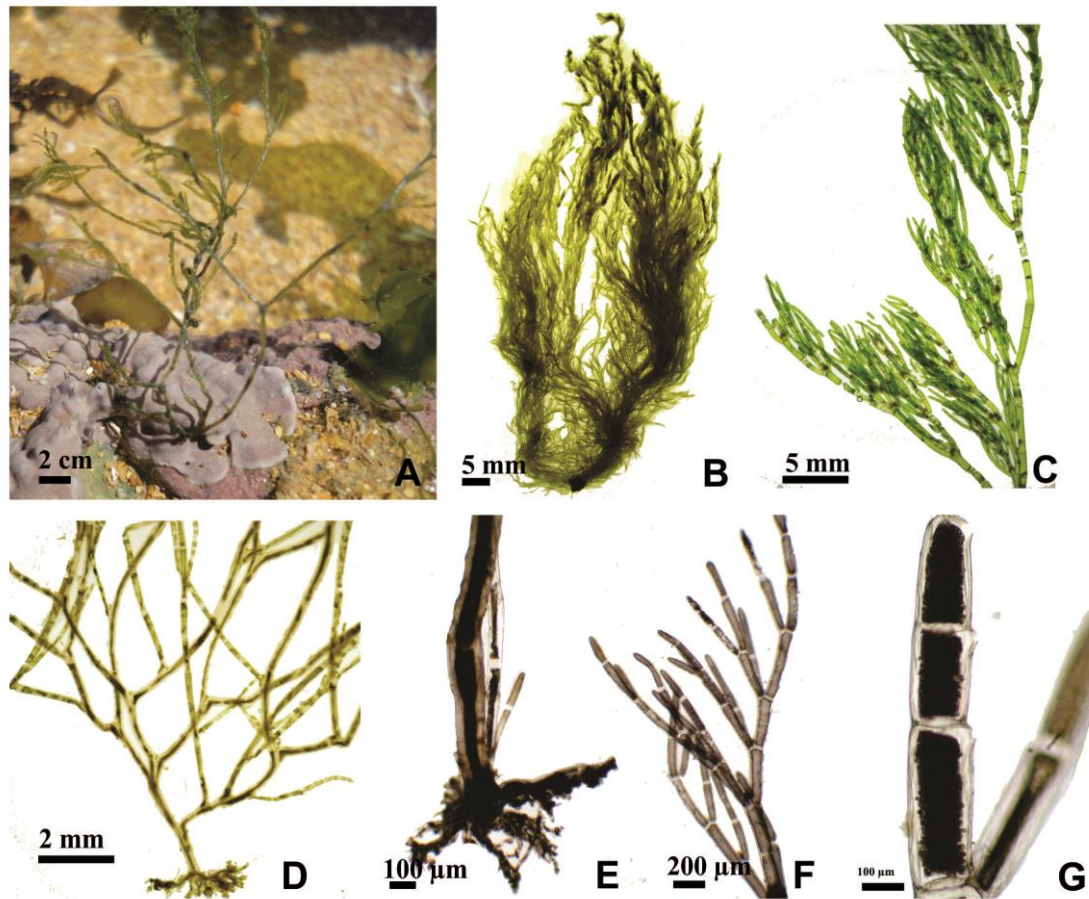


Figura 15 A–G. *Cladophora vagabunda* (L.) C.Hoek. **A.** hábito, crescendo sob alga calcária coralinácea. **B.** aspecto geral do talo. **C.** ramificação fasciculada a unilateral **D.** porção basal do talo com células apresentando rizoides lobado **E.** célula apical fértil com papila lateral.

Willeella BørgesenEspécie Tipo: *Willeella ordinata* Børgesen***Willeella ordinata*** Børgesen J. Indian Bot. Soc. 155, 1930.

Localidade tipo: “Dwarka, Okha Port, N.W. India” (van den Hoek 1982: 123).

Figuras 16 A–H

Descrição:—Talo filamentoso, 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, 85–235 µm 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, Jacaréipe, Curva da Baleia 10 Junho 2013 A.M. Alves & A.A. Santos, FSA 14321 (HUEFS). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Piauí: Luís Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Norte: Touros, Maracajaú, 22 Agosto 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Bahia: Itaparica, Vera Cruz, Ponta da Ilha, 17 Março 2014, C.W.N. Moura *et al.* (HUEFS). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Saco de Dois Rios, 26 Julho 2014, A.G. Pedrini *et al.* (HUEFS).

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 (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 reestabelecido 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 *Willeella*. No clado *Willeella* espécimes de *C. ordinata* (= *W. ordinata*) do Brasil e da África do Sul divergiram primeiro em um subclado, fortemente sustentado (0.99), 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 reestabelecimento do gênero *Willella*, 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

Basiônimo: *Conferva brachyclados* Mont. (1837: 349).

Localidade Tipo: Cuba. (van den Hoek 1982: 105)

Figura 17 A–F

Descrição:—Talo filamentoso, 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 Correa, Praia dos Coqueiros, 22 Julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14482 (HUEFS) Ceará: Fortaleza, Praia de Iracema, 26 Julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos*, FSA 14364 (HUEFS) Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 24 Julho 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas*, FSA 14329 (HUEFS).

Outros materiais examinados:—BRASIL, Maranhão: São José de Ribamar, 21 Julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Ceará: Caucaia, Praia do Pacheco, 24 Julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS); Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Rio Grande do Norte: Nísia Floresta, Praia da Barreta, 21 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Praia de Búzios, 23 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS); Touros, Maracajaú, 22 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Paraíba: João Pessoa, Cabo Branco, 19 Julho 2012, *C.W.N. Moura* (HUEFS), 20 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Ponta do Seixas 19 Julho 2012 *C.W.N. Moura* (HUEFS), Praia do Bessa, 20 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS); Conde, Praia de Coqueirinho, 19 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Praia de Jacumã, 19 Agosto 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Pernambuco: Cabo de Santo Agostinho, Praia de Gaibu, 25 Abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS). Alagoas: Maceió, Praia da Sereia, 27 Abril 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS). Bahia: Salvador, Stella Maris, 10 Agosto 2014, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS); Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 Janeiro 2013, *A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas* (HUEFS); Camaçari, Arembepe, Praia do Emissário da CETREL, 27 Fevereiro 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS); Ilha de Itaparica, Vera Cruz, Praia da Barra Grande, 02 Agosto 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), Praia da Conceição, 04 Julho 2012, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), 09 Março 2013 *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS), Praia da Enseada do Pedrão, 20 Março 2013, *C.W.N. Moura et al.* (HUEFS); Cairu, Ilha de Tinharé, Morro de São Paulo, 16 Setembro 2012, *A.M. Alves et al.* (HUEFS). Espírito Santo: Anchieta, Praia dos Castelhanos, 09 Junho 2013, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Rio de Janeiro: Angra dos Reis, Praia da Égua, 03 Outubro 2013, *A.A. Santos & D.L. Rohr* (HUEFS); Paraty, Praia de Cepilho, 07 Julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS), Praia dos Ranchos, 07 Julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS); Armação dos Búzios, Praia do Forno, 14 Julho 2013, *A.M. Alves et al.* (HUEFS). Paraná: Paranaguá, Ilha do Mel, Praia do Miguel, 16 Fevereiro 2014 *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Ponta da Nhá Piña, 17 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS), Morro do Meio, 17 Fevereiro 2014, *A.M. Alves & A.A. Santos* (HUEFS). Santa Catarina: Florianópolis, Ponta

das Canas, 13 Fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Matadeiro, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Praia de Armação, 15 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Rio Grande do Sul: Torres, Praia da Guarita, 12 Fevereiro 2014 A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Prainha, pedra do Meio, 12 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS), Prainha, 11 Fevereiro 2014, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS).

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. Gestinari & A.I Kanagawa (PEUFR 42657). Pernambuco: Recife, Praia de Boa Viagem, 23 Junho 2001, L. Gestinari & J. Torres (PEUFR 42663), Ipojuca, Praia de Serrambi, 26 Abril 2001, L. Gestinari & 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. Gestinari & 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. Gestinari & 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), Gestinari *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

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).

Figuras 18 A–F

Descrição:—Talo filamentoso verde claro, delicado, formando tufos 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). **Outros materiais examinados:**—BRASIL, Ceará: Cascavel, Praia da Caponga, 25 Julho 2013, A.M. Alves & A.A. Santos (HUEFS). Bahia: Conde, Praia do Sítio do Conde, 28 Janeiro 2013, A.M. Alves & G.B.C. Mascarenhas (HUEFS).

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 porção basal do talo foram aproximadamente o dobro dos diâmetros das porções 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*.

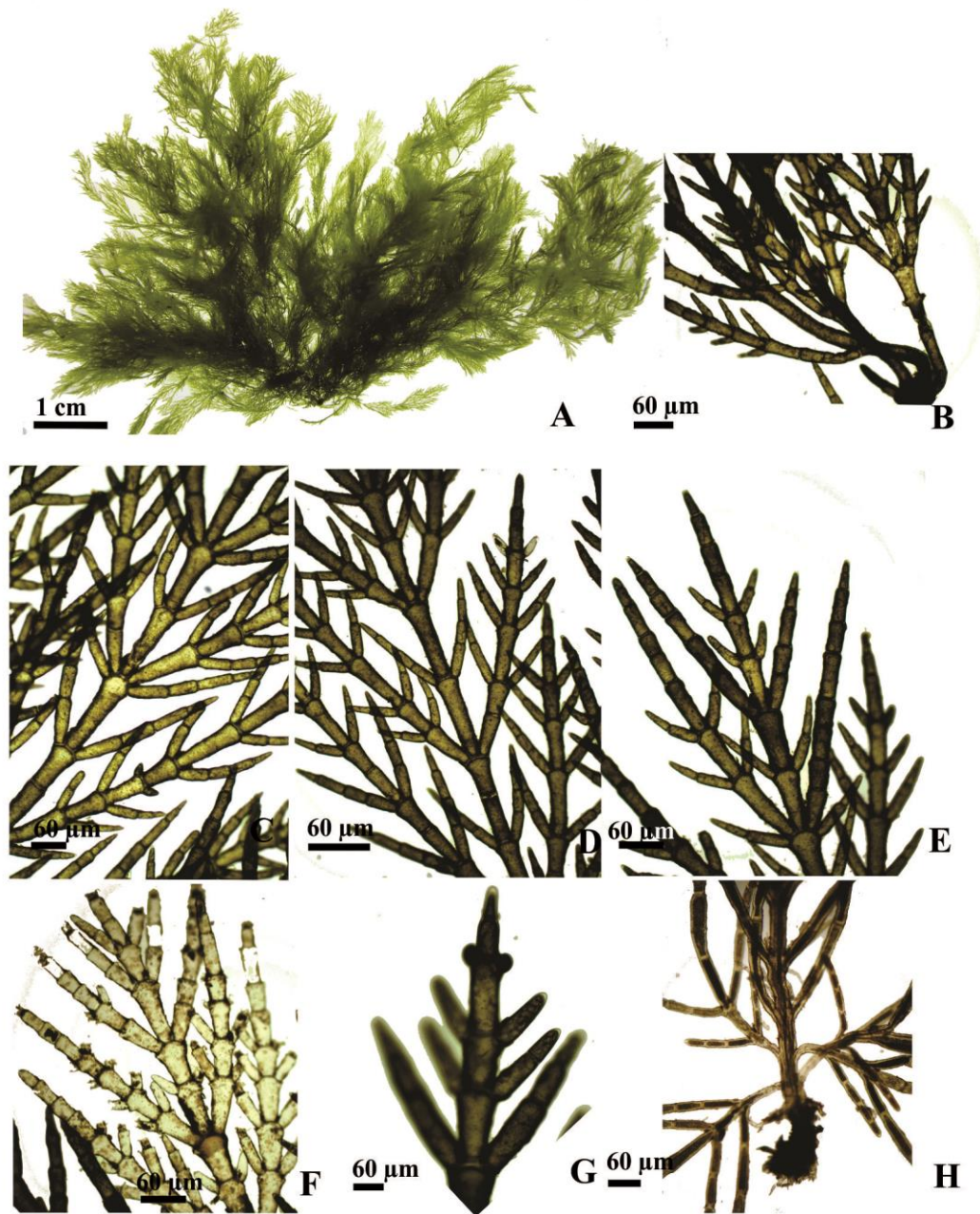


Figura 16. A–H. *Willeella ordinata* Børgesen. **A.** aspecto geral do talo. **B.** porção basal. **C–E.** detalhe da ramificação pseudotricotômica regular a politômica. **F.** ramo fértil com células sem o protoplasto. **G.** aspecto do talo com células apresentando ápice obtuso **H.** detalhe da célula basal bastante ramificada.

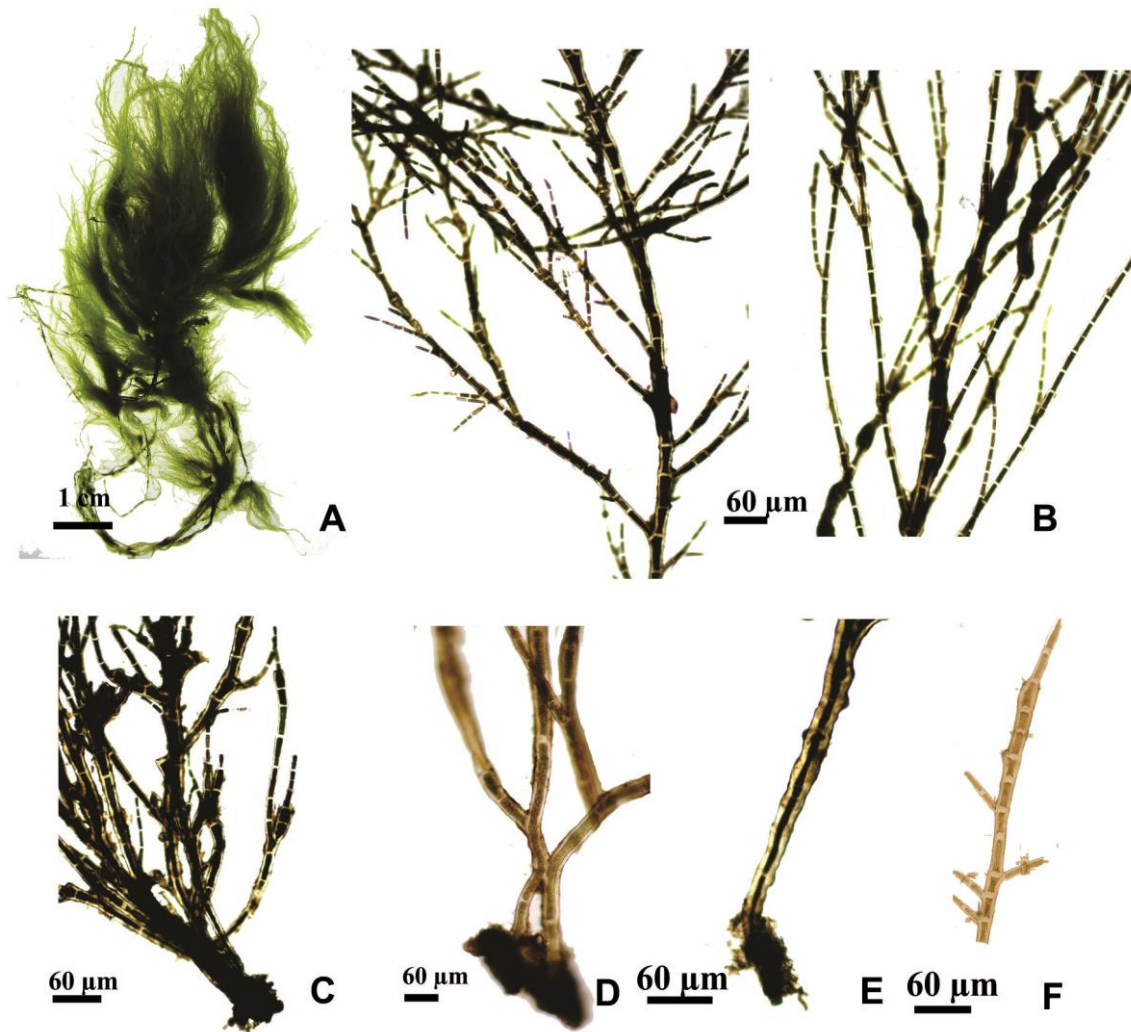


Figura 17. A–F. *Willeella brachyclados* (Mont.) A.M. Alves & C.W.N. Moura. A. aspecto geral do talo. B. detalhe da ramificação irregulares de diferentes porções do talo. C. parte basal o talo bastante ramificado. D. célula basal com ramos colapsados, célula basal simples. E. célula ramo com caule apical obtuso.

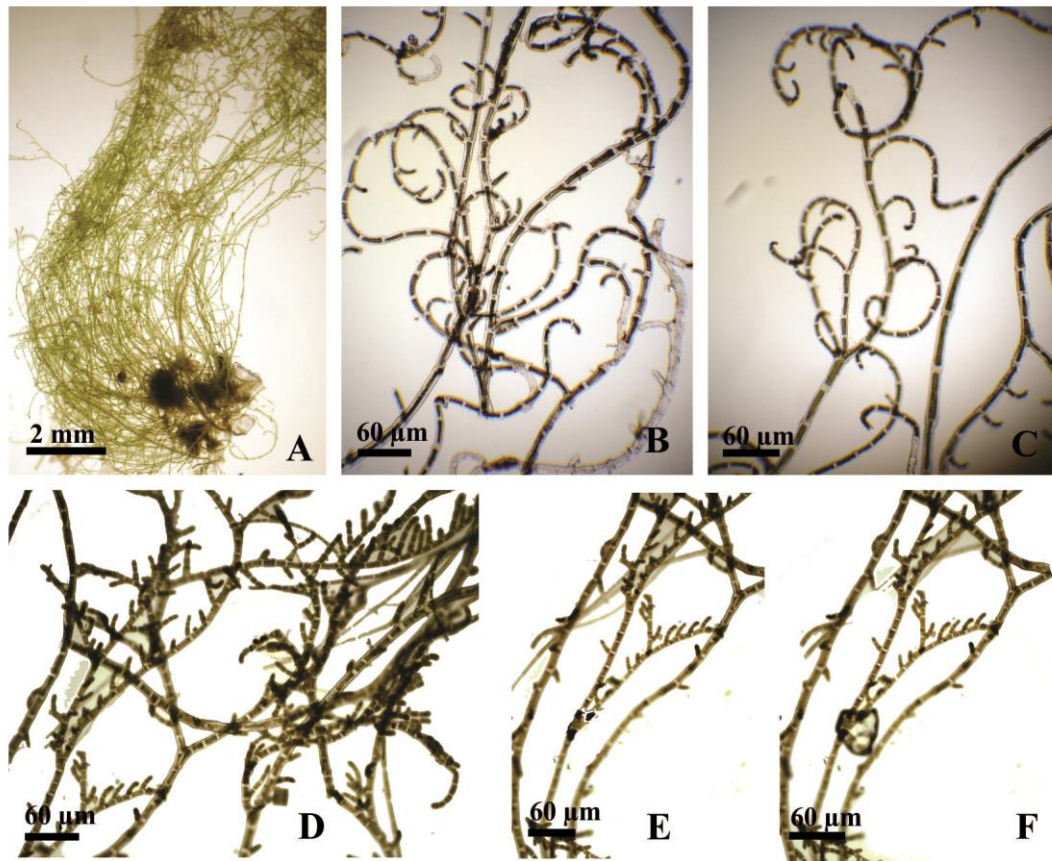


Figura 18. A–F. *Willeella crispula* (Vickers) A.M. Alves & C.W.N. Moura. A. aspecto geral do talo com ramos densamente enrolados. **B–C.** ramos bastante enrolados ramificação pseudotricotômica a unilateral. **D–F.** detalhe do talo com ramificação basal unilateral.

Considerações sobre espécies de ocorrência duvidosa para o litoral do Brasil

Para o litoral do Brasil, 15 espécies de *Cladophora*: *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.] foram consideradas, até o ano de 1977, como de ocorrência duvidosa (Taylor 1931, 1960, 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, 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 através de estudos desenvolvidos por diversos autores ao longo do litoral brasileiro, 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 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) (Tabela 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 é apresenta morfologia diferente do material citado por Machado *et al.* (2001). O material 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.

Segundo Oliveira Filho (1977), dentre as clorofíceas marinhas o gênero *Cladophora* é o que representa as maiores dificuldades para identificação e, 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), Gustinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012) estes problemas ainda continuam, principalmente em áreas tropicais.

Referências

- Almeida, W.R., Alves, A.M., Guimarães, S.M.P.B. and Moura, C.W.N. (2012) Cladophorales and Siphonocladales (Chlorophyta) from Bimbaras 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
- 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> (Acesso 26 Junho 2015).
- ALVES, A.M. (2008) Estudo morfo-taxonômico de Cladophorophyceae (Chlorophyta) do litoral do estado da Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.
- 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. 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. & 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.
- 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* Kützinger, 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 Prais 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> (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.
- Harv. (1858:
- 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 seaweeds in Tanzania*. University of Tromsø, Tromsø.
- 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.

- Kützinger, 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.
- Kützinger, F.T. (1845) *Phycologia germanica*, d. i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. Nebst einer Anleitung zum Untersuchen und Bestimmen dieser Gewächse für Anfänger. pp. i-x, 1-340. Nordhausen: W. Köhne.
- Kützinger, 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).
- Kützinger, 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 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? *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 *et al.* 2011,
- 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. *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.

- 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. – *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 remifications 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., 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* M. Tabarelli. & J.M.C. Silva, 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) Kützinger, 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 Neotrop.* 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.
- Schramm & Mazé in Essai Class. des algues Guadel. 37. 1865.
- Silva *et al.* (1996)
- 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. *Rev. Invest. Mar.* 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 (1945),
- 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 J. Sci.* 39(2): 300–10.
- Ugadim, 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 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.
- Vickers, A. 1905. Liste des algues marines de la Barbade. *Ann Sci Nat Bot* 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., Gestinari, L.M.S. & Fernandes, D.R.P. (2006) Capítulo 2. Macroalgas. In *Biodiversidade Bentônica da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira* (H.P. Lavrado, & B.L. Ignácio, eds.). 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

A análise filogenética molecular baseada em sequências parciais de LSU rDNA desenvolvida neste estudo revelou a posição filogenética de muitos táxons identificados em *Cladophora*.

São prováveis taxa novos para o litoral do Brasil: as amostras identificadas como *C. coelothrix* que ocorreram em dois agrupamentos diferentes, do mesmo modo *C. laetevirens* 1 e *C. laetevirens* 2, os espécimes identificados como *C. prolifera*, *C. rupestris* e os espécimes de *Cladophora* sp. 2, *Cladophora* sp. 3 e *Cladophora* sp. 4.

Cladophora sp. 1, foi descrita como uma nova espécie *C. codii* A.M. Alves, LM.S. Gestinari & C.W.N. Moura, com base em dados morfológicos e análise filogenéticas moleculares, a qual ocorreu com outras espécies de *Cladophora* tradicionalmente incluídas na seção *Longi-articulatae*.

O agrupamento *Cladophora catenata* corresponde a um novo gênero com três espécies, cuja proposição será necessária.

O gênero *Willeella* foi reestabelecido com a inclusão de duas novas espécies, além da espécie tipo *W. ordinata*, *W. brachyclados* (ex *C. montagneana*) e *W. crispula* (ex *C. crispula*).

Foi proposta uma nova combinação para *C. liebetruthii* (*Microdictyon liebetruthii* (Grunow) A.M. Alves et C.W.N. Moura **comb. nov.**) que passou a ser membro do gênero *Microdictyon*, devido à sua posição na análise filogenética molecular ocorrendo em um mesmo clado que espécies deste gênero.

Estudos morfológicos e análises filogenéticas moleculares revelaram 19 taxa distribuídos em dois gêneros: *Cladophora* e *Willeella*. Para *Cladophora* foram registradas *C. albida*, *C. aokii*, *C. catenata* do Brasil (nom. prov.), *C. coelothrix* do Brasil (nom. prov.) compreendendo a duas linhagens, *C. conferta*, *C. dalmatica*, *C. laetevirens* do Brasil (nom. prov.) correspondendo a duas linhagens, *C. lehmanniana*, *C.*

Considerações Finais

prolifera do Brasil (nom. prov.) e *C. rupestris* do Brasil (nom. prov.). *Willeella ordinata*, *W. brachyclados* e *W. crispula*.

Apenas cinco espécies de *Cladophora* foram identificadas somente com base em caracteres morfológicos: *C. brasiliiana*, *C. corallicola*, *C. sericea*, *C. socialis* e *C. vagabunda*.

Muitas espécies tiveram a sua distribuição ampliada para o litoral do Brasil.

Quarenta e nove sequências parciais de LSU rDNA foram geradas para espécimes cladoforoides do Brasil, dentre estas três sequências são as únicas conhecidas, sendo duas para *C. lehmanniana* e uma para *W. crispula*.

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.